ТехноТерра
изыскания для строительства

ООО «ТехноТерра» | 190031, Россия, Санкт-Петербург, наб.р.Фонтанки, д.113 лит.А
Телефон/факс: (812) 318-58-58 | info@tterra.ru | www.tterra.ru
ИНН 7838318637 КПП 783801001

**ООО «ТехноТерра» является членом
Саморегулируемой организации в области инженерных изысканий
Ассоциации «Изыскательские организации Северо-Запада»,
зарегистрировано в Ростехнадзоре
в реестре саморегулируемых организаций
от 23 декабря 2009 года номер СРО – И - 011-23122009
(Дата вступления в силу решения о приеме в члены
саморегулируемой организации 29.12.2009 г.)
(www.izonw.ru)**

Заказчик – ООО «Союз-ТТМ»

«Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Оценка воздействия на окружающую среду

75-20-ОВОС

2020

ISO 14001 ISO 9001 OHSAS 18001

ТехноТерра
изыскания для строительства

ООО «ТехноТерра» | 190031, Россия, Санкт-Петербург, наб.р.Фонтанки, д.113 лит.А
Телефон/факс: (812) 318-58-58 | info@tterra.ru | www.tterra.ru
ИНН 7838318637 КПП 783801001

ООО «ТехноТерра» является членом
Саморегулируемой организации в области инженерных изысканий
Ассоциации «Изыскательские организации Северо-Запада»,
зарегистрировано в Ростехнадзоре
в реестре саморегулируемых организаций
от 23 декабря 2009 года номер СРО – И - 011-23122009
(Дата вступления в силу решения о приеме в члены
саморегулируемой организации 29.12.2009 г.)
(www.izonw.ru)

Экз. №
Арх. №: 75-20

Заказчик – ООО «Союз-ТТМ»

«Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Оценка воздействия на окружающую среду

75-20-ОВОС

Генеральный директор — Решетов В.В.

Главный инженер проекта — Лосько М.А.

2020

Взам. Инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

ООО «Бюро специального проектирования «Сфера»

Заказчик: ООО «Союз-ТТМ»

«Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Оценка воздействия на окружающую среду

11-20-ОВОС

Санкт-Петербург
2020

ООО «Бюро специального проектирования «Сфера»

Заказчик: ООО «Союз-ТТМ»

«Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Оценка воздействия на окружающую среду

11-20-ОВОС

Генеральный директор **А.В. Пшенин**

Главный инженер проекта **М.А. Лосько**

Санкт-Петербург
2020

Содержание

1. Общие положения 2
1.1 Цель проведения оценки воздействия на окружающую среду 2
1.2 Пояснительная записка по обосновывающей документации 3
1.3 Общие сведения об объекте 3
1.4 Цель и потребность реализации деятельности 9
1.5 Результаты инженерно-экологических изысканий района расположения объекта 10
1.6 Краткая характеристика района деятельности объекта 12
2. Результаты оценки воздействия на окружающую среду 29
2.1 Результаты оценки воздействия на атмосферный воздух 29
2.2 Результаты оценки воздействия на поверхностные и подземные воды 35
2.3 Результаты оценки воздействия отходов производства и потребления 38
2.4 Результаты оценки воздействия физических факторов 42
2.5 Результаты оценки воздействия объекта на земельные ресурсы 53
2.6 Результаты оценки воздействия объекта на растительный и животный мир 54
2.7 Краткое описание программ мониторинга и послепроектного анализа 55
3. Выявленные при проведении оценки неопределенности в определении воздействия деятельности предприятия на окружающую среду 63
4. Материалы общественных обсуждений 64
5. Эколого-экономическая оценка воздействия объекта на окружающую среду в период проведения работ 66
5.1 Компенсационные выплаты за загрязнение окружающей среды 66
6. Резюме нетехнического характера 68
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 70
Приложение А – Техническое задание на проект 71
Приложение Б – Договор аренды причала 73
Приложение В – Письмо с исходными данными 83
Приложение Г – Технические условия по улучшению гидрологического состояния земельного участка 85
Приложение Д – Письмо о заезжающем автотранспорте 93
Приложение Е – Справка ФГБУ «Северо-Западное УГМС» о климатических и фоновых характеристиках 95
Приложение Ж – Письмо об отходах 97
Приложение И – Паспорта на оборудование, расчет уровней шума 100
Приложение К – Расчет валовых выбросов в атмосферный воздух 422
Приложение Л – Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе 584
Приложение М – Затраты на мониторинг 622
Графическая часть:
75-20-ОВОС.ГЧ-01 Ситуационный план
75-20-ОВОС.ГЧ-02 Схема расположения источников загрязнения воздуха и расчетных точек
75-20-ОВОС.ГЧ-03 Схема расположения источников шума и расчетных точек
75-20-ОВОС.ГЧ-04 Схема расположения точек проведения экологического мониторинга

Согласовано

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разработал		Фролова			07.20
Проверил		Лосько			07.20
Н. контр.		Лосько			07.20
Нач.отдела		Фролова			07.20

75-20-ОВОС.ТЧ

Текстовая часть

Стадия	Лист	Листов
П	1	

ООО «Бюро специального проектирования «Сфера»

1. Общие положения

1.1 Цель проведения оценки воздействия на окружающую среду

Наименование деятельности: «Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда».

Заказчик проектной документации:

Наименование: ООО «Союз-ТТМ».

Руководитель: Генеральный директор Суховольский Рафаил Яковлевич

Адрес: 236006, Калининградская обл., г.Калининград, Правая наб., д.10

Телефон: +7-4012-312-590

Разработчик проектной документации:

Наименование: ООО «ТехноТерра».

Руководитель: Генеральный директор Решетов Владимир Владимирович.

Адрес: 190031, г. Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д.113, литер А, помещение 17-Н, офис 402, 416, 417, 418

Телефон: +7-812-318-58-58.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» в ст. 3 указывает на обязательность оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

Целью работы по проведению оценки воздействия на окружающую среду является выявление значимых воздействий на окружающую среду, прогноз возможных рисков и последствий для населения и окружающей среды, рекомендации по предупреждению или снижению возможных негативных воздействий в процессе выполнения работ.

Результатом выполнения ОВОС является принятие обоснованного решения о возможности и методах реализации хозяйственной деятельности с позиции экологической безопасности, наименьшего воздействия на окружающую среду и на здоровье населения.

1.2 Пояснительная записка по обосновывающей документации

Исходными данными для разработки проектной документации "Обоснование хозяйственной деятельности ООО "Союз-ТТМ" в Морском порту Калининграда" являются:

1. Техническое задание на выполнение проектно-изыскательских работ "Обоснование хозяйственной деятельности ООО "Союз-ТТМ" в Морском порту Калининграда" для нужд ООО «Союз-ТТМ» (Приложение А);
2. Договор № 14-11/07 №207 от 19.11.2007 аренды причала, закрепленного за ФГУП «РОСМОРПОРТ» Калининградской области, г. Калининграда, пирс «6 (причал) Калининградского морского порта (Приложение Б).
3. ПРОЕКТ №0302-3800-12-ПЗ-1 «Портовая составляющая предприятия по приему, хранению и переработке растительных масел с ремонтом причала», выполненный ОАО «ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ» в 2007 г.;
4. Технические отчеты по результатам инженерных изысканий;
5. Расчет ущерба водным биологическим ресурсам.

1.3 Общие сведения об объекте

Название объекта: «Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда».

Участок инженерно-экологических изысканий расположен в восточно-юго-восточной части Центрального района г. Калининграда на правом берегу реки Преголи и представляет собой пирс и полосу акватории 20 м, используемые для стоянки и обработки наливных судов, а также перегрузки растительных масел. Площадь участка – 1469 м2. Рекогносцировочное обследование территории производилось пешими маршрутами по контуру и внутри участка работ.

Объект предназначен для перегрузки растительных масел.

Выгрузка растительных масел в объеме до 210 тыс.тонн в год осуществляется на причале, принадлежащему Калининградскому филиалу ФГУП «Росморпорт».

Ближайшая жилая застройка расположена в восточном направлении на расстоянии 580 м от границы причала (жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36).

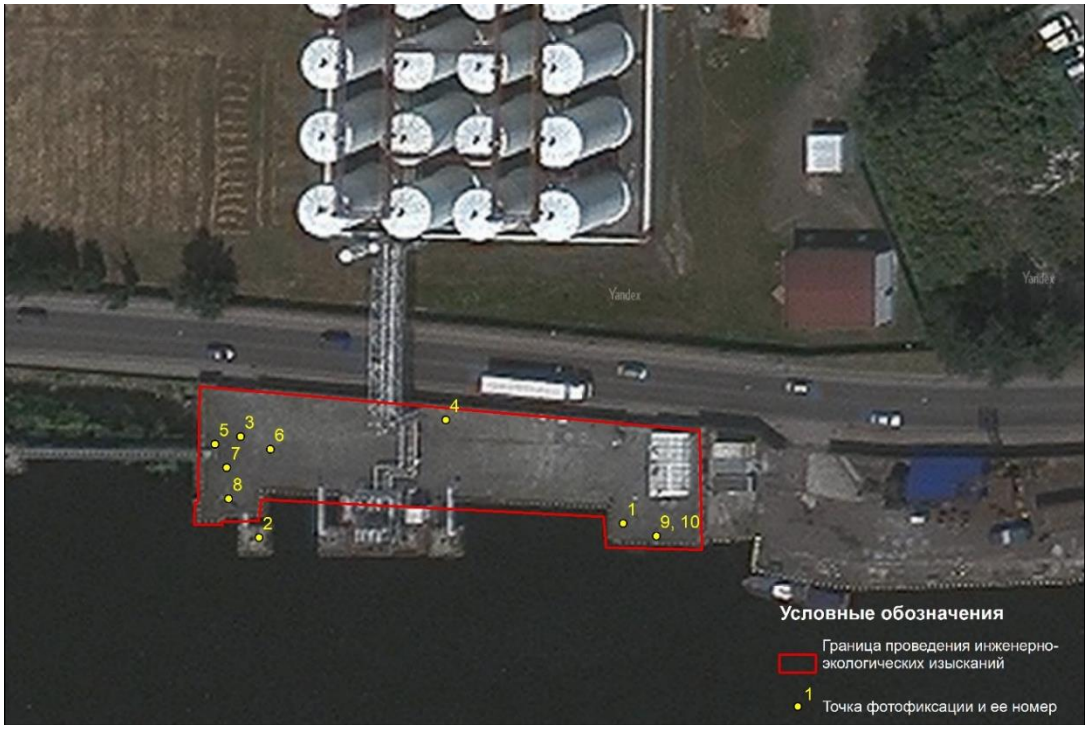


Рис.1. Обзорная схема участка работ

Существующий причал, длиной 83,3 м и глубиной у причала 7 м расположенный в г. Калининграде на р.Преголя (397 пикет Калининградского морского канала (КМК).

Исходя из практики постановки судов в Калининградском морском порту, раскантовка судна должна производиться в районе Вольной гавани (392 пикет КМК).

Причал с прилегающей акваторией и подходные пути к нему расположены в границах акватории морского порта Калининграда.

ООО «Союз-ТТМ» - предприятие по приему, хранению и переработке растительных масел располагается в г. Калининграде (ул. Правая набережная, д.10) на правом берегу реки Преголя (пирс №6).

Для перевалки растительных масел, которые доставляются на предприятие судами, используется причал, принадлежащий Калининградскому филиалу ФГУП «Росморпорт».

Общий проектный годовой грузооборот предприятия по приему, хранению и переработке растительных масел составляет до 210 тыс.тонн в год.

Для приема с судов растительных масел и их транспортировки в резервуарный парк хранения масел на причале предусмотрены трубопроводы DN200 из нержавеющей стали марки AISI-304 (08х18Н10) по ДИН 11850, расположенные вне причала, на специальной эстакаде.

Перегружаемые масла существенно отличаются по своим физико-химическим свойствам, и поэтому их транспортировка осуществляется по отдельным технологическим трубопроводам.

Все технологические трубопроводы прокладываются с электрообогревом и теплоизоляцией. Трубопроводы от причала проложены с уклоном 0,004 в сторону берега. Над дорогой трубопроводы проложены в эстакаде, на низких опорах.

Перегрузка масел с танкеров и транспортировка их в резервуарный парк хранения масел производится насосами, установленными на судне. На судне установлены три центробежные насоса, производительностью 350 м^3/час каждый, напором не выше 10 Бар. Скорость транспортировки составляет не менее 3,3 м^3/час.

Направление грузоперевозок – импорт.

Режим работы объекта – круглогодичный, круглосуточный, двухсменный по 12 часов. Разгрузка танкера занимает до 12 часов 1-2 раза в месяц.

Общие положения

ООО «Союз-ТТМ» осуществляет на пирсе в соответствии с договором аренды перевалку растительных масел по специальным трубопроводам, проходящим над проезжей частью улицы Правая набережная, из ошвартованных на причале наливных судов (обработка грузов и отстой судов) в масляный терминал исходных масел на территории перерабатывающего предприятия, являющегося собственностью ООО «Союз-ТТМ».

На причале размещен кран манипулятор для обеспечения соединения трубопроводов наливного судна (танкера) со специальными трубопроводами, ведущими к перерабатывающему предприятию.

Все техническое и технологическое обеспечение (электроснабжение, теплоснабжение, пожаротушение) для функционирования причала осуществляется с территории перерабатывающего предприятия ООО «Союз-ТТМ». На причале размещены временные сооружения для функционирования пункта пропуска через границу РФ пограничных и таможенных служб, оснащенные всем комплексом необходимого оборудования, осуществляется круглосуточная охрана причала и расположенного на нем оборудования.

Порядок швартовых операций

Судно шварутется к причалу правым бортом. Ответственным представителем ООО «Союз-ТТМ» по обеспечению швартовых операций является морской инспектор, поддерживающий связь с судном, дежурным капитаном портнадзора.

При стоянке судна у причала на борту должно быть обеспечено:

- по окончанию швартовки тормоза швартовных лебедок обжаты;
- эффективная вахта для наблюдения за состоянием швартовых концов.

Порядок проведения грузовых операций

Для предотвращения загрязнений до и в процессе проведения грузовых операций должны быть выполнены следующие меры:

- все палубные шпигаты надежно задраены;
- с главной палубы должны быть удалены скопления воды;

- все неиспользуемые грузовые и бункеровочные манифолды заглушены и все болты заглушек обтянуты;
- емкости для сбора протечек, в случае отсутствия сборных танков, должны быть установлены под манифолдами и всеми соединениями;
- все клапана систем сброса за борт должны быть закрыты, обжаты и опломбированы.

Подсоединение и отсоединение шлангов к судовым манифолдам производится персоналом ООО «Союз-ТТМ» под наблюдением представителя судна и мастера участка «Масляной терминал».

По окончанию проведения операций подсоединения каждого шланга производится тест самого рукава и соединений Азотом под давлением 6 Бар, мастер участка «Масляный терминал» совместно со сменным механиком убеждаются в отсутствии утечек по шлангу, соединениям. Клапана манифолдов должны быть закрыты до начала отсоединения шлангов. По окончании грузовых операций шланги продуваются азотом под давлением в емкость «Масляного терминала».

Сразу после отсоединения шлангов все заглушки на манифолдах должны быть установлены и обжаты на все болты. После отсоединения шлангов от манифолда на шланги устанавливаются заглушки с транспортировочными проушинами, заглушки обжимаются на все болты.

Транспортировка шлангов с судна на причал производится машинистом крана манипулятора.

Техническое оснащение

Для приемки наливных грузов используется специальное технологическое оборудование ООО «Союз-ТТМ».

Технологические магистрали, приходящие по эстакаде (над проезжей частью улицы Правая набережная) с территории ООО «Союз-ТТМ»:

- 3 обогреваемых трубопровода для перекачки растительных масел
- Трубопровод сжатого воздуха;
- Трубопровод азота;
- Электрические кабели;
- Системы автоматического водяного и пенного пожаротушения.

Оборудование, размещенное непосредственно на причале:

- Продуктовые шланги;
- Краново-манипуляторная гидравлическая установка EFFER-155.00 4S ПС;
- Распределительный электрощит 380В, 50 Гц;
- Отбойные устройства: кранец D 2,0 м;
- Резиновые цилиндры D 400 мм;
- Колесоотбойный брус;
- 4 швартовных устройства;

- Металлоконструкции площадки обслуживания.

Доставка грузов осуществляется танкером дедвейттом 4500 т типа (длина 110 м, ширина 14 м, высота борта 7,8 м, осадка в грузу 4,2 м, дедвейт 4,4 тыс.т).

Технологический процесс

Технологический процесс перевалки наливных грузов (растительных масел) состоит из операций:

- Швартовка наливного судна у причала;
- Проведение процедур пограничного и таможенного оформления груза;
- Работа сюрвейерской компании по определению количества груза;
- Согласование порядка проведения грузовых операций;
- Приведение в готовность инфраструктуры масляного терминала и трубопроводов;
- Подключение к судовым манифольдам;
- Перекачка растительных масел из емкостей судна в масляный терминал, с обеспечением разделения по видам масел, поддерживанием необходимых температур и давления;
- Продувка трубопроводов и шлангов азотом под давлением в емкость терминала;
- Отсоединение технического оборудования причала от манифольдов судна;
- Оформление процедур отхода судна компетентными органами РФ;
- Отшвартовка судна от причала.

Швартовка (отшвартовка), а также маневренные операции на акватории должны осуществляться с помощью буксиров-кантовщиков, предоставляемых калининградским ФГУП – «Балтийское БАСУ».

На причале, во временном сооружении, оборудован пункт пропуска через границу РФ, который функционирует в круглосуточном режиме во время прихода, стоянки и отхода судна. Пограничная и таможенная службы обеспечены всем необходимым оборудованием (в том числе специализированным: система радиационного контроля «Январь») для выполнения своих обязанностей.

На причале оборудован во временном помещении контрольно-пропускной пункт, работающий в круглосуточном режиме постоянно. На КПП находится дипломированный сотрудник охранного предприятия. Пропуск на территорию причала осуществляется по спецпропускам. Территория причала ограждена бетонным забором, сверху усиленным колючей проволокой. Имеются автоматические ворота для пропуска автотранспорта. По периметру причала, оборудована система видеонаблюдения, охрана обеспечена радиостанциями, средствами проведения досмотров физических лиц, грузов и автотранспорта. Оборудованы охранные системы: охранной сигнализации; контроля и управления доступом; тревожной сигнализации связи и оповещения; охранного освещения.

Здание КПП с основным въездом-выездом автотранспорта запроектировано в северо-восточном углу территории рядом с основным въездом-выездом. В северо-западной части территории причальной зоны расположен пожарный въезд.

На территории причала расположены следующие здания и сооружения:

- Технологическая площадка;
- Кабина оператора;
- Здание КПП режимной зоны с встроенным РУ;
- Биокабина;
- ограждение территории.

Ко всем зданиям и сооружениям предусмотрен подъезд.

Общая площадь территории, занимаемая сооружениями в ограждении, составляет 0,16 га.

Технологические показатели по генплану

№	Наименование показателей	Ед.изм.	Значение
1	Площадь территории в границах ограждения	га	0,16
2	Площадь акватории	га	0,55
3	Общая протяженность причального фронта	м	126,20
4	Длина берегоукрепительных сооружений	м	174
5	Плотность застройки	%	55

Территория полностью покрыта тротуарной плиткой, с образованием уклонов поверхностного водостока из существующего покрытия.

Водоотвод с поверхности покрытий площадки предусматривается в городской коллектор ливневой канализации через очистные сооружения поверхностного стока Векса-2.

Причал обеспечен электричеством от площадки хранения масел ООО «Союз-ТТМ».

Общая численность работников принята согласно письма с исходными данными №85 от 02.06.2020 (Приложение В) и составляет 1 охранник на постоянной основе, оператор крана-манипулятора и мастер (1-2 раза в месяц).

Схема расположения объекта представлена на графическом приложении 75-20-ОВОС.ГЧ.01, а также в Приложении Д.

Административно-бытовой комплекс расположен на расстоянии 120 м от территории причала.

На территории причала для размещения ВОХР располагается отапливаемое здание КПП, рядом с которым установлен биотуалет с умывальником.

1.4 Цель и потребность реализации деятельности

Проектной документацией предусмотрено «Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» участка причала с кадастровым номером 39:15:11 16 07:0011:39739\6 площадью 1469,0 м^2 (Калининградская область, г.Калининград).

Категория земель: Т-3 – Зона порта «Производственная зона, зона инженерной и транспортной инфраструктур».

Участок причала находится в аренде у ООО «Союз-ТТМ» в соответствии с Договором № 14-11/07 №207 от 19.11.2007 г., кадастровый номер 39:15:11 16 07:0011:39739\6 находящегося в собственности ФГУП «РОСМОРПОРТ» в Калининградской области, г.Калининград, Правая набережная. Документы на участок причала представлены в Приложении Б.

ООО «Союз-ТТМ» осуществляет на пирсе в соответствии с договором аренды перевалку растительных масел по специальным трубопроводам, проходящим над проезжей частью улицы Правая набережная, из ошвартованных на причале наливных судов (обработка грузов и отстой судов) в масляный терминал исходных масел на территории перерабатывающего предприятия, являющегося собственностью ООО «Союз-ТТМ».

На причале размещен кран манипулятор для обеспечения соединения трубопроводов наливного судна (танкера) со специальными трубопроводами, ведущими к перерабатывающему предприятию.

1.5 Результаты инженерно-экологических изысканий района расположения объекта

Оценка атмосферного воздуха

В 2019 году на территории Калининградской области было отобрано и исследовано более 8,2 тыс. проб атмосферного воздуха, в том числе на территории городских поселений – более 6,5 тыс. проб (79,1% от общего количества отобранных), сельских – свыше 1,7 тыс. проб (20,9 %).

Доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК составила на городских территориях 0,03% (в 2017г. – 0,6%, в 2018г. - 0,6%), на сельских территориях – превышений не установлено. Не зарегистрированы пробы с превышением ПДК более 5 раз (в 2017 г. – 1 проба, в 2018 г. – 5 проб).

В зоне влияния промышленных предприятий уровень загрязнения воздуха остается стабильным, удельный вес проб воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, составил в 2019 г. 0,04% (в 2017 г. – 0,6%, в 2018 г. – 0,6%). Аналогичный низкий уровень загрязнения отмечается в зоне жилой застройки городских поселений, показатель составил 0,03% (в 2017 г. – 0,7%, в 2018 г. - 0,5%).

Оценка радиационной обстановки

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов: СанПиН 2.9.1.2523-09 (НРБ-99/2009) и СП 2.9.1.2612-10 (ОСПОРБ-99/2010) по результатам выполненных работ на обследованной территории по состоянию на момент изысканий радиационных аномалий и техногенных радиоактивных загрязнений не обнаружено.

В исследованных пробах донных отложений значение Аэфф не превышает 370 Бк/кг, в связи с чем, данные материалы относятся к строительным материалам 1 класса и их использование (по содержанию радиоактивных элементов) на участке не ограничено.

Оценка состояния поверхностной воды

В соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы», ГН 2.1.5.2280-07 «Дополнения и изменения №1 к гигиеническим нормативам ГН 2.1.5.1315-03 «Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» и СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы», по результатам исследований в пробе поверхностной воды установлены превышения нормативных уровней:

- по ХПК в пробах 1пв-1-75, 2пв-75.

Согласно Приказу Министерства сельского хозяйства РФ №552 от 13.12.2016, в исследованных пробах поверхностной воды были установлены превышения над рыбохозяйственными ПДК:

- по содержанию фосфат иону в в пробах 1пв-1-75, 2пв-75;
- по содержанию меди в пробах 1пв-1-75, 2пв-75;
- по содержанию цинка в пробе 1пв-1-75;

- по содержанию нефтепродуктов в пробе 1пв-2-75.

Установленные превышения над рыбохозяйственными ПДК в пробах воды связаны с расположением объекта в границах акватории морского порта Калининград.

Оценка состояния донных отложений

В рамках проведения инженерно-экологических изысканий из р. Преголя была отобрана проба донных отложений.

Отобранная проба проанализирована в лаборатории, прошедший государственную аккредитацию и получившую соответствующий аттестат с применением средств измерений, прошедших в соответствии с Федеральным законом от 26.06.2008 г. №102-ФЗ метрологическую поверку (калибровку) или аттестацию. Отобранная проба проанализирована по показателям, предусмотренные программой производства инженерно-экологических изысканий: водородный показатель (pH солевой), тяжелые металлы и металлоиды (Hg, Pb, As, Cd, Zn, Ni, Cu), нефтепродукты, бенз(а)пирен.

Результаты лабораторных исследований проб донных отложений для оценки загрязненности по химическим показателям представлены в таблице:

Результаты лабораторных исследований проб донных отложений для оценки загрязненности по химическим показателям

Протокол № 30054-61/19 от 10.06.2020

№ пробы	Глубина отбора, м	Тип почвы (грунта)	pH (сол.) ед. pH	Содержание определяемых компонентов (валовое), мг/кг								
				As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	БП	НП
1до-75	**0,0-0,2**	песок	6,8	<0,20	<0,01	49	<0,050	9,2	35,5	140	1,98	3460

Ввиду отсутствия требований к уровням содержания химических веществ в донных отложениях полученные результаты носят информативный характер.

1.6 Краткая характеристика района деятельности объекта

1.6.1 Атмосфера и загрязненность атмосферного воздуха

Климат

Климат в Калининградской области переходный – от морского к умеренно-континентальному. Основными факторами, определяющими климат рассматриваемого участка Балтийского моря, являются:

- характерные особенности общей циркуляции атмосферы, обусловленные географическим положением участка;

- влияние орографии и свойств подстилающей поверхности берегов;

- тепловое воздействие морских вод.

Климатическая характеристика района проектирования приводится по материалам наблюдений на метеостанции Калининград.

В соответствии с СП 131.13330.2018 район изысканий относится к строительно-климатическому району IIБ.

В таблицах 1.6.1.1-1.6.1.3 представлены климатические параметры по данным СП 131.13330.2018 для метеостанции Калининград, за период наблюдений 1965–2015 гг.

Таблица 1.6.1.1 - Климатические параметры холодного периода года (Калининград)

Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью		0,98	-25
		0,92	-22
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью		0,98	-21
		0,92	-19
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94			-6
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С			-33
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С			4,8
Продолжительность, сут., и средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха	≤ 0 °С	продолжительность	87
		средняя температура	-1,6
	≤ 8 °С	продолжительность	188
		средняя температура	1,2
	≤ 10 °С	продолжительность	213
		средняя температура	2,1
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %			86
Средняя месячная отн. влажность воздуха в 15 ч наиболее холодного месяца, %			83
Количество осадков за ноябрь–март, мм			306
Преобладающее направление ветра за декабрь–февраль			3

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	3,6
Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 С	2,8

Таблица 1.6.1.2 - Климатические параметры теплого периода года (Калининград)

Барометрическое давление, гПа	1014
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95	22
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,98	25
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	22,2
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	37
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	9,3
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	75
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца, %	60
Количество осадков за апрель–октябрь, мм	493
Суточный максимум осадков, мм	118
Преобладающее направление ветра за июнь–август	З
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	3,6

Таблица 1.6.1.3 - Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-2,2	-1,7	1,7	6,7	12,2	15,6	17,7	17,3	12,9	8,3	3,4	-0,4	7,6

Средняя годовая температура по данным мс Калининград положительная и составляет 7,6°С. В годовом ходе средняя месячная температура воздуха колеблется от минус 2,2°С в январе до плюс 17,7°С в июле. Средние месячные отрицательные температуры сохраняются с декабря по февраль. Самым холодным зимним месяцем являются январь со среднемесячной температурой воздуха минус 2,2°С, июль является самым теплым месяцем в году со среднесуточной температурой воздуха плюс 17,7°С.

Повышение средней месячной температуры начинается с марта. Устойчивые морозы прекращаются в начале марта. В первой декаде марта наблюдается весенний переход средней суточной температуры через 0°С. Устойчивый переход средней суточной температуры через 5°С в сторону понижения происходит в ноябре, через 0°С – в декабре.

Таблица 1.6.1.4 - Абсолютный максимум температуры воздуха, °С

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
t, C^0	+12,7	+15,6	+23,0	+28,5	+32,0	+35,0	+36,3	+36,5	+32,0	+26,4	+19,4	+13,3	+36,3
год	2007	1989	1968	2012	1931	1917	1896,1994	1905,1992	1919	1966	1968	2006	1896,1994

Таблица 1.6.1.5 - Абсолютный минимум температуры воздуха, °С

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
t, C^0	-33,3	-33,3	-22,8	-7,4	-3,7	-1,3	+4,2	+1,6	-2,0	-11,2	-18,7	-25,6	-33,3
год	1942	1956	1942	1929	1900	1947	1908	1952	1996	1956	1998	1969	1942, 1956

Территория относится к зоне достаточного увлажнения. Годовое количество осадков - 828 мм. Внутри года осадки распределяются неравномерно, большая часть их приходится на теплый период (-70%). Наибольшее месячное количество осадков выпадает в августе - 96 мм, наименьшее в апреле - 37 мм. В летний период, при меньшей продолжительности осадков, увеличивается их интенсивность.

Таблица 1.6.1.6 - Среднее количество осадков по месяцам и за год, мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
66,3	52,1	46,9	37,3	52,3	77,7	87,7	96,1	79,7	81,3	78,7	71,8	827,9

В течение всего года преобладающим является западный перенос, на долю которого в сумме приходится от 40 до 50% всех ветров.

В течение всего года наибольшая скорость ветра обычно наблюдается в послеполуденные часы, а наименьшая-в ночные. Суточный ход скорости ветра наиболее резко выражен в теплый период года. Максимальное число дней с сильным ветром обычно приходится на декабрь-январь, т.е. на месяцы наибольшего развития штормовой деятельности на Балтике, минимальное - на май-август. Штормы и сильные ветры на исследуемой территории достигают большой силы. Абсолютный максимум скорости ветра в данном районе зафиксирован в декабре 1999 г. и составил 34 м/с. Однако в 50 км от площадки строительства по данным наблюдений М-2 Железнодорожный абсолютный максимум скорости ветра составил 40 м/с. Весной и летом наибольшая скорость ветра достигает 17-20 м/с.

Таблица 1.6.1.7 - Средняя скорость ветра по месяцам и за год, м/с

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
2,2	2,3	2,1	2,0	1,7	1,7	1,5	1,4	1,4	1,7	1,9	2,0	1,8

Таблица 1.6.1.8 - Наибольшие скорости ветра различной вероятности

Скорость ветра, возможная один раз за			
год	5 лет	10 лет	20 лет
22	24	25	26

Таблица 1.6.1.9 - Повторяемость направления ветра и штилей за год, июль, январь, по метеостанции Калининград (%)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	6	6	11	12	16	18	24	7	9
VII	16	8	9	11	9	11	21	15	14
Год	10	8	9	13	13	15	21	11	12

Таблица 1.6.1.10 - Многолетние метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере (Письмо №39/01-39/032-656 от 06.07.2020 г. Калининградский ЦГМС – филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС») (Приложение Е).

Наименование характеристик	**Величина**
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы А	160
Средняя максимальная температура воздуха наиболее жаркого месяца, °С	+24,4
Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца, °С	-3,3
Среднегодовая роза ветров, % С СВ В ЮВ Ю ЮЗ З СЗ Штиль	 10 8 10 13 13 15 20 11 12
Скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость, превышения которой составляет 5 %, м/с	5,0

Характеристика уровня загрязненности атмосферы

Значения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе приведены по данным Справки №39/02-39/05-651 от 01.07.2020 Калининградский ЦГМС – филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС (Приложение Е):

взвешенные вещества – 0,272 мг/м3;

диоксид серы – 0,007 мг/м3;

оксид углерода – 1,3 мг/м3;

оксид азота – 0,033 мг/м3.

диоксид азота – 0,109 мг/м3.

1.6.2 Рельеф и геологические условия района

Юго-восточная часть Балтийского моря в структурном плане принадлежит к западной части Русской платформы. На дочетвертичную поверхность, а иногда на поверхность дна к северу от Калининградского полуострова выходят породы мела. Они могут быть представлены карбонатно-кремнистыми породами, алевритистыми мергелями, глауконито-кварцевыми алевролитами и глинами. На толще верхнего мела с размывом залегают палеогеновые и четвертичные отложения. Отложения палеогена, которые также локально выходят на поверхность дна, представлены известковистыми глауконит-кварцевыми песками и алевритами, а также алевролитами с глинистым цементом и глинами с гнездами окремненных пород и желваками фосфоритов. Мощность пород палеогена составляет 20-60 м.

В геологическом разрезе выделяются два структурных этажа: нижний представлен кристаллическими породами архей-протерозойского возраста (фундамент платформы) и верхний – фанерозойский платформенный чехол, выраженный слабо дислоцированными и слабо метаморфизованными отложениями. В целом, в разрезе чехла представлены отложения всех геологических систем от кембрия до палеогена, за исключением каменноугольной. Характеризуются они относительно спокойным залеганием и полнотой стратиграфических разрезов.

В геоморфологическом плане рельеф юго-восточной части Прибалтики представляет собой поверхность ледниковой аккумуляции, сформированную последним (валдайским) оледенением. В пределах побережья ледниковый рельеф в большей или меньшей степени переработан волновой деятельностью поздне- и послеледниковых бассейнов Балтики. Волновые процессы, протекавшие здесь в разное время и на разных уровнях, привели к переработке первичного рельефа и образованию таких специфических береговых форм рельефа как береговые уступы, пересыпи, береговые валы и т. д.

Ландшафт и рельеф участка изысканий: территория изысканий представляет собой промышленный ландшафт с ярко выраженной антропогенной нагрузкой, сформирован в результате хозяйственной деятельности человека.

Гидрогеологические условия

Калининградская область расположена в центральной части Прибалтийского артезианского бассейна подземных вод, где в различных гидрогеологических этажах выявлены пресные, минеральные, термальные, а также промышленные рассолы.

Пресные воды. Основным источником пресных вод является четвертичный водоносный комплекс. На западе и, частично, на юге распространен палеогеновый водоносный комплекс с пресными водами, а на севере источником водоснабжения является верхнемеловой водоносный горизонт. Суммарные запасы

пресных вод по Калининградской области различными авторами оцениваются в пределах 300-380 тыс. м3/сут.

1.6.3 Гидрологические условия

Область имеет густую речную систему, состоящую из более чем 4610 водотоков суммарной длиной 12720 км. Большинство рек относятся к разряду малых рек с длиной от 10 до 25 - 50 км.

Только шесть рек имеют длину свыше 100 км – Неман, Шешупе, Преголя, Лава, Анграпа, Инструч.

На территории области реки впадают в Куршский и Калининградский заливы, Балтийское море.

Реки имеют смешанное питание, годовой сток распределяется в следующих пропорциях: 40 % приходится на снеговое питание, 35 % на дождевое, и 25 % на грунтовое. Весной на реках области наблюдается половодье.

Ледовый режим рек неустойчив и зависит от температурного режима, так в мягкие зимы толщина льда составляет 10-15 см, в средние - 30-40 см, а в суровые - до 65-70 см. Устойчивый ледостав может и вовсе не образовываться в аномально мягкие зимы. Часть рек являются трансграничными реками, протекая помимо Калининградской области по территории соседних государств Польши или Литвы.

В границах участка изысканий (в южной ее части) расположен водный объект – р. Преголя. Участок изысканий располагается на правом ее берегу.

По классификации рек Преголя считается средней рекой, в то время как Неман относится к большим рекам. Все реки равнинного типа, принадлежат к бассейну Балтийского моря.

Преголя – река в Калининградской области, бассейн Балтийского моря. Преголя самая длинная река, которая полностью протекает в границах Калининградской области. С многочисленными притоками она основная водная система региона.

Река Преголя с ее многочисленными притоками – основная водная система области. Общая протяженность реки – 121,96 км. Река берет начало от слияния рек Анграпа и Инструч в черте г. Черняховска и впадает в Калининградский залив. Площадь водосбора с территории области составляет 6,8 тыс. км2 , это 48 % от общей площади 14,3 тыс. км2. Норма годового стока составляет 59,7 м3 /с. Преобладающая глубина реки Преголя – 2 м, к устью увеличивается до 7 – 8 м. Скорость течения реки Преголя до рукава реки Дейма 0,4 – 0,5 м/с, после ответвления рукава скорость уменьшается до 0,1 м/с.

Питание реки Преголя смешанное. Дождевые воды составляют 40 %, грунтовые - 25 % и доля снегового питания 35 %. Средний расход воды 90 м³/с.

Половодье на реке Преголя происходит весной в марте-апреле. Наименьший уровень воды в реке (межень) наблюдается в летне-осенний период. Во время половодья река разливается, затапливая пойму. Нагоны могут приводить к наводнениям.

В пойме реки Преголя местами образовались обширные болота и озера (заболоченность 3,0%, озерность 1,0%). Есть несколько озёр-стариц, самые крупные из них - Воронье и Пустое в районе Озерков.

Шестьдесят процентов стока Преголи приходится на Калининградский залив, остальные сорок процентов через Дейму отводятся в Куршский залив.

Преголя - равнинная река, уклон 0,08 м/км, скорость течения меняется от 0,5 м/с у Черняховска до 0,1 м/с в устье.

1.6.4 Почвенные условия

Почвенный покров: на территории участка почвенный покров отсутствует.

1.6.5 Растительный покров

Растительность на участке изысканий отсутствует.

На участке изысканий растения, занесенные в Красные книги РФ и Калининградской области отсутствуют.

1.6.6 Животный мир

Во время рекогносцировочного обследования территории были встречены типичные синантропные птицы – воробей полевой, сорока, ворона серая, трясогузка белая.

На участке работ редкие, охотничьи, особо охраняемые виды животных, занесенные в Красную книгу РФ и Красную книгу Калининградской области, отсутствуют.

Рыбохозяйственная характеристика р.Преголя

Согласно справки Росрыболовства №905-1301 от 14.05.2020 г., река Преголя имеет высшую рыбохозяйственную категорию.

Рыбохозяйственная характеристика р.Преголя преведена на основании данных отчета «АтлантНИРО» по теме «Рыбохозяйственная характеристика реки Преголя», 2020, а также данные других литературных источников.

Ихтиофауна

В реке Преголя обитают 27 видов рыб отнесенных к объектам рыболовства: голавль, густера, елец, ёрш пресноводный, жерех, карась, колюшка девятииглая, колюшка трехиглая, корюшка европейская, красноперка, кумжа (форель), лещ (жилая форма), линь, лосось атлантический (семга), миноги, налим, окунь пресноводный, плотва, рыбец, сазан (жилая форма), сом пресноводный, судак (жилая форма), угорь речной, уклейка, чехонь (жилая форма), щука, язь.

Река Преголя играет важную роль в воспроизводстве большинства видов рыб обитающих в Калининградском заливе. По реке пролегают миграционные пути весенне- и осенне- нерестующих видов рыб. В весенний период в реке Преголя и водоёмах её бассейна протекает нерест таких промысловых видов рыб как лещ, судак, корюшка европейская, щука и др. Нерестилища этих видов расположены практически на всём протяжении реки. В осенне-зимний период по реке мигрируют на нерест в верховья

реки атлантический лосось, кумжа, налим. В верхнем и среднем течении реки Преголя происходит нагул молоди рыб.

Данный водный объект имеет значение для сохранения и воспроизводства водных биоресурсов. На реке Преголя активно ведётся любительское и спортивное рыболовство, промышленное рыболовство не осуществляется. Река Преголя отнесена к водным объектам рыбохозяйственного значения высшей категории.

Фитопланктон

В июле-августе продукционные параметры фитопланктона нижнего течения р. Преголя в первую очередь определяются диатомовыми водорослями (в основном Aulacoseira granulata и Melosira varians, чей вклад в суммарные показатели биомассы микроводорослей составил 12-96 %. Также значителен вклад цианобактерий (48-84 %), меньше - зеленых и криптофитовых водорослей, присутствуют динофитовые водоросли [18].

Суммарная биомасса фитоценозов в 1996-1997 гг. изменялась в широком диапазоне от 0,38 до 11,34 г/м3, в 2011 г. в конце июля-начале августа в пределах г. Калининграда характеризовалось величиной 0,83 г/м3.

Фоновое среднегодовое значение P/B-коэффициента для нижнего течения р. Преголя составляет 153,5.

Зоопланктон реки Преголя представлен более чем 100 видами и формами коловраток, веслоногих и ветвистоусых ракообразных. По результатам исследований нижнего течения р. Преголя 1996-2007 гг. зоопланктон представлен 109 видами и группами (Rotifera – 29, Copepoda – 30, Cladocera – 50). При нагоне вод из залива в летний и осенний периоды встречаются личинки многощетинковых червей, усоногих ракообразных, двустворчатых моллюсков.

Массовые виды в реке - коловратки: Asplanchna priodonta (Gosse), Brachionus calyciflorus (Pallas), B. angularis Gosse, Keratella quadrata (Miiller), веслоногие ракообразные: Acanthocyclops viridis (Jurine), Megacyclops viridis (Jurine), Eudiaptomus gracilis (Sars), ветвистоусые: Bosmina longirostris (Muller), Daphnia cucullata (Sars), Chydorus sphaericus (Miiller).

Встречаемость и количественное развитие отдельных видов обусловлены биотопическими (наличие прибрежного биотопа с водной и околоводной растительностью), гидрологическими (прежде всего нагонными явлениями) условиями и, в некоторой мере, разной степенью загрязненности участков реки. В устьевой зоне реки отмечено минимальное число видов - всего 46, в то же время здесь встречены виды, обитающие в заливе и море, например, кладоцеры Cercopagis pengoi (Ostroumov), Pleopsis polyphemoides (Leuckart), Evadne nordmani (Loven). Низкое разнообразие зоопланктона связано с экстремальными для речной фауны солеными условиями в устье, где многие пресноводные виды уже не могут обитать.

Средняя за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона в индустриальной части нижнего течения реки Преголя составляет 46,6 тыс.экз./м3 и 988,2 мг/м3 соответственно.

Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона в целом схожа. Среднемноголетние показатели численности и биомассы варьируют в диапазоне 50-130 тыс.экз./м3 и 510-960 мг/м3 соответственно. Максимальная численность зоопланктона и температура воды отмечены в июле.

Основной вклад в численность и биомассу планктона р. Преголя принадлежит веслоногим ракообразным. Доля копепод в разные месяцы составляла от 54,8 до 99,3 % от общей численности рачкового планктона. Ветвистоусые ракообразные массово развивались только в летний период, достигая максимума своей численности и биомассы в августе. Высокие количественные показатели веслоногих ракообразных в осенний период происходят за счет поступления в реку из залива рачков Eurytemora affinis и Acartia spp. Осенью возрастает частота и интенсивность нагонов воды из залива в реку, при этом рачки, массово обитающие в заливе, проникают в нижнее течение р. Преголя.

Средний многолетний P/B-коэффициент за вегетационный сезон в медиали р. Старая Преголя составил 8 и 6 для мирного и хищного зоопланктона соответственно, в р. Новая Преголя – 14 и 7 для мирного и хищного зоопланктона соответственно.

Зообентос

В зообентосе реки Преголя обнаружено более 136 видов донных беспозвоночных. Большинство гидробионтов, обитающих в реке, - пресноводные, транспалеарктические или трансголарктические, есть амфиатлантические, европейские, а также космополитные виды. Облик донной фауны характерен для пресных водоемов умеренной зоны северного полушария. Отмечен незначительный процент чужеродных видов - в основном представителей понтокаспийского фаунистического комплекса, наибольшее значение из которых имеет двустворчатый моллюск Dreissena polymorpha.

Основу численности зообентоса на протяжении реки создают олигохеты, по биомассе преобладают моллюски, преимущественно рода Unio, Dreissena, Viviparus. На отдельных участках реки доминируют личинки комаров-звонцов (Chironomidae), ракообразные, личинки поденок (Ephemeroptera) и стрекоз (Odonata), пиявки (Hirudinea).

На участке реки от слияния рукавов Старой и Новой Преголи до городской нефтебазы крайне бедный по видовому составу. Здесь преобладают 1-2 вида олигохет-тубифицид (Tubifex tubifex, Limnodrilus hoffmeisteri), встречаются личинки мух, на некоторых станциях присутствуют личинки Chironomus plumosus.

С 1995 по 2002 гг. количественные показатели макрозообентоса возрастают. С 1998 г. наблюдается достоверный рост средней биомассы и численности донных животных в самой загрязненной части русла реки с 0,34 г/м2 и 60 экз./м2 в 1995 г. до 6,13 г/м2 и 3759 экз./м2 в 2000 г.

1.6.7 Зоны с особыми условиями использования

Особо охраняемые природные территории (ООПТ)

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) - места размещения природных комплексов и объектов, имеющих особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, полностью или частично изъятые из хозяйственного использования и подчиняющиеся особому режиму природопользования.

Согласно карте с указанием границ ООПТ (действующих и перспективных; федерального, регионального и местного значения), размещенной на сайте информационно-аналитической системы «Особо охраняемые природные территории России» (ИАС «ООПТ РФ») (http://oopt.aari.ru), а также информации, размещенной на сайте Минприроды России в разделе деятельность (вкладка ООПТ) и справке Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 05-12-32/5143 от 20.02.2018, исследуемый земельный участок располагается вне границ особо охраняемых природных территорий федерального, регионального и местного значения, а также их охранных зон.

Ближайшая ООПТ – действующий национальный парк федерального значения «Куршская коса», расположена на расстоянии около 28 км к северу от участка.

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) на территории участка изысканий отсутствуют ООПТ местного значения, в том числе проектируемые и перспективные.

Расположение ближайших ООПТ относительно изыскиваемой территории обозначено на Ситуационном плане 75-20-ИЭИ.ГЧ01 (Графические приложения).

Объекты культурного наследия

В соответствии с Федеральным законом № 73-ФЗ к объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов РФ относятся объекты недвижимого имущества со связанными с ними произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры.

Согласно информации Минкультуры России №7700-12-02 от 09.06.2020 г. объекты культурного наследия, включенные в перечень отдельных объектов культурного наследия федерального значения, полномочия по государственной охране которых осуществляются Минкультуры России, и их зоны охраны на участке проведения работ отсутствуют.

Согласно информации, предоставленной Службой государственной охраны объектов культурного наследия Калининградской области (справка № окн-1723 от 08.06.2020 г.), а также информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) в границах земельного участка, а также в полосе акватории шириной 20 м вдоль южной границы земельного участка, объекты культурного наследия включенные в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ, выявленные ОКН, обладающие признаками объектов культурного наследия (в том числе археологического), отсутствуют. Земельный участок расположен вне зон охраны и защитных зон ОКН.

Полезные ископаемые

Для участков, на которых ведутся работы по объектам капитального строительства, находящимся в границах населенных пунктов получение заключения об отсутствии полезных ископаемых в недрах Законом РФ «О недрах» не предусмотрено (Справка № 01-13-06/5953 от 22.10.2018 г.).

Для участков, на которых ведутся работы по реконструкции и капитальному ремонту объектов строительства без увеличения площади застройки, находящихся в пределах охранной зоны (полосы отвода) ранее построенного объекта получение заключения об отсутствии полезных ископаемых в недрах Законом РФ «О недрах» не предусмотрено (Справка № 01-13-31/86 от 11.01.2018 г.).

Согласно Заключению №283 Ш в полосе акватории 20 м полезные ископаемые в недрах под участком застройки, а также запасы полезных ископаемых, которые расположены в границах недр отсутствуют.

В соответствии с письмом Калининградского филиала ФБУ «ТФГИ» по Северо-Западному федеральному округу №01-3/168 от 16.06.2020 г. месторождения полезных ископаемых, а также источники водоснабжения, учтенные Государственным и территориальным балансами запасов полезных ископаемых и Государственным кадастром месторождений и проявлений полезных ископаемых, отсутствуют.

Скотомогильники

Согласно справке Министерства сельского хозяйства Калининградской области (№ МСХ-3435 от 13.05.2020 г.) в пределах участка работ и прилегающей зоне по 1000 м в каждую сторону от объекта изысканий скотомогильников, мест захоронения сибиреязвенных животных и биотермических ям не имеется.

Санитарно-защитные зоны

По данным Министерства по культуре и туризму Калининградской области и Администрации МО Объект располагается на территории морского порта (Калининградский филиал ФГУП «Росморпорт»). Предприятие ООО «Союз-ТТМ» располагается к северу через наб. Правая.

В соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. В редакции от 25.04.2014 г.»

производственная площадка ООО «Союз-ТТМ» относится к предприятиям III класса с размером ориентировочной СЗЗ 300 м, как «Предприятие по производству растительных масел».

Объект располагается в СЗЗ предприятия ОО «Союз-ТТМ».

СЗЗ промышленных объектов нанесены на Ситуационный план в Графических приложениях (75-20-ИЭИ-ГЧ01).

Источники хозяйственно-питьевого водоснабжения, зоны санитарной охраны

Согласно справки Водоканала №200-16-12557/11-0-1 от 23.11.2018 г., в районе расположения объекта изысканий водозаборы подземных и поверхностных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения отсутствуют. В зоны санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения данный объект не попадает.

В соответствии с письмом Калининградского филиала ФБУ «ТФГИ» по Северо-Западному федеральному округу №01-3/168 от 16.06.2020 г. месторождения полезных ископаемых, а также источники водоснабжения, учтенные Государственным и территориальным балансами запасов полезных ископаемых и Государственным кадастром месторождений и проявлений полезных ископаемых, отсутствуют.

Вблизи участка изысканий (100 м) расположены буровые на воду скважины №№4060, 4064,б/н – водозабор предприятия ООО «Союз-ТТМ».

Добыча подземных вод из окско-днепровского и палеогенового водоносного горизонтов для хозяйственно-питьевого и технологического обеспечения водой предприятия, осуществляется на основании лицензии КЛГ 02183 ВЭ.

Лицензионные участки недр имеют статус горных отводов, совпадающих с зоной санитарной охраны I пояса трех скважин №№4060, 4064,б/н, радиусом 15 м каждая.

Предприятие	Номер лицен-зии	Номера скважин	Координаты скважин (участка)	Зоны сан.охраны, м		
				I пояс	II пояс	III пояс
1	2	3	4	5	6	7
ООО «Союз-ТТМ»	**КЛГ 02183 ВЭ**	б/н 4060 4064	54°42'22" 20°29'00" в.д 54°42'22" 20°29'01" в.д 54°42'20" 20°29'01" в.д горный отвод – I пояс ЗСО	30х30 30х30 30х30	78х80 70х84 128х148	420х738 584х787 340х1544

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) на участке изысканий отсутствуют источники питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, участок изысканий расположен в III поясе зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения (индекс зоны Н-3.1).

На земельном участке с кадастровым номером 39:15:11 1603:166 расположены две скважины, являющихся источниками водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.

Прилегающая территория расположена в границах зон с особыми условиями использования территории:

- Н-2 «Зона санитарной охраны источников водоснабжения I пояса»;

- Н-3 «Зона санитарной охраны источников водоснабжения II пояса»;

- Н-3.1 «Зона санитарной охраны источников водоснабжения III пояса».

В связи с тем, что участок изысканий расположен в III поясе ЗСО в проекте необходимо предусмотреть мероприятия и режим хозяйственного использования территории в соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

Расстояние до ближайшего водозабора поверхностных источников водоснабжения города составляет более 3 км.

Согласно информации, предоставленной Водоканалом (справка №5494 от 05.06.2020 г.) на рассматриваемом участке отсутствуют поверхностные и подземные источники питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения эксплуатируемые ГП КО «Водоканал», а также установленные зоны санитарной охраны водоисточников.

Ближайшие подземные источники питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжении от участка изысканий находятся в п. Совхозное г.Калининград. Водозабор состоит из 2-х артезианских скважин №1834а, №18334 (наблюдательная скважина) и расположен в пределах земельного участка с кадастровым номером 39:15:110404:20.

Расстояние от участка производства работ до водозабора п. Совхозное составляет порядка 5,72 км.

Согласно справки Роспотребнадзора №39-00-08/19-3180-2020 от 04.06.2020 г. на участке изысканий отсутствуют поверхностные источники питьевого водоснабжении.

В соответствии с санитарно-эпидемиологическим заключением №39.КС.12.000.Т.000299.08.18 от 23.08.2018 г. на проект зоны санитарной охраны подземных источников водоснабжения ООО «Союз-ТТМ», водозабор состоит из двух рабочих скважин (№№ 4060, 4064), расположенных на территории предприятия, имеется наблюдательная скважина б/н.

Граница первого пояса ЗСО для каждой скважины №№ 4060, 4064 определена радиусом 12,0 м.

Размер ЗСО второго пояса для скважины № 4060 в виде окружности радиусом 68 м;

Размер ЗСО второго пояса для скважины № 4064в виде окружности радиусом 101 м;

Размер ЗСО третьего пояса для скважины № 4060 в виде окружности радиусом 462 м;

Размер ЗСО второго пояса для скважины № 4064 в виде окружности радиусом 682 м.

Участок изысканий частично расположен во 2-м поясе ЗСО скважины №4064, и в 3-м поясе скважин №№4060,4064.

В связи с тем, что участок изысканий расположен в пределах зон санитарной охраны подземного источника водоснабжения, в проекте необходимо предусмотреть специальные мероприятия, предусмотренные СанПиН 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения (взамен СанПиН 2.1.4.027-95).

На территории II и III пояса ЗСО не допускаются (запрещаются):

- Выявление, тампонирование или восстановление всех старых, бездействующих, дефектных или неправильно эксплуатируемых скважин, представляющих опасность в части возможности загрязнения водоносных горизонтов.

- Бурение новых скважин и новое строительство, связанное с нарушением почвенного покрова, производится при обязательном согласовании с центром государственного санитарно - эпидемиологического надзора.

- Запрещение закачки отработанных вод в подземные горизонты, подземного складирования твердых отходов и разработки недр земли.

- Запрещение размещения складов горюче - смазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей промстоков, шламохранилищ и других объектов, обусловливающих опасность химического загрязнения подземных вод.

Размещение таких объектов допускается в пределах третьего пояса ЗСО только при использовании защищенных подземных вод при условии выполнения специальных мероприятий по защите водоносного горизонта от загрязнения при наличии санитарно - эпидемиологического заключения центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, выданного с учетом заключения органов геологического контроля.

Кроме мероприятий, указанных выше, в пределах второго пояса ЗСО подземных источников водоснабжения подлежат выполнению следующие дополнительные мероприятия:

Не допускается:

- размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, навозохранилищ, силосных траншей животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, обусловливающих опасность микробного загрязнения подземных вод

- применение удобрений и ядохимикатов

- рубка леса главного пользования и реконструкции

Соответствующие справки представлены в Приложении Д (Текстовые приложения) Том 75-20-ИЭИ.ТЧ.

Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы

Участок изысканий расположен водный объект - р. Преголя.

В таблицах 1.6.7.1 представлена выписка из Государственного водного реестра (справка отдела водных ресурсов по Калининградской области № Р7-12-308 от 15.05.2020):

Таблица 1.6.7.1 Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы водных объектов (форма 2.13-гвр)

Наименование водного объекта	Код водного объекта	Параметры к назначению размеров водоохранных зон и прибрежных защитных полос (протяженность, площадь акватории)	Параметры,м		Особые отметки
			водоохранной зоны	прибрежной защитной полосы	
1	2	3	4	5	6
01 - Балтийский бассейновый округ					
01.01 - Неман и реки бассейна Балтийского моря (российская часть в Калининградской обл.)					
01.01.00.002 - Преголя					
ПРЕГОЛЯ	01010000212 10430000987 3	Протяженность водного объекта 121.96 км	200	40	Сведения внесены в соответствии с материалами проекта ГК №01352000005150005 07 от 07.07.2015 г. Установление границ водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы реки Преголя Калининградской области. Сведения водных объектов р. Старая Преголя, р. Новая Преголя не выделены отдельно.

Участок изысканий расположен в границах водоохраной зоны, прибрежной защитной полосе и береговой полосе р.Преголя.

Согласно п. 15 статьи 65 Водного Кодекса РФ, вступившего в силу с 01.01.2007 г., в границах водоохранных зон запрещаются:

1) использование сточных вод в целях регулирования плодородия почв;

2) размещение кладбищ, скотомогильников, объектов размещения отходов производства и потребления, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ, пунктов захоронения радиоактивных отходов;

3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредными организмами;

4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;

5) размещение автозаправочных станций, складов горюче-смазочных материалов (за исключением случаев, если автозаправочные станции, склады горюче-смазочных материалов размещены на территориях портов, судостроительных и судоремонтных организаций, инфраструктуры внутренних водных путей при условии соблюдения требований законодательства в области охраны окружающей среды и настоящего Кодекса), станций технического обслуживания, используемых для технического осмотра и ремонта транспортных средств, осуществление мойки транспортных средств;

6) размещение специализированных хранилищ пестицидов и агрохимикатов, применение пестицидов и агрохимикатов;

7) сброс сточных, в том числе дренажных, вод;

8) разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых (за исключением случаев, если разведка и добыча общераспространенных полезных ископаемых осуществляются пользователями недр, осуществляющими разведку и добычу иных видов полезных ископаемых, в границах предоставленных им в соответствии с законодательством Российской Федерации о недрах горных отводов и (или) геологических отводов на основании утвержденного технического проекта в соответствии со статьей 19_1 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 года N 2395-I "О недрах").

В границах водоохранных зон допускаются проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

В проекте «Оценка воздействия на окружающую среду» необходимо предусмотреть мероприятия по минимизации воздействия на водный объект.

Согласно справки Росрыболовства №905-1301 от 14.05.2020 г. река Преголя имеет высшую рыбохозяйственную категорию.

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) рассматриваемая территория проектирования полностью расположена в зоне затопления паводковыми водами 1% обеспеченности. В границах зон затопления, подтопления запрещается строительство объектов капитального строительства без проведения специальных защитных мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод в границах зон затопления, подтопления.

Расположение участка изысканий относительно водных объектов отображено на Ситуационном плане в Графических приложениях (75-20-ИЭИ-ГЧ01).

Земли лесного фонда, зеленые зоны

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) на участке изысканий отсутствуют леса, расположенные на землях лесного фонда, в том числе защитные леса, резервные леса, особо защитные участки леса; зеленые насаждения общего пользования; городские леса, лесопарковые зоны, зеленые зоны; лесопарковый зеленый пояс; защитные участки лесов, расположенные на землях иных категорий.

Кладбища

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) на участке изысканий отсутствуют общественные кладбища городского округа «Город Калининград», а также муниципальные сооружения похоронного назначения и их санитарно-защитные зоны.

Расстояние до ближайшего кладбища отображено на Ситуационном плане в Графических приложениях (75-20-ИЭИ-ГЧ01).

Приаэродромные территории

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) в границах городского округа «Город Калининград» расположен аэродром государственной авиации Чкаловск. Вся территория городского округа «Город Калининград» находится в границе приаэродромной территории данного аэродрома.

Лечебно-оздоровительные местности

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) на территории участка изысканий отсутствуют территории лечебно-оздоровительной местности, курорты, рекреационные зоны и горно-санитарные охраны.

Свалки

Согласно информации Администрации городского округа «город Калининград» (справка № И-КТРиС-4029 от 09.06.2020) на территории участка изысканий полигоны ТБО (ТКО), существующие или захороненные свалки отсутствуют.

2. Результаты оценки воздействия на окружающую среду

2.1 Результаты оценки воздействия на атмосферный воздух

Основными задачами оценки воздействия на атмосферный воздух являются:

- определение наличия и расположения источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их параметров;
- определение степени влияния выбросов загрязняющих веществ на загрязнение атмосферы на территории нормируемых объектов;
- при наличии выбросов загрязняющих веществ – разработка комплекса мероприятий по сокращению выбросов загрязняющих веществ и разработка предложений по нормативам предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для источников загрязнения атмосферного воздуха.

2.1.1 Источники выбросов загрязняющих веществ

При осуществлении деятельности, необходимо использование машин и механизмов, являющихся источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Режим работы предприятия – круглосуточно, круглогодично. Двухсменный по 12 часов. Разгрузка танкера занимает до 12 часов 1-2 раза в месяц.

Стоянка техники на территории объекта отсутствует.

Ближайшая жилая застройка расположена в восточном направлении на расстоянии 580 м от границы причала (жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36).

Согласно исходным данным, технологический процесс перевалки наливных грузов (растительных масел) состоит из операций:

- Швартовка наливного судна у причала;
- Проведение процедур пограничного и таможенного оформления груза;
- Работа сюрвейерской компании по определению количества груза;
- Согласование порядка проведения грузовых операций;
- Приведение в готовность инфраструктуры масляного терминала и трубопроводов;
- Подключение к судовым манифольдам;
- Перекачка растительных масел из емкостей судна в масляный терминал, с обеспечением разделения по видам масел, поддерживанием необходимых температур и давления;
- Продувка трубопроводов и шлангов чистым азотом под давлением в емкость терминала;
- Отсоединение технического оборудования причала от манифольдов судна;
- Оформление процедур отхода судна компетентными органами РФ;
- Отшвартовка судна от причала.

Швартовка (отшвартовка), а также маневренные операции на акватории осуществляться с помощью буксиров-кантовщиков, предоставляемых калининградским ФГУП – «Балтийское БАСУ». Таким образом, приходящие танкеры не используют свои ходовые двигатели при швартовке и маневрировании, и, следовательно, не являются источниками воздействия на атмосферный воздух. Выбросы от буксиров-кантовщиков также не следует учитывать, поскольку они учтены в воздействии на атмосферный воздух от деятельности ФГУП – «Балтийское БАСУ».

Перегрузка масел с судна производится с помощью специальных шлангов, предназначенных для перегрузки пищевых (жидких) продуктов. Подсоединение и отсоединение шлангов к судовым манифолдам производится персоналом ООО «Союз-ТТМ». На причале размещена краноманипуляторная установка EFFER-155.00 4S ПС для обеспечения соединения трубопроводов наливного судна (танкера) со специальными трубопроводами, ведущими к перерабатывающему предприятию. Краноманипуляторная установка EFER-155.00 4S ПС имеет гидравлический привод и не является источником воздействия на атмосферный воздух.

Перекачка масел длится 12 ч. Перегрузка масел с танкеров и транспортировка их в резервуарный парк хранения масел производится насосами, установленными на судне. На судне установлены три центробежных насоса, производительностью 350 м3/час каждый, напором не менее 10 Бар. Насосы для перекачки масла находятся на судне-танкере и приводятся в движение от электродвигателей, которые запитаны от бортовой электросети танкера. Поскольку во время разгрузки танкер стоит у причальной стенки, то электроснабжение самого судна производится от стояночного дизель-генератора.

Выхлопная труба стояночного дизель-генератора выходит из корпуса судна и на выходе выхлопной системы установлен глушитель шума. Высота трубы 10м, диаметр 301мм **(ИЗА 0001).**

Для танкеров предусмотрена установка вспомогательных (стояночных) дизель-генераторов общей мощностью 600 кВт. Для расчета валовых выбросов от дизель-генератора рассмотрен типовой дизель-генератор фирмы «Wärtsilä» 4L20 (паспорт представлен в Приложении К).

Согласно техническим данным (пп.3.1 п.3 Проектного руководства в Приложении К), двигатель при работе в качестве вспомогательного (стояночного) имеет следующие характеристики:

-мощность 740кВт

-удельный расход топлива при 100% нагрузке 194 г/кВт*ч

-расход топлива 0,78м3/час

-температура отходящих газов 50-70^{0}С (в расчетах используется 60^{0}С)

-скорость выхода ГВС- 35м/с

Согласно исходным данным, перекачка масел с 1 танкера длится 11 часов. Максимальное количество танкеров в год (2018г)- 15 единиц.

Следовательно годовой расход топлива составит:

0,78м3/час*11час=8,58м3 (разгрузка 1 танкера)

8,58м3*15 танкеров/год= 128,7 м3/год

Плотность судового дизельного топлива составляет 0,89кг/м3. Таким образом за год расходуется: 128,7м3/год*0,89кг/м3=114,543 кг/год= 0,1145т/год.

Расчет выделений загрязняющих веществ от работы стояночных дизель-генераторов выполнен в соответствии с «Методикой расчета выделений загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок. СПб, 2001» и приведен в Приложении К.

Помимо стояночного дизель-генератора на объекте выявлены следующие источники загрязнения атмосферного воздуха:

- грузовой автомобиль (ассенизационная машина, мощность двигателя 215кВт, работает 1р/месяц) **(ИЗА 6001)**

-легковой автомобиль таможенной службы (приезжает 2р/месяц при швартовке танкера, Лада Приора 2,0л) **(ИЗА 6002)**

Расчет выделений загрязняющих веществ от работы двигателей автотранспорта для источников 6001 и 6002 выполнен в программе «АТП-Эколог» фирмы Интеграл и приведен в Приложении К

2.1.2 Оценка степени воздействия на атмосферный воздух

Всего на предприятии определено 3 источника загрязнения атмосферного воздуха, из которых: 1-организованный точечный (ИЗА 0001), 2- неорганизованных (площадных) (ИЗА 6001 и 6002).

Расчет валовых выбросов приведен в Приложении К.

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу в период работы предприятия, приведен в 2.1.2.1

Таблица 2.1.2.1

Код	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК			суммарный выброс	
			Тип	Спр. значение	Исп. в расч.	г/с	т/год
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	3	ПДК м/р	0,2	0,2	0,5525519	0,00128317
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	3	ПДК м/р	0,4	0,4	0,0897897	0,00020853
328	Углерод (Сажа)	3	ПДК м/р	0,15	0,15	0,0205576	0,000049172
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	3	ПДК м/р	0,5	0,5	0,2877814	0,000687153
337	Углерод оксид	4	ПДК м/р	5	5	0,5448007	0,0012635
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	1	ПДК с/с	0,000001	0,000001	0,0000006	1,4885E-09
1325	Формальдегид	2	ПДК М/р	0,050	0,050	0,0059611	0,0000131
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	4	ПДК м/р	5	5	0,0000075	5,1E-07
2732	Керосин	0	ОБУВ	1,2	1,2	0,1410171	0,00032733

Всего веществ (9)	***1,6424676***	***0,003832***
Твердых (2)	***0,0205582***	***4,92E-05***
жидких/газообразных (7)	***1,6219094***	***0,003783***

Загрязняющие вещества, попадающие в атмосферный воздух, принадлежат следующим классам опасности: I- 1 вещество, II- 1 вещество, III - 4 вещества, IV – 2 вещества, 0 - 1 вещество.

Валовый выброс загрязняющих веществ составит **0,003832 т/год**.

Метеорологические характеристики для проведения расчетов рассеивания приведены в Приложении Е, и таблице 2.1.2.2

Таблица 2.1.2.2. Метеорологические характеристики

Номер п/п	Наименование	Величина
1	Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А	160
2	Коэффициент рельефа местности	1
3	Средняя максимальная температура воздуха (С0) наиболее жаркого месяца (июля)	24,4
4	Средняя температура воздуха (С0) наиболее холодного месяца (января)	-3,3
5	Скорость ветра, повторяемость превышений которой составляет 5%, м/с	5

Значения фоновых концентраций приведены в приложении Е.

Ситуационный план с указанием расчетных точек определения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере и источника загрязняющих веществ приведен в Приложении Л.

Координаты расчетных точек на период производства работ приведены в таблице 2.1.2.4

Таблица 2.1.2.3 Расчетные площадки

№	Тип	Полное описание площадки				Ширина, (м)	Шаг, (м)		Высота, (м)
		Координаты середины 1-й стороны (м)		Координаты середины 2-й стороны (м)					
		X	Y	X	Y		X	Y	
1	Полное описание	-3191836,7929	2818741,0152	-3191836,7929	2817541,0152	1500	50	50	2

Таблица 2.1.2.4 Расчетные точки

Код	Координаты (м)		Высота (м)	Тип точки	Комментарий
	X	Y			
1	-3191373,0138	2818204,6271	2,00	на границе жилой зоны	Жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36
2	-3191569,7095	2818273,7645	2,00	на границе охранной зоны	Зона массового отдыха Парк Победы
3	-3191932,7442	2817684,1158	2,00	на границе СЗЗ	СЗЗ предприятия ООО «Союз-ТТМ»

Результаты расчета рассеивания загрязняющих веществ приведены в приложении Л.

Анализ результатов расчетов рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу

Расчет рассеивания загрязняющих веществ проводился программой «УПРЗА Эколог 4.60» фирмы «Интеграл» на основании валовых выбросов, рассчитанных в программе «АТП-Эколог» и методических рекомендаций.

Значения максимальных расчетных концентраций загрязняющих веществ в расчетных точках (доли ПДК м.р., ПДК с.сут или ОБУВ) по результатам расчета рассеивания представлены в таблицах 2.1.2.5. и 2.1.2.6

Таблица 2.1.2.5. Расчет рассеивания без учета фона.

Вещество		РТ1	РТ2	РТ3
код	наименование			
1	2	3	4	5
0301	Азота диоксид	0,14	0,18	0,32
0304	Азота оксид	0,01	0,01	0,03
0328	Углерод (сажа)	0,00688	0,00882	0,02
0330	Сера диоксид	0,03	0,01	0,07
0337	Углерод оксид	0,00547	0,00701	0,01
1325	Формальдегид	0,00598	0,00768	0,01
2704	Бензин	Менее 0,001		
2732	Керосин	0,0059	0,00757	0,01
6204	Группа неполной суммации с коэффициентом "1,6": Азота диоксид, серы диоксид	0,1	0,13	0,24

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в расчетных точках на границе жилой зоны и границе СЗЗ не превысят 0,1 ПДК, и в расчетной точке на границе зоны рекреации (Парк Победы) не превысят 0,08 ПДК (за исключением вещества азота диоксид), что на основании п. 2.4 «Методического пособия по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» (СПб, 2012 г.) не требует учета фона и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к проектируемым объектам.

Для вещества азота диоксид произведен повторный расчет рассеивания с учетом фоновых концентраций. По результатам расчета, значения максимальных приземных концентраций данного вещества в расчетных точках на границе жилой зоны и границе СЗЗ не превысят 1 ПДК и в расчетной точке на границе рекреационной зоны не превысят 0,8 ПДК (таблица 2.1.2.6).

Таблица 2.1.2.6. Расчет рассеивания с учетом фона.

Вещество		РТ1	РТ2	РТ3
код	наименование			
1	2	3	4	5
0301	Азота диоксид	0,68	0,72	0,87
6204	Группа неполной суммации с коэффициентом "1,6": Азота диоксид, серы диоксид	0,45	0,48	0,59

Результаты расчетов и карты рассеивания веществ в приземном слое атмосферы приведены в Приложении Л.

Следует отметить, что программа УПРЗА “Эколог” производит расчет для неблагоприятных метеоусловий. Однако подобные метеорологические условия возникают редко и продолжаются недолго. Поэтому реальная обстановка, за исключением весьма редких случаев, будет более благоприятна для окружающей среды, по сравнению с расчетной.

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что:

- максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в расчетных точках на границе зоны рекреации по всем веществам и группам суммации (за исключением вещества Азота диоксид) не превысят 0,08 ПДК для зон рекреации без учета фоновых концентраций.

-максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в расчетных точках на границе жилой зоны и границе СЗЗ по всем веществам и группам суммации (за исключением вещества Азота диоксид) не превысят 0,1 ПДК без учета фоновых концентраций.

Для вещества Азота диоксид, максимальные приземные концентрации в расчетных точках на границе жилых территорий и СЗЗ не превысят 1ПДК с учетом фоновых концентраций для жилых территорий и в расчетных точках на границе зоны рекреации 0,8 ПДК с учетом фоновых концентраций для рекреационных территорий.

Расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период проведения работ по перекачке масел на причале, рассчитанных в программе «Эколог» (версия 4.60) показали, что санитарные нормы по всем нормируемым веществам на границе нормируемых территорий соблюдены.

Производимая деятельность не оказывает негативное воздействие на атмосферный воздух. Степень воздействия деятельности объекта на атмосферный воздух носит допустимый характер.

2.2 Результаты оценки воздействия на поверхностные и подземные воды

Основными задачами оценки воздействия на поверхностные и подземные воды:

- определение режима водопотребления и водоотведения;
- определение количества и состава сточных вод, образующихся в результате деятельности, режима их отведения и места сбора;
- оценка основных технических решений по охране и рациональному использованию водных ресурсов.

2.2.1 Источники воздействия на поверхностные и подземные воды

Водоснабжение

Хозяйственная деятельность ООО «Союз-ТТМ» предусматривает необходимость осуществления водоснабжения.

Расход воды питьевого качества составляет:

0,53 м^3/сут (0,094 м^3/год) в том числе:

- полив территории – 0,4 ^{3}/сут (0,048 тыс. м^3/год);

- биотуалет с умывальником – 0,13 м^3/сут (0,046 тыс.м ^{3}/год).

На площадке хозяйственно-питьевого водопровода не предусмотрено. Полив территории причала и обслуживание биотуалета с умывальником производится спецтрансопртом.

Персона пользуется бытовыми помещениями и комнатой для приема пищи, расположенными на территории производственного комплекса.

Канализация бытовая

Общий объем бытовых стоков, согласно водного баланса, составляет:

4,33 м^3/сут (0,066 тыс.м^3/год)

В том числе:

- биотуалет с умывальником – 0,13 м^3/сут - спецтранспортом увозятся на городские очистные сооружения;

- бытовые стоки с судов – 4,2 м^3/сут – сдаются на судно сборщик и отвозятся по сети порта на очистные сооружения.

Бытовая канализация в районе расположения причала отсутсвует. Отвод бытовых стоков от туалетов в здании КПП решен путем установки биотуалетной кабины типа «Стандарт».

Канализация дождевая

Общий объем дождевых стоков составляет:

114,83 м^3/сут (2,76 тыс.м^3/год) в том числе:

- загрязненные дождевые стоки – 52,48 м^3/сут;

- незагрязненные дождевые стоки – 62,35 м^3/сут.

Водоотвод с поверхности покрытий площадки предусматривается в городской коллектор ливневой канализации через очистные сооружения поверхностного стока Векса-2 (приложение Г).

Исходная концентрация дождевого стока по данным ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва 2006г., с учетом эксплуатации причала (единичный проезд пожарных машин) составляет: нефтепродукты – 3 мг/л, взвешенные вещества – 100 мг/л.

Дождевой сток с территории технологической площадки, где производится отгрузка масел подлежит очистке в полном объеме (100%). Дождевой сток с остальной территории существующего причала исходя из технологии и в соответствии с рекомендациями ФГУП «НИИ ВОДГЕО», подлежит очистке в объеме 70% годового стока.

2.2.2 Оценка степени воздействия на поверхностные и подземные воды

Влияние работы пирса на водные организмы будет включать:

- гидродинамическое воздействие винтов судна;

- разлив перегружаемых масел и как следствие химическое загрязнение вод, ухудшение условий аэрации водной толщи в случае аварийных ситуаций.

Гидродинамическое воздействие винтов судна приводит к гибели планктонных организмов. Однако, данный вид воздействия локален и не приводит к падению продуктивности и нарушению структуры сообществ водных организмов.

В ходе штатной работы пирса не предполагается разлив масел на прилегающую акваторию, однако он возможен при возникновении аварийных ситуаций.

Влиянию нефтяных разливов на гидробионты посвящено достаточно большое количество работ, в то время как воздействие разливов растительных масел не изучено. В связи с этим оценка влияния разливов масел на гидробионты носит ориентировочный характер.

Растительные масла представляют собой смесь триглицеридов жирных кислот и сопутствующих им веществ. Характеристики масел представлены в таблице 2.2.2.1.

Таблица 2.2.2.1 – Характеристики растительных масел

Груз	Плотность, кг/м^3	Консистенция при 20°С	Температура застывания	Температура плавления, °С
Кокосовое масло	920-938	Мазеобразное	14-25	20-28
Пальмовое масло	921-925	Мазеобразное	19-24	25-30
Пальмовый стеарин	890-915	Мазеобразное	38-42	48-52
Соевое масло	922-934	Жидкое	От -15 до -18	-

Растительные масла практически нерастворимы в воде. Таким образом, при разливе растительные масла будут скапливаться на поверхности воды, и в зависимости от окружающей температуры и типа масла образовывать масляную пленку или находиться в мазеобразном состоянии.

Поверхностная пленка масел задерживает диффузию газов из атмосферы в воду и нарушает газовый обмен водоема, создавая дефицит кислорода.

Маслянистые вещества, покрывая поверхность жабр тонкой пленкой, нарушают газообмен и приводят к асфиксии рыб. Однако, ихтиофауна наименее подвержена влиянию последствий разлива масел в связи с высокой степенью подвижности и способностью уйти из загрязненного участка акватории.

Динамичность среды (течение) и физические свойства масел препятствуют оседанию масел на дно и оказанию негативного влияния на донные организмы.

Перемешивание вод и создание водно-масляной эмульсии в приповерхностном слое воды может негативно отразиться на функционировании организмов фито- и зоопланктона.

Разлитые масла в жидкой консистенции могут представлять опасность для водоплавающих птиц. Покрывая перья масляной пленкой масла нарушают теплообмен организма птиц, что приводит к их переохлаждению.

2.3 Результаты оценки воздействия отходов производства и потребления

Основными задачами оценки воздействия отходов производства и потребления являются:

- определение источников образования отходов;
- определение количества и состава образующихся отходов;
- определение способов обращения с образующимися отходами.

2.3.1 Источники образования отходов

В настоящем разделе определены виды и количество отходов, которые образуются при эксплуатации объекта, описана технология их образования, определены условия размещения отходов.

Постановлением правительства РФ от 16.06.2000г. №461 «О правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам – природопользователям, органами министерства экологии и природных ресурсов РФ и другими специально уполномоченными органами устанавливаются нормативные объемы размещения отходов.

Данный проект разработан в соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002г., Законом РФ «Об отходах производства и потребления» №89-ФЗ от 24.06.98г., «Временными правилами охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в РФ» утвержденными Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ от 15.06.94 г.

Работа выполнена в соответствии с существующей нормативной документацией и действующими методиками, и инструкциями.

При осуществлении деятельности, необходимость использования машин и механизмов отсутствует. Места постоянного пребывания рабочих предусмотрены. Постоянно на территории объекта находится 1 охранник, при разгрузке танкера задействован оператор крана0-манипулятора и мастер (1-2 раза в месяц). На территории объекта расположен 1 биотуалет. Вывоз бытовых отходов осуществляется по договору со специализированной организацией. Производственные и иные процессы, являющиеся источниками образования отходов производства и потребления, отсутствуют.

Площадь участка в границе землеотвода: 0,16 га.

Плотность застройки 55%.

Среднегодовая численность рабочих для выполнения работ составляет 3 человека.

Режим работы объекта круглосуточно, круглогодично, двухсменный по 12 часов.

Временное накопление образовавшихся отходов на территории объекта предусмотрено только для бытовых отходов. По мере накопления бытовых отходов в помещении охраны, непосредственно контейнер передается для дальнейшего обращения на территорию ООО «Союз-ТТМ». Прочие отходы передаются на территорию ООО «Союз-ТТМ» по мере образования на объекте (причале).

Отходы на причале образуются в процессе следующих видов работ:

- в результате процессов жизнедеятельности работников и эксплуатации объекта;
- в результате уборки территории;
- в результате очистки прилегающей акватории от наплавного мусора;
- в результате замены световых элементов.

Расчет проведен на основании нормативно-методических документов:

- «Справочные таблицы весов строительных материалов». Под ред. Е.В. Марков, Н.Д. Светлаков, Издательство литературы по строительству, М., 1971г.

Таблица 2.3.1.1 Отходы, представленные при проведении ремонтных работ

№ п/п	Наименование образующихся строительных отходов	Код (по федеральному классификационному каталогу отходов)	Класс опасности (I – V)	Количество	
				т	м³
1	2	3	4	5	6
1	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	73310001724	IV	0,12	0,66
	Смет с территории предприятия малоопасный	73339001714	IV	4,4	7,04
	Светодиодные лампы, утратившие потребительские свойства	48241501524	IV	0,0013	0,5501
	Мусор наплавной от уборки акватории	73995101724	IV	2,4	4,0
Итого IV-го класса опасности				**6,92**	**12,25**
ИТОГО:				**6,92**	**12,25**

Расчёт образования отходов:

Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) (код отхода 73310001724)

Количество образования мусора от жизнедеятельности работающих рассчитано в соответствии с нормами образования бытовых отходов в год на одного человека, данными о среднесписочной численности работающих и сроках проведения строительно-монтажных работ по формуле:

Мбыт.отходов=ΣNi*mi, м3(т)

Таблица 2.3.1.2 – Расчет образования мусора от рабочих.

Категория работников	Общее количество расчетных единиц mi (чел.), mi	Норматив образования отходов, Ni, м3/год	Расчетный период, год	Плотность отходов, т/м3	Норматив образования бытовых отходов, М	
					т	м3
1	2	3	4	5	6	7
Рабочие	3	0,22	1	0,18	**0,12**	**0,66**

Смет с территории предприятия малоопасный (код отхода 73339001714)

Vотх= S*Nуд*K*10-3, м3/год, где

S- площадь дорог, тротуаров согласно данным проекта S= 0,16 га. (1600 м^2).

Плотность застройки 55%.

Таким образом необходимо провести расчет смета с территории 880 м^2.

Nуд – удельный норматив образования отходов = 8 л/м2 год

10-3 – коэф-т перевода из л в м3

Vотх= 880*8*10-3 = **7,04 м3/год**

7,04 м3/год * 0,625т/м3 = **4,4 т/год**

Светодиодные лампы, утратившие потребительские свойства (код отхода 4 82 415 01 52 4)

Количество образования отхода определено на основании данных Заказчика (Приложение Ж) и согласно Сборнику методик по расчету объемов образования отходов, СПб 2004.

Q = К ×Ч /Н , где

Q – общее кол-во отработанных ламп за период (шт.),

Ч – время работы одной лампы (час),

Н – нормативный срок службы одной лампы (час),

К – кол-во используемых ламп, шт.,

Коэффициент перевода 0,002 т/м3.

Таблица 7.2.5

Наимено-вание оборудо-вания	Кол. испо-льзоваемых ламп, шт.	Срок служ-бы часов	Количество часов работы одной лам-пы в году	Вес одной лампы, т	Количество образования отхо-дов в год	
					м^3	т
1	2	3	4	5	6	7
LED свеча 8W 220 v Gauss	3	35000	4000	0,00003	**0,00001**	**0,0051**
LED-T8-10W/NW/G13/FR 230В 4000K	16	40000	4000	0,00012	**0,00019**	**0,0960**
LED-T8-18W/NW/G13/FR/ FIX/N 162lm 4000K	16	30000	4000	0,0002	**0,00043**	**0,2130**
LED-HP E40 6500K	5	30000	4000	0,0007	**0,0005**	**0,2360**
Итого:					**0,00113**	**0,5501**

Мусор наплавной от уборки акватории (код отхода 7 39 951 01 72 4)

Согласно приложению Ж данного вида отхода было собрано за 2019 год около 4м^3.

2.3.2 Оценка степени воздействия отходов производства и потребления

Производимая деятельность не оказывает негативное воздействие при обращении с отходами производства и потребления. Степень воздействия деятельности при обращении с отходами производства и потребления носит допустимый характер.

Все образованные отходы по мере образования поступают на территорию предприятия ООО “Союз-ТТМ” для дальнейшего обращения.

2.4 Результаты оценки воздействия физических факторов

Основными задачами оценки воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия) являются:

- определение наличия и расположения источников физических факторов (в том числе шумового воздействия) и их параметров;
- определение степени воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия) на территории нормируемых объектов.

2.4.1 Источники воздействия физических факторов

Общее положения

Как было отмечено в п. 1.3 настоящего отчета рассматриваемый объект предназначен для выгрузки растительных масел, которые доставляются судами-танкерами.

Режим работы объекта – круглогодичный, круглосуточный, двухсменный по 12 часов. Разгрузка танкера занимает до 12 часов 1-2 раза в месяц

При осуществлении деятельности, используются машины и механизмы, которые являются источниками акустического (шумового воздействия).

В настоящем разделе рассматриваются влияние шумового загрязнения на прилегающую территорию от оборудования, применяемого при проведении работ в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011 «Защита от шума» (актуализированная редакция СНиП 23-03-2003).

Для выявления акустически значимых источников шума (машин и механизмов задействованных при производстве работ) следует проанализировать технологический процесс выгрузки масел из танкера.

Технологический процесс перевалки наливных грузов (растительных масел) состоит из следующих основных операций:

- Швартовка наливного судна у причала;
- Проведение процедур пограничного и таможенного оформления груза;
- Работа сюрвейерской компании по определению количества груза;
- Согласование порядка проведения грузовых операций;
- Приведение в готовность инфраструктуры масляного терминала и трубопроводов;
- Подключение к судовым манифольдам (присоединение шлангов к судовой арматуре);
- Перекачка растительных масел из емкостей судна в масляный терминал, с обеспечением разделения по видам масел, поддерживанием необходимых температур и давления;
- Продувка трубопроводов и шлангов азотом под давлением в емкость терминала;
- Отсоединение технического оборудования причала от манифольдов судна;
- Оформление процедур отхода судна компетентными органами РФ;
- Отшвартовка судна от причала.

Рассмотрим подробнее вышеперечисленные операции сточки зрения шумового воздействия:

Проведение процедур пограничного и таможенного оформления груза и др. организационно-административные действия не связаны с использованием техники и не влияют на акустическую обстановку.

Швартовка (отшвартовка), а также маневренные операции на акватории осуществляться с помощью буксиров-кантовщиков, предоставляемых калининградским ФГУП – «Балтийское БАСУ». Таким образом, приходящие танкеры не используют свои ходовые двигатели при швартовке и маневрировании, и, следовательно, не являются источниками шума. Шум буксиров-кантовщиков также не следует учитывать, поскольку он учтен в шумовом воздействии от деятельности ФГУП – «Балтийское БАСУ».

Выгрузка масел с судна производится с помощью специальных шлангов, предназначенных для перегрузки пищевых (жидких) продуктов. Подсоединение и отсоединение шлангов к судовым манифолдам производится персоналом ООО «Союз-ТТМ». На причале размещен кран-манипулятор (крановo-манипуляторная гидравлическая установка EFFER-155.00 4S ПС) для обеспечения соединения трубопроводов наливного судна (танкера) со специальными трубопроводами, ведущими к перерабатывающему предприятию. Данная операция проводится два раза за смену 12 ч (присоеденение шлангов и их отсоединение) и длится по 30 мин.

Перекачка масел длится 11 ч. Выгрузка масел с танкеров и транспортировка их в резервуарный парк хранения масел производится насосами, установленными на судне. На судне установлены три центробежных насоса, производительностью 350 м3/час каждый, напором не более 10 Бар.

Таким образом, акустически значимыми источниками шума на территории объекта являются:

- Крановo-манипуляторная гидравлическая установка EFFER-155.00 4S ПС.
- Система перекачки масла (три центробежных насоса на судне-танкере).

Кроме того, при оценке шумового воздействия следует учесть еще два потенциальных источника шума:

- Грузовой автомобиль (ассенизационная машина, работает 1 раз в месяц).
- Легковой автомобиль таможенной службы (2 раза в месяц, при швартовке танкера).

Следует отметить, что насосы для перекачки масла находятся на судне-танкере. Насосы приводятся в движение от электродвигателей, которые запитаны от бортовой электросети танкера. Поскольку во время разгрузки танкер стоит у причальной стенки, то электроснабжение самого судна производится от стояночного дизель-генератора.

Насосы и дизель-генератор расположены в корпусе судна. Шум от этих устройств проникает наружу через корпус танкера. При расчете шума от этих механизмов следует учитывать снижение шума за счет звукоизоляции корпуса.

Выхлопная труба стояночного дизель-генератора выходит из корпуса судна и также является источником шума (шум газовыхлопа). На выходе выхлопной системы установлен глушитель шума.

Поскольку в рассматриваемом случае акустическая обстановка определяется несколькими источниками шума, работающими в разное время и в разных режимах, то шум, производимый объектом в целом, следует считать непостоянным и оценивать по эквивалентному и максимальному уровням звука.

Нормирование шумового воздействия производится в соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562-96.2.2.4. «Физические факторы производственной среды. Физические факторы окружающей природной среды. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы» (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31.10.1996 N 36) п. 4.2).

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются интегральные одночисловые оценки в виде уровней звука. В таблице 2.4.1.1 приведены принимаемые допустимые уровни звука для основных нормируемых объектов.

Таблица 2.4.1.1

Допустимые уровни звука на территориях

Нормируемый объект	Эквивалентный/максимальный уровни звука $L_{Аэкв}$, дБА	
	дневной нормативный период (с 7.00 до 23.00)	ночной нормативный период (с 23.00 до 7.00)
Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, а также к зданиям детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений	55/70	45/60
Жилые комнаты квартир, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях	40/55	30/45
Площадки детских дошкольных учреждений	45/60	-/-

Для упрощения анализа результатов расчетов шумового воздействия выбрана расчетная точка (далее по тексту – РТ) расположенная на территории ближайшей жилой застройки. Расстояние от РТ до границы объекта составляет 580 м, а до точки расположения источников шума 624 м. Схема расположения РТ относительно объекта и источников шума представлена на чертеже 75-20-ОВОС.ГЧ-03.

<u>Оценка шумового воздействия объекта</u>

Оценка шумового воздействия проводится в два этапа:

- Определяются шумовые характеристики установленных источников шума. Рассчитываются уровни шумового воздействия в РТ.
- Оценивается суммарное шумовое воздействие в РТ от всех источников шума.

Шумовые характеристики насосного оборудования и расчет уровней звука в РТ

Шумовые характеристики насосного оборудования определим исходя из количества и производительности насосов.

Согласно проектной документации на судне-танкере установлены три центробежных насоса производительностью 350 м3/час. Марка насоса не установлена, поскольку суда (танкеры), заходящие на разгрузку, могут быть изготовлены по разным проектам. Поэтому следует использовать отечественный аналог насоса.

Согласно «Каталогу шумовых характеристик технологического оборудования» (СНиП II-12-77 «Защита от шума») центробежные насосы с такой производительностью (в нашем случае насос Д500-65) имеют следующую шумовую характеристику:

Таблица 2.4.1.2

Шумовые характеристики насосного оборудования

Наименование оборудования	**УЗМ*, L_{WA} дБА**	**УЗМ* (L_{WA},дБ) в октавных полосах частот, Гц**							
		63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
насос Д500-65	100,5	92	93	94	95	92	96	92	88

Примечание: *- уровень звуковой мощности

Мощность привода насоса Д500-65 составляет 135 кВт, а производительность 500 м3/час.

Таким образом, суммарная мощность трех насосов составляет 400 кВт.

Для танкеров предусмотрена установка вспомогательных дизель-генераторов общей мощностью 600 кВт.

Для оценки шумовых характеристик дизель-генератора рассмотрен типовой дизель-генератор фирмы «Wärtsilä» тип 20 (паспорт приведен в приложении И, параграф 16.4). Необходимую мощность имеют дизели 4L20 или 6L20.

Шумовые характеристики для дизелей указаны в таблице 3.

Таблица 2.4.1.3

Шумовые характеристики дизель-генераторов

Наименование оборудования	**УЗМ*, L_{WA} дБА**	**УЗМ* (L_{WA},дБ) в октавных полосах частот, Гц**							
		63	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**	**8000**
L_W к окружению	119	110	110	114	113	114	111	108	114
L_W газовыхлоп**	125	142	124	123	121	118	115	115	109

Примечание:

*- уровень звуковой мощности.

** - значения получено пересчетом октавных значений УЗМ для дизеля V8 «Wärtsilä» тип 31 (паспорт приведен в приложении И, параграфы 15.4 и 15.5).

Аналогичные показатели шумовых характеристик имеют дизель-генераторы фирмы «Volvo» (паспорт приведен в приложении И).

Из анализа таблиц 2.4.1.2 и 2.4.1.3 следует, что насосное оборудование излучает шум намного меньший (более 20 дБ), чем дизель-генераторы. Следовательно, из дальнейшего рассмотрения насосы как источник шума можно исключить.

Как было отмечено выше, насосы и дизель генератор находятся внутри корпуса судна. Поэтому шум, проникающий в окружающую среду, в значительной степени ослабляется за счет звукоизоляции стенок судовой конструкции.

Современные конструкции судов имеют двойные стенки (т.н. двустенные слоистые конструкции). Звукоизоляция таких конструкций довольно велика. Величину звукоизоляции такой конструкции следует определять по Приложению 3 таблицы 7 и 8 РТМ 212.0060 – 76 (Руководящий технический материал) «Комплекс противошумовых мероприятий на судах речного флота». В этом действующем документе содержатся указания по проектированию и методики расчета.

Так звукоизоляция двустенной конструкции из стали толщиной 5-8 мм и слоистой зашивки со звуко- и вибро- поглощающим материалом составляет:

Параметр	звукоизоляция, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
R	25	38	46	50	56	53	59	63

Дизель-генератор расположен в машинном отделении судна. Размеры машинного отделения: длина 10 м, ширина 5 м, высота 3 м. Шум проникает в окружающую среду через боковую стенку корпуса судна (размеры стенки: высота 3 м, длина 5 м).

Для последующих расчетов, необходимо выполнить расчет уровней звуковой мощности (УЗМ), проникающих наружу корпуса через обшивку. Расчет выполнен по СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» (СП 51.13330.2011). Уровень звуковой мощности шума, прошедшего через боковую стенку машинного отделения судна на территорию, определяется по формулам (18) и (1) СНиП 23-03-2003 (СП 51.13330.2011), а именно:

$$L_w^{np} = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 L_{wi}} - 10 \lg B_{ш} - 10 \lg k + 10 \lg S - R \,, \quad (1)$$

$$L = L_w + 10 \lg \left(\frac{\chi \Phi}{\Omega r^2} + \frac{4}{k B} \right), \quad (2)$$

Lw – уровень звуковой мощности источника, дБ;

Вш - постоянная звукопоглощения помещения с источником шума, м2

Sж – площадь поверхности, через которые шум проникает на территорию, м2;

R = – звукоизоляция поверхности через которую проникает звук, дБ.

B = αср Sогр / (1- αср)

αср =Σ(αiSi)/Sогр- средний коэффициент звукопоглощения помещения;

αi –коэффициент звукопоглощения элементов облицовки;

Si - площадь элементов облицовки, м2;

Sогр - суммарная площадь ограждающих поверхностей помещения, м2;

χ - коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля;

Ф - фактор направленности источника шума (для источников с равномерным излучением Ф = 1);

Ω - пространственный угол излучения источника, рад.;

r - расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки в помещении, м;

k - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении (принимают в зависимости от среднего коэффициента звукопоглощения αср);

Средний коэффициент звукопоглощения помещения принят по ГОСТ 30530-97 как для машинных залов.

В рассматриваемом случае:

Sогр = 190 м2.

Sбс = 15 м2 (площадь боковой стенки).

Расчет уровней звуковой мощности (УЗМ) излучаемой стенкой судна представлен в табл. 2.4.1.4.

Таблица 2.4.1.4

Расчет УЗМ от стенки судна

Параметр	Уровни звуковой мощности/давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗМ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Lw (дизель-генератор)	110	110	114	113	114	111	108	114	119
Расстояние до вспомогательной РТ, м	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Sогр , м2	190	190	190	190	190	190	190	190	-
α	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,09	-
B	2	3	3	3	3	3	3	3	-
Ф	1	1	1	1	1	1	1	1	-
k	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	-
Ω	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	6,28	-
χ	2	2	2	2	2	2	2	2	-
Lp в помещении машинного отдееления	107	107	111	110	111	108	105	111	116
Sбс м2	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	-
R, звукоизоляция боковой стенки	25	38	46	50	56	53	59	63	-
Lw боковой стенки	94	81	77	72	67	67	58	60	76

Как видно из результатов расчета, звуковая мощность шума дизель-генератора, излучаемая поверхностью борта судна, значительно снизилась и составила 76 дБА.

Шум излучаемый выхлопной трубой (газовыхлоп) дизель-генератора (см. строку 2 в таблице 3) имеет значительную звуковую мощность. Следует отметить, что дизель-генераторы не эксплуатируются без систем шумоглушения.

В паспорте дизель-генератора фирмы «Wärtsilä» тип 20 (приведен в приложении И), в параграфе 11.3 приведены характеристики глушителей шума. С помощью глушителей достигается снижение шума до 35 дБА.

При использовании глушителя уровень звуковой мощности газовыхлопа дизель-генератора составит 90 дБА.

Таким образом, источники шума при перекачке масла имеют следующие характеристики:

УЗМ дизель -генератора (газовыхлоп) – 90 дБА.

УЗМ дизель -генератора (шум через стенку корпуса) – 76 дБА.

Эквивалентные уровни звука в РТ, расположенных на территории, определяются по формуле (11) СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» (СП 51.13330.2011):

$$L = L_w - 20 \lg r + 10 \lg \Phi - \frac{\beta_a r}{1000} - 10 \lg \Omega ; \quad (3)$$

Где:

Lw - уровень звуковой мощности, дБ;

Ф - фактор направленности источника шума (для источников с равномерным излучением Ф = 1);

Ω - пространственный угол излучения источника, рад;

r - расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м;

βа - затухание звука в атмосфере, дБ/км.

При расстоянии r ≤ 50 м затухание звука в атмосфере не учитывают.

Примечание: формула (2) применима здесь, поскольку выполняется условие п. 7.7 СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» (СП 51.13330.2011), а именно:

- источники шума и расчетные точки расположены на расстоянии, которое больше удвоенного максимального размера источника шума, и, следовательно, источники можно считать точечными.

В нашем случае, РТ расположена на расстоянии 624 м от источников шума.

Тогда эквивалентные уровни звука в РТ составят:

Для шума дизель-генератора (газовыхлоп):

$$L_{экв ГВ\ РТ} = 24{,}3\ дБА$$

Для шума дизель-генератора (через боковую стенку)

$$L_{экв БС\ РТ} = 8,5\ дБА$$

Суммарный эквивалентный уровень звука в РТ от дизель-генератора для обоих путей распространения:

$$L_{экв ДГ\ РТ} = 24,4\ дБА$$

Шумовые характеристики краново-манипуляторная гидравлической установки EFFER-155.00 4S ПС и расчет уровней звука в РТ

Выгрузка масел с судна производится с помощью специальных шлангов, предназначенных для перегрузки пищевых (жидких) продуктов. Подсоединение и отсоединение шлангов к судовым манифолдам производится с помощью крана-манипулятора (краново-манипуляторная гидравлическая установка EFFER-155.00 4S ПС). Данная операция проводится два раза за смену 12 ч (присоединение шлангов и их отсоединение) и длится по 30 мин.

В паспорте краново-манипуляторной установки EFFER-155.00 4S ПС (приведен в приложении И) Кран-манипулятор приводится в движение гидромотором HDS 25 мощностью 25 кВт. Информации о шумовых характеристиках оборудования документация не содержит. Поэтому допустимо воспользоваться шумовыми характеристиками аналогичного оборудования. В качестве аналога можно рассмотреть кран КС-55717А на шасси автомобиля КАМАЗ. Протокол с шумовыми характеристиками крана приведен в приложении И. При операциях подъема и опускания грузов, в кране КС-55717А задействованы механизмы аналогичные крану-манипулятору. Таким образом, характер шумового воздействия (спектр) крана и крана-манипулятора можно считать подобным. Учитывая, что кран КС-55717А имеет грузоподьемность 32 т, а кран-манипулятор 2 т, то очевидно уровень шума аналога будет выше, и следовательно оценка шумового воздействия будет выполнена с запасом. Ниже приведена таблица 2.4.1.5 с шумовой характеристикой крана КС-55717А:

Таблица 2.4.1.5

Шумовая характеристика крана КС-55717А (на расстоянии 8 м)

Наименование оборудования	УЗ*, $L_{Аэкв}$ дБА	УЗ*, $L_{Амакс}$ дБА	УЗД ($L_р$, дБ) в октавных полосах частот, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
кран КС-55717А	70	72	80	76	71	63	64	63	56	50

Здесь следует учесть, что кран-манипулятор задействован не всю смену (12 ч) а только в течении 1 ч. Это время необходимое для присоединения и отсоединения шлангов подачи масла. Поэтому эквивалентный уровень звука источника Lэкв, дБ за нормативный период, учитывающий время осуществления технологического цикла tj, в зависимости от интервала нормирования T, мин, определяются формуле (20) СниП 23-03-2003 «Защита от шума» (СП 51.13330.2011):

$$L_{экв} = 10 \lg\left(\frac{1}{T} \sum \tau_j \, 10^{0,1 L_j}\right), \quad (4)$$

Где:

tj – время воздействия уровня звука Lj, мин;

Lj – уровень звука за время tj, дБ.

Таким образом, эквивалентный уровень звука Lэкв составит 60 дБА.

Эквивалентные уровни звука в РТ, расположенных на территории, определяются по формуле (11) СниП 23-03-2003 «Защита от шума» (см. выше):

$$L = L_w - 20 \lg r + 10 \lg \Phi - \frac{\beta_a r}{1000} - 10 \lg \Omega ;$$

Где:

Lw – уровень звуковой мощности, дБ;

Ф – фактор направленности источника шума (для источников с равномерным излучением Ф = 1);

Ω - пространственный угол излучения источника, рад;

r – расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м;

βa – затухание звука в атмосфере, дБ/км.

При расстоянии r ≤ 50 м затухание звука в атмосфере не учитывают.

В нашем случае, РТ расположена на расстоянии 624 м от источника шума.

Тогда эквивалентные и максимальные уровни звука от крана-манипулятора в РТ составят:

$$\boldsymbol{L_{экв КМ\ РТ} = 20,4\ дБА}$$

$$\boldsymbol{L_{макс КМ\ РТ} = 32,4\ дБА}$$

Шумовые характеристики грузовой (ассенизационной) и легковой машин .и расчет уровней звука в РТ

Как было указано выше, помимо насосного оборудования для перекачки масла и крана-манипулятора, на объекте присутствуют следующие источники шума:

- Грузовой автомобиль (ассенизационная машина, работает 1 раз в месяц).
- Легковой автомобиль таможенной службы (2 раза в месяц, при швартовке танкера).

Для расчета уровней шума от автомобилей использован «Справочник по защите от шума и вибрации жилых и общественных зданий» (под ред. Заборова В. И., 1989). Приведенные в нем формулы (таблицу 1.7 на стр. 10 «Справочника…») Приведённые в справочнике расчетные формулы и значения используются при определении размещения гаражей и автостоянок, а также проездов к ним.

Учитывая, что автотранспортные средства заезжают на объект с проходящей рядом дороги со скоростью не более 20-30 км/час, тормозят, останавливаются и въезжают (выезжают) с территории объекта, средняя скорость движения выбрана равной 20 км/час. Режим движения – единоразовый заезд и

выезд с территории объекта. Такой режим движения подходит для движения по стоянкам и местным проездам.

Согласно таблице 1.7 «Справочника…» по уровням шума имеем (расстояние 7,5 м):

- для грузового автомобиля: Lэкв = 47,2 дБА, Lмакс= 76,5 дБА.
- для легкового автомобиля: Lэкв = 38,2 дБА, Lмакс= 67,5 дБА.

Полученные значения УЗ использованы в качестве исходных данных для расчета шума при распространении его на местности и прилегающих территориях.

Эквивалентные и максимальные уровни звука в РТ, расположенных на территории, определяются по формуле (11) СниП 23-03-2003 «Защита от шума» (СП 51.13330.2011) (см. выше):

$$L = L_w - 20 \lg r + 10 \lg \Phi - \frac{\beta_a r}{1000} - 10 \lg \Omega ;$$

Где:

Lw – уровень звуковой мощности, дБ;

Ф – фактор направленности источника шума (для источников с равномерным излучением Ф = 1);

Ω - пространственный угол излучения источника, рад;

r – расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м;

βа – затухание звука в атмосфере, дБ/км.

При расстоянии r ≤ 50 м затухание звука в атмосфере не учитывают.

В нашем случае, РТ расположена на расстоянии 632 м от места остановки грузового автомобиля. И 585 м от места остановки легкового автомобиля.

Тогда эквивалентные и максимальные уровни звука от автомобилей в РТ составят:

- для грузового автомобиля: Lэкв = 6,9 дБА, Lмакс= 36,2 дБА.
- для легкового автомобиля: Lэкв = 0 дБА, Lмакс= 27,2 дБА.

<u>Расчет и оценка суммарного шумового воздействие в РТ от всех источников шума.</u>

Уровень шума в расчетной точке вычисляется для совокупного воздействия источников по формуле энергетического суммирования (формула (19) СНиП 23-03-2003 «Защита от шума») (СП 51.13330.2011):

$$L_{сум} = 10 \lg \sum_{i=1}^{n} 10^{0,1 L_i} , \qquad (5)$$

Где Li - эквивалентные уровни шума в РТ от каждого источника в отдельности.

Представим расчет в табличной форме:

Таблица 2.4.1.6

Результаты расчетов ожидаемых уровней шума в на период эксплуатации объекта

Наименование источника	**Расстояние от источника шума до РТ, м**	**Эквивалентный уровень шума в РТ, дБА**	**Максимальный уровень шума в РТ, дБА**
дизель-генератор	624	24,4	24,4
кран-манипулятор	624	20,4	30,4
грузовой (ассенизационный) автомобиль	632	6,9	36,2
Легковой автомобиль	585	0	27,2
Суммарный эквивалентный и наибольший максимальный УЗ, дБА		25,9	36,2
Допустимый уровень звука на территории (ночное время), дБА		**45**	**60**
Превышение допустимых уровней звука на территории, дБА		-	-

2.4.2 Оценка шумового воздействия

Производимая деятельность не оказывает негативное воздействие в результате воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия). Степень воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия) при осуществлении деятельности носит допустимый характер.

Из анализа результатов уровней звука в РТ следует, что на территориях, непосредственно прилегающих к фасаду ближайшего жилого дома, превышения допустимых уровней звука не наблюдаются.

Таким образом, поскольку превышений допустимых уровней звука на нормируемых территориях не наблюдается, то проведение каких-либо шумозащитных мероприятий не требуется.

2.5 Результаты оценки воздействия объекта на земельные ресурсы

2.5.1 Источники воздействия на земельные ресурсы

На территории участка почвенный покров отсутствует.

2.5.2 Оценка степени воздействия на земельные ресурсы

В связи с тем, что на территории объекта установлено отсутствие почв, производимая деятельность не оказывает негативное воздействие на земельные ресурсы.

2.6 Результаты оценки воздействия объекта на растительный и животный мир

2.6.1 Источники воздействия на растительный и животный мир

Растительность на участке изысканий отсутствует.

На участке изысканий растения, занесенные в Красные книги РФ и Калининградской области отсутствуют.

2.6.2 Оценка степени воздействия на растительный и животный мир

При штатной работе пирса в целях сохранения водных биологических ресурсов и среды их обитания предусмотрены следующие мероприятия:

- строгое соответствие технологии перегрузки растительных масел;
- проведение работ строго в границах отведенной акватории;
- сбор хозяйственно-бытовых и льяльных вод с судов с использованием судов сборщиков лицензированной организацией по договору;
- выполнение всех требований нормативных документов в части обеспечения безопасных условий плавания всех видов судов при их эксплуатации;
- оборудование судов навигационным оборудованием, которое должно соответствовать требованиям Международной Ассоциации Маячных Служб;
- согласование в установленном порядке маршрутов, трасс, районов плавания и якорных стоянок всех видов судов в районе объекта;
- выполнение технического обслуживания и ремонта судов на базах приписки или других базах технического обслуживания флота;
- по возможности ограничить работы и усилить контроль безопасности операций в сроки нереста рыб - с 1 июня по 31 июля.

Принятые технические решения с учетом предусмотренного комплекса водоохранных мероприятий позволят свести к минимуму возможное воздействие на водные биологические ресурсы.

В связи с тем, что причал с прилегающей акваторией и подходные пути к нему расположены в границах акватории морского порта Калининград, организация отдельного рыбохозяйственного мониторинга в период эксплуатации Пирса № 6 не требуется. Проведение мониторинга водных биологических ресурсов требуется при возникновении аварийной ситуации на объекте.

2.7 Краткое описание программ мониторинга и послепроектного анализа

Общие положения

Мониторинг состояния окружающей среды в районе проведения работ на причале по перегрузке масел предусматривает комплекс мероприятий, проведение которых необходимо для оценки воздействия объекта на окружающую среду при проведении работ по ремонту и при эксплуатации объекта.

Экологический мониторинг осуществляется в соответствии с пп. 4.87-4.89, 4.92-4.94 СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания», «Положением по оценке воздействия намечаемой хозяйственной или иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации, утвержденного приказом Госкомэкологии № 372 от 16.05.2000 г., а также на основании требований федерального законодательства:

- ст. 67 Федерального закона «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10 января 2002 г.,

- ст. 11, п. 1 ст. 32 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 №52-ФЗ,

- ст. 25, 30 ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. N 96-ФЗ,

- ст. 26 ФЗ «Об отходах производства и потребления» №89-ФЗ от 24.06.1998.

Основные требования к порядку осуществления производственного экологического контроля, составу программ установлены ГОСТ Р 56059-2014 "Производственный экологический мониторинг. Общие положения", ГОСТ Р 56061-2014 "Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического контроля", ГОСТ Р 56062-2014 "Производственный экологический контроль. Общие положения", ГОСТ Р 56063-2014 «Производственный экологический контроль. Требования к программе производственного экологического мониторинга».

Основными целями и задачами производственного экологического контроля являются:

- обеспечение выполнения в процессе выполнения работ и эксплуатации мероприятий по охране окружающей среды, соблюдение требований, установленных законодательством в области охраны окружающей среды,

- оценка состояния объектов окружающей среды, техногенное воздействие на которые оказывается при строительстве и эксплуатации, определение соответствий фактического уровня воздействия и допустимого значения нормативов,

- оперативная разработка мероприятий по контролю и стабилизации экологической обстановки, в случае превышения установленных в проектных данных допустимых уровней воздействия,

- определение ущерба природной среде, неучтенного проектными решениями, а также при превышении установленных допустимых уровней воздействия.

Проведение производственного экологического контроля (отбор проб и проведение лабораторных исследований) выполняется аккредитованными лабораториями.

2.7.1 Предложения по производственному экологический контролю в период эксплуатации объекта

Предложения по производственному экологическому контролю в период эксплуатации объекта представлены в таблица № 2.7.1.1. Результаты ПЭК в период эксплуатации должны быть доведены до руководства организации и должностных лиц, отвечающих за охрану окружающей среды. Организация осуществляет ПЭК в соответствии с установленными требованиями, документирует и обеспечивает хранение результатов ПЭК.

Структура ПЭК на объекте в соответствии с ГОСТ 56062-2014 включает:

- контроль в области обращения с отходами;
- контроль за охраной почв и земель,
- контроль за охраной атмосферного воздуха;
- контроль за водным объектом;
- контроль за охраной биологических ресурсов.

ПЭК осуществляется в форме:

- производственного эколого-аналитического (инструментального) контроля (далее ПЭАК);
- производственного экологического мониторинга (далее ПЭМ).

ПЭАК как составная часть ПЭК, предусматривает получение данных о количественном и качественном содержании веществ и показателей с применением методов аналитической химии, физических измерений, санитарно-биологических методов, биотестирования, биоиндикации и других методов для контроля соблюдения установленных нормативов допустимого воздействия. Работы по ПЭАК включаются в общую программу ПЭК на объекте.

Производственный эколого-аналитический контроль выполняется с целью инструментального контроля соблюдения нормативов допустимого воздействия на окружающую среду и эффективности работы природоохранного оборудования.

ПЭМ – осуществляемый в рамках производственного экологического контроля мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, включающий долгосрочные наблюдения за состоянием окружающей среды ее загрязнением и происходящими в ней природным явлениями, а также оценку состояния окружающей среды, ее загрязнения в пределах зоны воздействия строящегося объекта. Работы по ПЭМ включаются в общую программу ПЭК на объекте (таблица № 2.7.1.1).

Основная задача ПЭМ - контроль состояния компонентов окружающей среды, расположенных в пределах негативного воздействия. В рамках ПЭМ проводят:

- эколого-аналитические измерения состояния и загрязнения окружающей среды,
- наблюдения за компонентами окружающей среды с применением методов моделирования, биологических, дистанционных и иных методов.

В рамках производственного экологического мониторинга и производственного экологического контроля выполняются полевые, лабораторные, камеральные работы.

Полевые работы – формирование сети наблюдений, маршрутные наблюдения, фотофиксация, выполнение натурных измерений, отбор проб.

Лабораторные работы - определение физических и химических показателей, по определенному программой перечню.

Организации, привлекаемые для проведения эколого-аналитических (инструментальных) измерений должны соблюдать установленные требования системы обеспечения единства измерений ГОСТ Р 8.589-2001.

Организации, привлекаемые для осуществления ПЭК (включая ПЭАК и ПЭМ) должны обладать компетентными специалистами, необходимым техническим и методическим обеспечением, позволяющим решать задачи ПЭК.

Камеральные работы – обработка результатов измерений, результатов маршрутных наблюдений, анализ и обобщение результатов, подготовка отчета по результатам экологического мониторинга и производственного контроля.

Обоснование выбора конкретных объектов контроля.

Виды мониторинга и перечень наблюдаемых параметров определены в настоящем проекте в соответствии с механизмом техногенного воздействия (физическое, химическое) и компонентами природной среды, на которые распространяется воздействие (почвы, атмосферный воздух, водный объект и биологические водные ресурсы). Расположение точек сети наблюдений определено содержанием решаемых задач, особенностями природной обстановки, аккумуляции и выноса загрязнений.

Частота, временной режим и длительность наблюдений установлены в соответствии с характером, интенсивностью и длительностью воздействий, условиями функционирования и сроком строительства, особенностями природной обстановки, определяющими скорость распространения неблагоприятных воздействий и их возможные последствия.

Периодичность проведения контроля в Программе принята с целью обеспечения репрезентативности данных, достаточности их числа для статистической обработки, возможности сравнения с данными инженерно-экологических изысканий.

Производственный экологический контроль за состоянием атмосферного воздуха

Участок причала расположен в восточно-юго-восточной части Центрального района г. Калининграда на правом берегу реки Преголи и представляет собой пирс и полосу акватории 20 м, используемые для стоянки и обработки наливных судов, а также перегрузки растительных масел. Площадь участка – 1469 м2.

Ближайшая жилая застройка расположена в восточном направлении на расстоянии 580 м от границы причала (жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36).

Вокруг причала расположены различные предприятия, входящие в промышленную зону.

Таким образом, на период эксплуатации не предусматривается проведение исследований состояния атмосферного воздуха, в связи с невозможностью оценки степени воздействия проводимых на участке работ (на причале), на качество атмосферного воздуха на границе ближайшей жилой застройки.

Производственный экологический контроль физических факторов

Мониторинг включает инструментальные измерения эквивалентных и максимальных уровней шума в период осуществления ремонтных работ.

Измерения уровней шума и оценка результатов производится в соответствии со следующими нормативными и методическими документами:

- ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий»;

- СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.

Ближайшая жилая застройка расположена в восточном направлении на расстоянии 580 м от границы причала (жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36).

Вокруг причала расположены различные предприятия, входящие в промышленную зону.

Таким образом, на период эксплуатации не предусматривается проведение исследований эквивалентных и максимальных уровней шума на границе ближайшей жилой застройки, в связи с невозможностью оценки вклада проводимых на участке работ (на причале) из-за наличия промышленных объектов в непосредственной близости к жилым домам.

Производственный экологический контроль за состоянием почв и земель

На территории участка почвенный покров отсутствует.

В связи с тем, что на территории причала установлено отсутствие почв, деятельность объекта не оказывает негативное воздействие на земельные ресурсы.

На период эксплуатации объекта не предусматривается экологический контроль за состоянием почв и земель, в связи с их отсутствием на участке (на причале).

Производственный экологический контроль водного объекта

Основная цель – отбор проб воды, химический анализ сточных и морских вод, гидрологического и морфометрического измерения. Анализ проведенных исследований.

Водный объект: р.Преголя

Отбор и анализ проб воды осуществляется в соответствии с требованиями следующих нормативно-технических документов:

ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия;

ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб;

ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества водоемов и водотоков»

ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

Перечень контролируемых веществ, контрольные точки и периодичность исследований природной воды в соответствии с действующей на предприятии программой проведения измерений качества сточных вод, ведения регулярных наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной относительно рассматриваемого в проекте выпуска приведены таблицах :

№п.п	Показатели	Точки отбора проб	
		ТК1 100 м выше по течению от причала	ТК2 100 м ниже по течении от причала
Гидрохимические показатели			
1	Температура	+	+
2	Водородный показатель (pH)	+	+
3	Растворенный кислород	+	+
4	Взвешенные вещества	+	+
5	$БПК_5$	+	+
6	Азот общий	+	+
7	Аммоний ион	+	+
8	Нитрат-анион	+	+
9	Нитрит-анион	+	+
10	ХПК	+	+
11	Фосфор общий	+	+
12	Нефтепродукты	+	+
13	Сульфат-анион	+	+
14	Хлорид-анион	+	+
15	Железо**	+	+
16	Цинк**	+	+
17	Медь**	+	+
18	Никель**	+	+
19	Марганец двухвалентный	+	+
20	Фенол, гидроксибензол	+	+
ИТОГО, шт.		20	20

-**Все растворимые в воде формы.

Сведения о точках отбора

Краткое описание пункта (точки) отбора	Ориентировоч-ные координаты (географические) с.ш./в.д.	Расстояние от берега, м	Глубина отбора, м	Категория вод	Количество параметров	Пробоотборное устройство	Вид пробы	Периодичность контроля
ТК1 (от установленной точки координат (т.9) 15 м река Преголя	Т.9 54⁰42/17.751//// 20⁰29/00/936//	20	0.3-0.5	Природная	20	батометр	простая	Ежеквартально 1-19 1 раз в пол года 20

Сведения о точках контроля отбора воды приняты на основании разработанной «Программы проведения измерений качества сточных вод, ведения регулярных наблюдений за водными объектами и их водоохранными зонами» ООО «Союз-ТТМ», в соответствии с договором с МПР на водопользование акваторией причала (данная программа согласована с МПР).

Схема расположения пунктов контроля приведена в 75-20-ОВОС.ГЧ-04.

Мониторинг растительного и животного мира (рыбохозяйственный мониторинг)

Экологический контроль (мониторинг) состояния растительного и животного мира заключается в визуальном обследовании состояния флоры и фауны по периметру участка.

В связи с тем, что причал с прилегающей акваторией и подходные пути к нему расположены в границах акватории морского порта Калининград, организация отдельного рыбохозяйственного мониторинга в период эксплуатации Пирса № 6 (причал) не требуется. Проведение мониторинга водных биологических ресурсов требуется при возникновении аварийной ситуации на объекте.

Мониторинг размещения и утилизации отходов во время осуществления деятельности

При эксплуатации объекта (причала) образуются отходы. Накопление отходов на причале предусмотрено на специальной площадке с твердым покрытием. Отходы подлежат вывозу на территорию предприятия ООО «Союз-ТТМ». Дальнейшее обращение с данными отходами осуществляется лицензированной организацией по договору с ООО «Союз-ТТМ».

Необходимо вести учет образовавшихся, использованных, обезвреженных, переданных другим лицам и размещенных отходов в соответствии с действующим законодательством. При проведении работ необходимо контролировать наличие согласованных с территориальными природоохранными органами нормативных документов, регламентирующих образование и размещение отходов.

Для учета возможных изменений в окружающей среде назначается ответственное лицо, которое контролирует выполнение требований данного раздела.

ПЭМ и ПЭК при авариях

Аварии и катастрофы характеризуются процессами техногенного характера (возгорания, аварийные взрывы, выбросы токсичных продуктов), или же резкими изменениями внешних условий природного характера (землетрясения, оползни, ураганы, селевые и снежные лавины) и являются скоротечными процессами импульсного характера. Эти скоротечные процессы, назовем их аварийными, оказывают воздействия, вызывающие опасность разрушения различных объектов, угрожающие жизни людей и приводящие к экологическим загрязнениям.

При возникновении чрезвычайной (аварийной) ситуации на объекте и/или при выходе параметров мониторинга за безопасную границу система экологического мониторинга автоматически или по команде администратора переводится в аварийный режим работы со следующими основными показателями:

- отбор проб согласно утвержденного на объекте Регламента аналитического контроля системы производственного мониторинга;
- передача данных в информационно-аналитический центр: от стационарных и передвижных автоматических станций - каждые 10 минут, от объектовой метеостанции - каждые 10 минут, от стационарных лабораторных комплексов - каждые 30 минут;
- формирование и отправка отчетов на все уровни управления и контроля - 1 раз в 20 минут.
- Контроль в усиленном режиме ведется до устранения аварийной ситуации, ликвидации последствий аварии и достижения нормативных показателей по контролируем веществам.
- Предложения к Программе экологического мониторинга в случае аварии и чрезвычайных ситуациях в период эксплуатации предусматривает регулярные наблюдений за водным объектом и его водоохранной зоной, растительным и животным миром.
- Мониторинг растительного и животного мира при возникновении аварийных ситуаций включает в себя визуальный наблюдения за изменениями природной среды.
- Лабораторные исследования природных вод должны выполняться только в аккредитованных лабораториях с использованием специализированного лабораторного оборудования, имеющего паспорта и прошедшего все необходимые поверки.

Наиболее вероятным сценарием аварии в период эксплуатации пирса являются: отказ (неполадки), поломка техники, сопровождающаяся аварийным проливом масел, разливы масел во время грузовых операций при аварии судов в результате столкновения и посадки на мель, разрывов шлангов. Ущерб водным биоресурсам может быть обусловлен: химическим загрязнением акватории, созданием масляной пленки на поверхности воды, препятствующей газообмену с атмосферным воздухом.

Объектами мониторинга водных биоресурсов в случае аварии являются: фито- и зоопланктон, ихтиопланктон (в мае-июле), макрозообентос, состояние ихтиоценоза. Мониторинг в случае аварии предназначен для оценки состояния компонентов окружающей среды после ликвидации аварии, а также для

получения сведений, необходимых для расчета ущерба водным биоресурсам и определения объема компенсационных мероприятий.

Определяемые параметры гидробионтов:

– таксономический состав основных систематических групп;

– общая численность и биомасса (экз./м3 или экз./м2 и г/м3 или г/м2);

– численность и биомасса основных систематических групп и видов (экз./м3 или экз./м2 и г/м3 или г/м2);

– площадное распределение количественных показателей.

В рамках оценки состояния ихтиоценоза проводится проверка наличия погибших особей в зоне влияния разлива, определение их видового состава и количественных характеристик (число и вес).

Периодичность мониторинга и пункты отбора проб определяются в процессе исследований в зависимости от размера аварии, степени антропогенной нарушенности компонентов и ее местоположения.

2.7.3 Послепроектный анализ

Для эффективной экологической оценки реализованной деятельности необходим **послепроектный анализ** (организация «обратной связи»), дающей возможность:

- оценить соответствие или несоответствие сделанных оценок реальному воздействию на окружающую среду

- определить соответствие осуществляемых проектных решений, в том числе экологических мероприятий, утвержденному плану;

- и, при необходимости, осуществить мероприятия по корректировке деятельности.

При проведении послепроектного анализа особое внимание должно уделяться изучению тех видов воздействия, по которым на стадии проведения ОВОС была установлена их наибольшая опасность, а также тех, по которым не имелось достоверной информации о возможных последствиях. При проведении послепроектного анализа должны использоваться материалы экологического мониторинга на исследуемом объекте, а также на прилегающей к нему территории.

Ответственность за проведение послепроектного анализа и мониторинга, учета и отчетности о воздействии реализуемой деятельности на окружающую среду, возлагается на руководителя осуществляемой деятельности. Организацию и проведение послепроектного анализа обеспечивает руководитель организации или, по его поручению, специализированная организация (научно-исследовательская, проектная или иная организация).

3. Выявленные при проведении оценки неопределенности в определении воздействия деятельности предприятия на окружающую среду

При проведении оценки воздействия производимой деятельности на окружающую среду выявлены следующие виды влияния:

- На водные объекты;
- На водные биологические ресурсы);

В ходе выполненных в данном проекте расчетов получены следующие выводы:

1. Выявлены источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.
2. Данная хозяйственная деятельность предусматривает необходимость осуществления водоснабжения. Бытовая канализация в районе расположения причала отсутствует. Отвод бытовых стоков от туалетов в здании КПП решен путем установки биотуалетной кабины типа «Стандарт».
3. Водоотвод с поверхности покрытий площадки предусматривается в городской коллектор ливневой канализации через очистные сооружения поверхностного стока Векса-2 (приложение Г).
4. При осуществлении производимой деятельности образуются отходы производства и потребления.
5. Выявлены источники воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия).
6. В связи с тем, что на территории объекта установлено отсутствие развитых почв, данная деятельность не будет оказывать негативное воздействие на земельные ресурсы.
7. Производимая деятельность оказывает воздействие на водные биологические ресурсы. При условии осуществления мероприятий по предотвращению и снижению негативного воздействия, степень воздействия на животный и растительный мир производимой деятельности носит допустимый характер.

Неопределенности в определении воздействий производимой деятельности при проведении оценки не выявлены.

4. Материалы общественных обсуждений

Обеспечение участия общественности в подготовке к рассмотрению и обсуждению материалов по ОВОС производимой хозяйственной деятельности закреплено следующими законодательными документами:

- Конституция Российской Федерации от 12.12.1993 г., ст. 24, ст. 42;
- Градостроительный Кодекс РФ от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ, ст. 39;
- Земельный Кодекс РФ от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ, ст. 31 п. 3, п. 4;
- Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ, ст. 3, ст. 11 п. 1, п. 2, ст. 12 п. 1;
- Положение об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации (Приказ Госкомэкологии России от 16.05.2000 г. № 372), глава I п. 1.6., глава II п. 2.5., п. 2.7., глава III, глава IV;
- Федеральный Закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ, ст. 25, ст.ст. 27-29, ст. 31.

В соответствии с п. 4.2. «Положения об ОВОС…» участие общественности в подготовке и обсуждении материалов оценки воздействия на окружающую среду обеспечивается Заказчиком как неотъемлемая часть процесса проведения оценки воздействия на окружающую среду, организуется органами местного самоуправления или соответствующими органами государственной власти при содействии Заказчика и в соответствии с российским законодательством.

С целью выявления общественных предпочтений и их учета в процессе оценки Заказчик осуществляет информирование общественности о реализации проекта в период проведения ОВОС на всех этапах. Всем участникам процесса рассмотрения ОВОС должна быть представлена полная и достоверная информация.

В соответствии с требованиями российского законодательства решение о целесообразности или нецелесообразности проведения общественных слушаний, а также о форме проведения общественных слушаний принимают органы местного самоуправления, на территории которых предполагается реализация объекта.

Порядок проведения общественных слушаний определяется органами местного самоуправления при участии Заказчика и Исполнителя ТЗ на ОВОС и содействии заинтересованной общественности. Все решения по участию общественности оформляются документально.

Основные мероприятия общественных слушаний:

– Информирование органов местного самоуправления и федеральных и областных контролирующих и надзорных органов

– Письменные уведомления, проект ТЗ на ОВОС, иные материалы направляются органам местной исполнительной власти:

– Администрация ГО «Город Калининград»;

– Информирование общественности осуществляется путем публикации в СМИ. Обеспечение доступа к ТЗ на ОВОС осуществляется путем размещения документации в местах общественного доступа.

– Прием замечаний и предложений от общественности в течение 30 дней со дня опубликования информации. Учет замечаний и предложения при составлении ТЗ по ОВОС и отражение в материалах по ОВОС

– Уточнение плана мероприятий по информированию общественности, в том числе о целесообразности (не целесообразности) проведения общественных слушаний по материалам ОВОС. Принятие решения о проведении (не проведении) общественных слушаний органами местного самоуправления, при участии Заказчика (Исполнителя) и содействии заинтересованной общественности.

– Информирование общественности через СМИ о сроках и месте доступности предварительного варианта материалов ОВОС, дате и месте проведения общественных слушаний (не позднее, чем за 30 дней до окончания проведения общественных обсуждений/проведения общественных слушаний).

– Предоставление возможности общественности ознакомиться с предварительным вариантом материалов ОВОС и направления своих замечаний и предложений – не позднее, чем за 2 недели до окончания общественных обсуждений (проведения общественных слушаний), в течение 30 дней.

– Проведение общественных слушаний (в случае принятия решения об их целесообразности), в ходе которых будет составлен протокол, где четко фиксируются основные вопросы обсуждения. Протокол проведения общественных слушаний входит в качестве одного из приложений в окончательный вариант материалов ОВОС.

– Прием от заинтересованных сторон письменных замечаний и предложений к материалам общественных слушаний, документирование этих предложений осуществляется в приложениях к материалам ОВОС, в течение 30 дней после окончания общественного обсуждения.

– Учет поступивших замечаний, предложений и иной информации от участников общественных слушаний по материалам ОВОС путем внесения изменений и дополнений в предварительный вариант материалов ОВОС. Составление и утверждение окончательного варианта материалов ОВОС.

5. Эколого-экономическая оценка воздействия объекта на окружающую среду в период проведения работ

5.1 Компенсационные выплаты за загрязнение окружающей среды

Ущерб от воздействия объекта на окружающую среду является комплексной величиной и представляет собой потери и затраты от техногенного воздействия объекта на компоненты среды, социальные условия жизни и здоровье населения.

В разделе выполнен расчет платы по тем компонентам природной среды, которые возможно определить в ценовом выражении.

5.1.1 Плата за загрязнение окружающей среды при эксплуатации объекта

Расчет выполнен в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 913 от 13.09.2016 г. «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

Компенсационные затраты за размещение отходов

Расчет платы за размещение отходов производства и потребления проведен на период, сроком с 1 год (в ценах на 2020 год). Результаты расчета платы за размещение отходов приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 Расчет платы за размещение отходов

Регион	Наименование отхода	Количество отходов за период работ, т	Норматив платы за размещение 1 тонны в пределах установленных лимитов размещения отходов на 2020 год (коэффициент на 2020 год 1,08)	Плата за размещение отходов в ценах 2020 г, руб.
Калининградская область	Отходы 4 класса опасности	6,92	663,20*1,8	4956,50
Итого:				**4956,50**

Плата за размещение отходов за период проведения работ составит 4956 руб. 50 копеек.

Компенсационные затраты за выбросы в атмосферный воздух

Расчет платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух не выполняется. Со вступлением в силу с 1 января 2015 года Федерального закона от 21 июля 2014 г. N 219-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации" 28 статья Федерального закона от 4 мая 1999 г. N 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" излагается в новой редакции, согласно которой с юридических лиц и индивидуальных предпринимателей взимается плата за выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.

Таким образом, с 1 января 2015 года взимание платы за выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от передвижных источников с юридических лиц и индивидуальных предпринимателей законодательством Российской Федерации не предусмотрено.

Компенсационные затраты на восстановление биологических ресурсов

В связи с тем, что причал с прилегающей акваторией и подходные пути к нему расположены в границах акватории морского порта Калининград, организация отдельного рыбохозяйственного мониторинга и расчета ущерба рыбному хозяйству в период эксплуатации Пирса № 6 (причал КГЗ) не требуется.

Затраты на проведение производственного экологического мониторинга и контроля

Стоимость проведения производственного экологического мониторинга и контроля составляет 175 457 рубль 66 копеек в год с НДС. Расчет стоимости приведен в Приложении М.

6. Резюме нетехнического характера

При проведении оценки воздействия на окружающую среду был выполнен анализ природных условий района деятельности объекта.

Проведены оценки негативного воздействия на атмосферный воздух, почву, водные объекты, воздействие физических факторов, воздействие на растительный и животный мир, воздействие при обращении с отходами производства и потребления.

Анализ результатов расчета рассеивания показал, что:

- максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в расчетных точках на границе зоны рекреации по всем веществам и группам суммации (за исключением вещества Азота диоксид) не превысят 0,08 ПДК для зон рекреации без учета фоновых концентраций.

-максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в расчетных точках на границе жилой зоны и границе СЗЗ по всем веществам и группам суммации (за исключением вещества Азота диоксид) не превысят 0,1 ПДК без учета фоновых концентраций.

Для вещества Азота диоксид, максимальные приземные концентрации в расчетных точках на границе жилых территорий и СЗЗ не превысят 1ПДК с учетом фоновых концентраций для жилых территорий и в расчетных точках на границе зоны рекреации 0,8 ПДК с учетом фоновых концентраций для рекреационных территорий.

Расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в период проведения работ по перекачке масел на причале, рассчитанных в программе «Эколог» (версия 4.60) показали, что санитарные нормы по всем нормируемым веществам на границе нормируемых территорий соблюдены.

Производимая деятельность не будет оказывать негативное воздействие на атмосферный воздух. Степень воздействия на атмосферный воздух носит допустимый характер.

Производимая хозяйственная деятельность предусматривает необходимость осуществления водоснабжения. Бытовая канализация в районе расположения причала отсутствует. Отвод бытовых стоков от туалетов в здании КПП решен путем установки биотуалетной кабины типа «Стандарт».

Водоотвод с поверхности покрытий площадки предусматривается в городской коллектор ливневой канализации через очистные сооружения поверхностного стока Векса-2 (приложение Г). При условии осуществления мероприятий по предотвращению и снижению негативного воздействия, предусмотренных проектной документацией, степень воздействия на поверхностные воды при деятельности предприятия носит допустимый характер.

При эксплуатации объекта (причала) образуются отходы. Накопление отходов на причале предусмотрено на специальной площадке с твердым покрытием. Отходы подлежат вывозу на территорию предприятия ООО «Союз-ТТМ». Дальнейшее обращение с данными отходами осуществляется лицензированной организацией по договору с ООО «Союз-ТТМ». Степень воздействия производимой деятельности при обращении с отходами производства и потребления носит допустимый характер.

Выявлены источники воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия). Данная деятельность не будет оказывать негативное воздействие в результате воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия). Степень воздействия физических факторов (в том числе шумового воздействия) при осуществлении деятельности на объекте носит допустимый характер.

Из анализа результатов уровней звука в РТ следует, что на территориях, непосредственно прилегающих к фасаду ближайшего жилого дома, превышения допустимых уровней звука не наблюдаются.

Таким образом, поскольку превышений допустимых уровней звука на нормируемых территориях не наблюдается, то проведение каких-либо шумозащитных мероприятий не требуется. В связи с тем, что на территории деятельности предприятия установлено отсутствие почв, данная деятельность не оказывает негативное воздействие на земельные ресурсы.

Растительность на участке изысканий отсутствует.

Производимая деятельность оказывает воздействие на водные биологические ресурсы.

В связи с тем, что причал с прилегающей акваторией и подходные пути к нему расположены в границах акватории морского порта Калининград, организация отдельного рыбохозяйственного мониторинга в период эксплуатации Пирса № 6 не требуется. При условии осуществления мероприятий по предотвращению и снижению негативного воздействия, степень воздействия на животный и растительный мир носит допустимый характер.

В соответствии с проведенной оценкой воздействия на окружающую среду, можно сделать вывод о том, что при условии осуществления мероприятий по предотвращению и снижению негативного воздействия, а также компенсационных мероприятий, предусмотренных проектной документацией, степень воздействия на окружающую среду носит допустимый характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 10.01.2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
2. Федеральный закон от 04.05.1999 г. N 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха".
3. Федеральный закон РФ от 24.06.98г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления".
4. Федеральный закон от 23.11.1995 г. N 174-ФЗ "Об экологической экспертизе".
5. Водный кодекс РФ.
6. Земельный кодекс РФ.
7. Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. N 372 "Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации".
8. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
9. СНиП 23-03-2003.Защита от шума.
10. СанПиН 42-128-4690-88 «Санитарные правила содержания территорий населенных мест».
11. СП 2.1.7.1038-01 «Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почв. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов».
12. СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления».
13. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. 1981. Л.
14. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1984. Л.
15. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. 1984. Л.
16. Евстигнеева В.Б., Прохорова Л.И. Об определении хлорофиллов а и в. – Биохимия, 1968.– Т. 33, Вып. 2.– С. 268–269.
17. Шлык А.А. О спектрофотометрическом определение хлорофиллов а и в. – Биохимия, 1968. – Т. 3, Вып. 2.– С.275.
18. Правдин И. Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. Москва. Изд-во «Пищевая промышленность», 376 с.
19. Лакин Г. Ф. 1980. Биометрия. // М., «Высшая школа», 293 с.
20. Песенко Ю. А. 1982. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. // М., «Наука», 248 с.
21. Трещев А.И 1983. Интенсивность рыболовства. // М., «Легкая и пищевая промышленность», 236 с.
22. Печников А.С., Терешенков И.И. 1986. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. Л.
23. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам. от 25.11.2011 № 1166 (зарегистрирован в Минюсте РФ 05.03.2012 № 23404)

Приложение А – Техническое задание на проект

Приложение №1
к Договору № 75/20 от «06» мая 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Союз-ТТМ»
_____ Суховольский Р.Я.
«___» _____ 2020 г.
М.П.

СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «ТехноТерра»
_____ Решетов В.В.
«___» _____ 2020 г.
М.П.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) «Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда»

1	Наименование объекта	Пирс № 6 (причал КГЗ)
2	Заказчик	ООО «Союз-ТТМ»
3	Исполнитель	ООО «ТехноТерра»
4	Основание	Предписание № 04-20/03-02 от 13.01.2020г.
5	Сроки	Начало — с момента подписания договора Окончание – в соответствии с календарным графиком.
6	Основная задача	Провести оценку воздействия на окружающую среду деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда у причала № 6»
7	Цель работ	Получить положительное заключение Государственной экологической экспертизы (ГЭЭ): «Обоснование хозяйственной деятельности ООО «Союз-ТТМ» в Морском порту Калининграда»
8	Место расположения объекта	г. Калининград, ул. Правая Набережная, кадастровый номер 39:15:111607:11 и полоса акватории 20 м.
9	Назначение объекта	Стоянка и обработка наливных судов. Перегрузка растительных масел
10	Виды и объемы работ	1. Проведение инженерных изысканий (исследований): 1.1. Экологические изыскания (исследования); 1.2. Гидрометеорологические изыскания (исследования); 1.3. Формирование общего отчета. 2. Проведение оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), в том числе: 2.1. Получение исходных данных от Заказчика; 2.2. Подготовка ТЗ на ОВОС, шаблонов писем и заявлений; 2.3. Разработка раздела ОВОС. 3. Оценка воздействия на водные биоресурсы: 3.1. Оценка воздействия на водные биоресурсы; 3.2. Получение согласование ФАР. 4. Сопровождение государственной экологической экспертизы (ГЭЭ), в том числе: 4.1. Участие в общественных слушаниях. 4.2. Авторское сопровождение раздела ОВОС (устранение замечаний) при проведении ГЭЭ. Информирование общественности (в том числе публикацию в СМИ) и проведение общественных слушаний осуществляет

12

		Заказчик. Организацию и оплату проведения ГЭЭ осуществляет Заказчик. Расчет ущерба водным биоресурсам от осуществления хозяйственной деятельности не выполняется.
11	Исходные данные, предоставляемые Заказчиком	1. Раздел «Технологическая схема осуществляемой деятельности», содержащий в том числе: 1.1. Описание осуществляемой деятельности; 1.2. Перечень и количество используемых машин и механизмов; 1.3. Количество задействованного персонала; 1.4. Перечень и количество перегружаемых материалов; 1.5. Природоохранная документация: ПДВ, ПНООЛР, НДС, СЗЗ, др. (при наличии). 1.6. Графические материалы: ситуационный план, схема планировочной организации земельного участка, др. 2. Правоустанавливающие документы на земельный участок. 3. Результаты гидрографических исследований (промеры глубин) в редактируемом формате. 4. Результаты экологического мониторинга; 5. Рыбохозяйственная характеристика водного объекта; 6. Перечень мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций (при необходимости).
12	Требования к оформлению отчетной документации	Отчетная документация, передаваемая Заказчику: 1. Технический отчет по выполненным инженерно-экологическим изысканиям (исследованиям) и технический отчет по выполненным инженерно-гидрометеорологическим изысканиям исследованиях, в комплектности: по 2 экземпляра на бумажном носителей и 1 экземпляр на электронном носителе. 2. Раздел Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС): в комплектности: по 2 экземпляра на бумажном носителей и 1 экземпляр на электронном носителе. 3. Раздел Оценка воздействия на водные биоресурсы: в комплектности: по 2 экземпляра на бумажном носителей и 1 экземпляр на электронном носителе (далее по тексту – «**Отчетная документация**»).

13

Приложение Б – Договор аренды причала

Договор аренды № 14-11/07Н207
недвижимого имущества, закрепленного за ФГУП «Росморпорт» на праве хозяйственного ведения

г. Москва **«19» 11 2007 г.**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Росморпорт» (именуемое в дальнейшем «Арендодатель»), зарегистрированное ИМНС РФ № 2 по Центральному административному округу г. Москвы 15 мая 2003 г., свидетельство о государственной регистрации серия 77 № 004202429, в лице Генерального директора, Парфенова Юрия Владимировича, действующего на основании Устава предприятия, с одной стороны, и Общество с ограниченной ответственностью «Союз-ТТМ» (именуемый в дальнейшем «Арендатор»), зарегистрированное 26 августа 2002г., свидетельство о государственной регистрации № 1023900987637, в лице Генерального директора Самсонова Леонида Владимировича, действующего на основании Устава, с другой стороны, (совместно именуемые «Стороны»), заключили настоящий договор (далее «Договор») о нижеследующем.

1. Общие положения

1.1. Арендодатель обязуется предоставить Арендатору за плату во временное владение и пользование (аренду) следующее гидротехническое сооружение, являющееся федеральным государственным недвижимым имуществом, и принадлежащее Арендодателю на праве хозяйственного ведения, свободное от прав третьих лиц:

пирс № 6 (причал КГЗ) Калининградского морского порта,

кадастровый (условный) номер: 39:15:11 16 07:0011:39739\6,

расположенный по адресу: г. Калининград, Правая набережная,

свидетельство о государственной регистрации права от 17 апреля 2006 г. 39-АА № 374890.

общая площадь 1469,0 кв.м., длинна 83,3 м.

именуемый в дальнейшем «Объект», на основании п.п. д), п.3 Постановления Правительства Российской Федерации от 30.06.1998 г. № 685 (в редакции Постановлений Правительства РФ от 27.11.2000 г. № 891 и от 23.03.2006 г. №156) и в соответствии с нижеприведенным целевым назначением:
обработка грузов и обслуживание (отстой) судов.

1.2. Договор вступает в силу с момента его государственной регистрации в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним. Срок аренды Объекта - 15 лет с даты подписания настоящего Договора. Договор действует до полного исполнения Сторонами своих обязательств по Договору.

1.3. В случае, если для эксплуатации Объекта необходимо получение согласований и заключений компетентных органов, то Арендатор должен получить все необходимые согласования в тридцатидневный срок с момента государственной регистрации Договора, с последующим уведомлением Арендодателя в пятидневный срок. Арендатор обязуется не осуществлять эксплуатацию Объекта без соответствующих согласований и заключений.

1.4. Условия Договора распространяются на отношения, возникшие между Сторонами с даты передачи Объекта по Акту приема-передачи.

2. Права и обязанности Сторон

2.1. Арендодатель обязуется:

2.1.1. Передать Арендатору Объект по акту приема-передачи, оформленному по форме согласно Приложению № 1, в котором указывается фактическое состояние передаваемого Объекта, не позднее 10 (десяти) дней с даты подписания Договора.

2.1.2. В месячный срок рассматривать обращения Арендатора по вопросам изменения назначения арендуемого Объекта, их капитального ремонта и переоборудования.

2.1.3. Страховать за свой счет Объект от риска утраты (гибели) или повреждения, делающего невозможным его использование по прямому назначению, в течение срока действия настоящего Договора и поддерживать соответствующий договор страхования в силе в течение всего срока действия Договора, а также своевременно производить платежи по такому договору.

2.1.4. Своевременно передать Арендатору все необходимые документы для государственной регистрации настоящего Договора, в соответствии с действующим законодательством.

2.1.5. Не препятствовать, не создавать помех и не вмешиваться в хозяйственную деятельность Арендатора, связанную с использованием Объекта, если эта деятельность не противоречит условиям Договора.

2.1.6. Обеспечивать соблюдение своими работниками и представителями пограничного режима на Объекте, в том числе требований пограничных и таможенных служб.

2.2. Арендатор обязуется:

2.2.1. Использовать Объект в соответствии с пп. 1.1 Договора и установленными законодательством нормами и правилами использования гидротехнических сооружений (причалов), в том числе санитарными нормами и правилами и правилами пожарной безопасности, а также РД 31.35.10-86 «Правила технической эксплуатации портовых сооружений и акваторий», РД 31.3.4-97 «Положение об организации технического контроля гидротехнических сооружений морского транспорта» и РД 31.3.3-97 «Руководство по техническому контролю гидротехнических сооружений морского транспорта».

2.2.2. Своевременно и полностью выплачивать Арендодателю установленную Договором и последующими изменениями и дополнениями к нему арендную плату за пользование Объектом.

2.2.3. Своевременно за свой счет производить текущий и капитальный ремонт всех Объектов (включая инженерные системы и устройства, указанные в акте приема-передачи или технической документации на Объект), а также ремонтные работы в соответствии с декларациями о готовности к эксплуатации причала. Если Арендатор не производит капитальный и/или текущий ремонт, и /или ремонт в соответствии с декларациями о готовности к эксплуатации причалов, то он обязан ежегодно перечислять на счет Арендодателя денежные средства в качестве обеспечения своих обязательств в форме залога по производству капитального и/или текущего ремонта, и /или ремонта в

соответствии с декларациями о готовности к эксплуатации причалов в размере указанном независимым оценщиком в отчете об оценке как средства годовых отчислений на производство соответствующего вида ремонта. При производстве Арендатором ремонта, эти денежные средства возвращаются ему Арендодателем, если Арендодатель самостоятельно не произвел такой ремонт.

Если Арендатор не производит текущий, капитальный ремонт Объекта или ремонт в соответствии с декларациями о готовности к эксплуатации причалов в установленные сроки, Арендодатель вправе произвести такие работы своими силами или профинансировать их за свой счет. В этом случае Арендатор возмещает Арендодателю стоимость понесенных им затрат на текущий, капитальный ремонт или на ремонт в соответствии с декларациями о готовности к эксплуатации причалов в течение десяти банковских дней с момента получения от Арендодателя соответствующего уведомления в размере указанном независимым оценщиком в отчете об оценке как средства годовых отчислений на производство соответствующего вида ремонта. Денежные суммы, полученные Арендодателем в качестве обеспечения обязательства Арендатора производству капитального и/или текущего ремонта, и /или ремонта в соответствии с декларациями о готовности к эксплуатации причалов, зачитываются в стоимость возмещения затрат Арендодателя на производство такого ремонта.

2.2.4. При наступлении страхового случая и после осмотра Объекта представителями страховой организации, с которой заключен договор страхования Объекта в соответствии с пп. 2.1.3 Договора («Страховая организация»), в порядке, предусмотренном договором страхования, своевременно за свой счет произвести восстановление состояния Объекта до первоначального с оплатой расходов на проведение ремонта в соответствии с пп. 2.3.1 Договора.

2.2.5. Обеспечить сохранность инженерных сетей, коммуникаций и оборудования на Объекте (указанных в акте сдачи-приемки).

2.2.6. Не производить на Объекте без письменного разрешения Арендодателя перепланировок и неотделимых изменений и улучшений арендуемых Объекта.

В случае обнаружения Арендодателем самовольных построек, перепланировок, нарушения целостности Объекта, переделок или прокладок сетей, произведенных без согласия Арендодателя, изменяющих первоначальное назначение и внешний вид арендуемого имущества, таковые должны быть ликвидированы Арендатором по требованию Арендодателя, а арендуемое имущество приведено в прежнее состояние за счет Арендатора в срок, определяемый односторонним предписанием Арендодателя.

2.2.7. Соблюдать на Объекте требования контролирующих органов, а также отраслевых правил и норм, действующих в отношении видов деятельности Арендатора и арендуемого им Объекта.

Выполнять за свой счет предписания Арендодателя, в установленный Арендодателем срок, предписания органов Госсанэпиднадзора, госпожнадзора, экологического надзора и иных контролирующих органов о принятии мер по ликвидации ситуаций, возникших в результате деятельности Арендатора, ставящих под угрозу сохранность Объекта, экологическую и санитарную обстановку вне арендуемого Объекта, а также по соблюдению обязательств Арендатора, предусмотренных пп. 2.2.6 и 2.2.8 Договора и нести ответственность за их выполнение.

2.2.8. Содержать Объект и прилегающий к нему земельный участок для эксплуатации производственной территории Арендатора в надлежащем санитарном и противопожарном состоянии.

2.2.9. Обеспечивать беспрепятственный доступ на Объект работникам организаций, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт Объекта и находящегося на нем санитарно-технического и иного оборудования, для выполнения необходимых ремонтных работ, работ по ликвидации аварий либо неисправности оборудования, приборов учета и контроля.

2.2.10. В течение двадцати дней со дня передачи Объекта по Акту приема-передачи:

- при наличии отвечающего установленным требованиям энергопринимающего устройства, непосредственно присоединенного к сетям энергоснабжающей организации, и другого необходимого оборудования, а также при обеспечении учета потребления энергии (воды) заключить договоры на водо-, тепло-, электроснабжение, снабжение иными ресурсами Объекта непосредственно с организациями, предоставляющими указанные услуги. В течение 10 дней с момента заключения этих договоров письменно, с приложением копий договоров, уведомить об этом Арендодателя;

- при отсутствии указанных в предыдущем абзаце устройств или невозможности заключить вышеуказанные договоры Арендатор компенсирует Арендодателю стоимость коммунальных платежей на основании дополнительных счетов, в течение 5 (Пяти) банковских дней, с момента выставления такого счета.

- заключить договор на техническое обслуживание Объекта с Арендодателем в том числе на работы по поддержанию в исправном состоянии всех инженерных систем и устройств Объекта либо при наличии фактической возможности и согласия Арендодателя с иными организациями. В течение 10 дней с момента заключения этого договора письменно, с приложением копии договора, уведомить об этом Арендодателя;

- заключить договор на сбор и вывоз бытовых отходов (а в случае осуществления Арендатором деятельности, в процессе которой образуются отходы производства и потребления, также на вывоз и таких отходов) с организацией - заказчиком указанных услуг либо при наличии собственных контейнерных площадок - с иной организацией, предоставляющей соответствующие услуги. В течение 10 дней с момента заключения этого договора письменно, с приложением копии договора, уведомить об этом Арендодателя

Своевременно производить оплату услуг по указанным договорам.

С письменного согласия Арендодателя Арендатор вправе самостоятельно обслуживать Объект.

2.2.11. Не заключать договоры и не вступать в сделки, следствием которых является или может являться какое-либо обременение предоставленных Арендатору по Договору имущества и имущественных прав, в частности, переход их к иному лицу (договоры залога, внесение права на аренду Объекта или его части в уставный (складочный) капитал организации и др.). Арендатор не вправе передавать Объект в субаренду.

2.2.12. Обеспечивать представителям Арендодателя беспрепятственный доступ на Объект для его осмотра и проверки соблюдения условий Договора с участием представителя Арендатора, а также предоставлять все документы, необходимые Арендодателю для реализации указанного правомочия.

2.2.13. При наступлении страхового случая, предусмотренного договором страхования, заключенным в соответствии с пп. 2.1.3, незамедлительно сообщить о происшедшем Арендодателю, а также в соответствующие компетентные органы (милицию, органы госпожнадзора, организацию, занимающуюся эксплуатацией инженерных коммуникаций, и т.п.) и Страховую организацию и предоставить представителям Страховой организации возможность осмотреть Объект.

2.2.14. Передать Арендодателю Объект по акту приема-передачи, не позднее 10 (десяти) дней после прекращения Договора в том состоянии, в котором Арендатор их получил, с учетом нормального износа со всеми неотделимыми улучшениями, а также с учетом текущего ремонта Объекта, произведенного в соответствии с пп. 2.2.3 Договора.

2.2.15. Зарегистрировать договор аренды за свой счет в ФРС РФ в установленном порядке.

2.2.16. Обеспечить за свой счет поддержание глубин у причалов, указанных в Приложении № 2 к настоящему Договору, на расстоянии двадцати метров от причальной стенки.

2.2.17. Получить необходимые лицензии для осуществления деятельности, указанной в п. 1.1 Договора.

2.2.18. Выполнить ремонтные работы в соответствии с требованиями деклараций о готовности к эксплуатации гидротехнических сооружений в нормативные сроки.

2.3. Права Арендатора:

2.3.1. При своевременной оплате арендной платы в соответствии с п. 3.4 Договора Арендатор при наступлении страхового случая и восстановлении состояния Объекта до первоначального имеет право на оплату расходов по ремонту в пределах страхового возмещения. Порядок, сроки и размер возмещения расходов определяются в дополнительном соглашении к Договору. Стороны обязуются заключить дополнительное соглашение о возмещении расходов Арендатора в течение одного месяца с даты выдачи страховщиком заключения о размере страхового возмещения, согласно условиям договора страхования.

2.3.2. Если в течение срока действия Договора изменяется вид деятельности Арендатора или соотношение видов деятельности Арендатора или площади Объекта, когда это в соответствии с законодательством Российской Федерации влечет изменение размера арендной платы, Арендатор вправе обратиться к Арендодателю с заявлением о заключении дополнительного соглашения к Договору, предусматривающего приведение Договора в соответствие с указанными изменениями.

2.3.3. Арендатор имеет преимущественные права перед другими лицами на заключение договора аренды на новый срок при сохранении условий п.п. д), п.3 Постановления Правительства Российской Федерации от 30.06.1998 г. № 685 (в редакции Постановлений Правительства РФ от 27.11.2000 г. № 891 и от 23.03.2006 г. №156).

2.3.4. Арендатор имеет право осуществлять в установленном порядке реконструкцию Объекта

2.3.5. Арендатор имеет право за свой счет без согласования с Арендодателем размещать на Объектах оборудование и временные сооружения необходимые для эксплуатации Объекта в соответствии с его целевым назначением, указанным в п. 1.1. Договора.

3. Платежи и расчеты по Договору

3.1. Арендная плата за пользование Объектом в год с учетом на добавленную стоимость (далее - «НДС») составляет 306 800 (Триста шест восемьсот) рублей в год, в т.ч. НДС - 46 800 руб., из которых возм эксплуатационных расходов Арендодателя составляет 95 761,72 рублей (Девянос тысяч семьсот шестьдесят один рубль семьдесят две копейки) в год, включая Н 607,72 руб.

Ежемесячный размер арендной платы составляет 1/12 годового размера аренд платы.

3.2. Размер арендной платы ежегодно увеличивается в бесспорном пор величину уровня инфляции, установленному федеральным законом «О государст бюджете РФ» на соответствующий год.

3.3. В случае изменения нормативных правовых актов Российской Фед регулирующих исчисление размера арендной платы, а также при увеличении ра Арендодателя на содержание переданного в аренду имущества, связанного с изме цен и тарифов и в других случаях, предусмотренных действующим законодател Арендодатель не чаще чем один раз в год вправе изменить размер арендной п бесспорном и одностороннем порядке. Новый размер арендной платы устанавлив момента получения Арендатором уведомления о внесении соответствующих изме Договор. Момент получения Арендатором уведомления определяется в любом сл позднее 5 (пяти) дней с даты его отправки заказным письмом по адресу Арен указанному в Договоре.

3.4. Арендатор перечисляет арендную плату ежемесячно, на осн выставленных Калининградским филиалом ФГУП «Росморпорт» счетов, но не п десятого числа оплачиваемого месяца. Калининградский филиал **ФГУП** «Росмо выставляет счета Арендатору не позднее, чем за пять дней с начала оплачив месяца. Ежемесячно, до десятого числа оплачиваемого месяца Калининградский ФГУП «Росморпорт» выставляет Арендатору счет-фактуру, при этом Калинингр филиал ФГУП «Росморпорт» и Арендатор обязаны оформить Акт выполненных ра настоящему Договору в этот же срок. В том случае, если указанная дата выпад общевыходные или праздничные дни, Арендатор перечисляет арендную плату не п первого рабочего дня, следующего за общевыходным или праздничным днем.

Перечисление платежей по настоящему Договору осуществляется Арендат Калининградскому филиалу ФГУП «Росморпорт» по следующим реквизитам: 236003, г. Калининград, наб. Петра Великого, 7; ИНН/КПП 7702352454/390602001; р/счет 40502810600000002314; в Инвестиционно-коммерческом банке «Европейс (ЗАО) к/счет 30101810000000000705 в ГРКЦ ГУ Банка России, БИК 042748705.

4. Ответственность Сторон

4.1. В случае неисполнения или ненадлежащего исполнения условий Дог виновная Сторона обязана возместить причиненные убытки.

4.2. Арендодатель в случае нарушения им пп. 2.1.1 Договора выпла Арендатору пени в размере 0,5% от суммы месячного арендного платежа за кажды просрочки.

4.3. В случае несвоевременной передачи Арендатором Объекта соответствии с пп. 2.2.14 Договора он выплачивает пени в размере 0,5 % за каждый просрочки от суммы причитающейся к оплате годовой арендной платы. При этом Дог не признается продленным.

4.4. В случае, если Арендатор не принял Объект по акту сдачи-приемк установленный настоящим Договором срок, он обязан за все время просрочки вне арендную плату в порядке предусмотренном настоящем Договором, а также оплат пени в размере 0,5 % за каждый день просрочки от суммы, причитающейся к опл годовой арендной платы.

4.5. В случае несвоевременного выполнения предписаний в соответствии пп. 2.2.6 и 2.2.7 Договора Арендатор выплачивает пени в размере 0,1 % за каждый де просрочки от суммы, причитающейся к оплате годовой арендной платы.

4.6. В случае отсутствия договоров, предусмотренных пп. 2.2.10 Договор Арендатор выплачивает пени в размере 0,5 % за каждый день просрочки от сумм причитающейся к оплате годовой арендной платы.

4.7. В случае отсутствия в течение срока, установленного в п. 1.3 Договор согласования использования Объекта по его функциональному назначению компетентных органах, Арендатор самостоятельно несет ответственность установленном законом порядке.

4.8. За неисполнение или несвоевременное исполнение требований п. 2.2.13 настоящего Договора Арендатор уплачивает штраф в порядке, предусмотренном п. 4.15 настоящего Договора, в размере 10 % месячной арендной платы.

4.9. Если имущество, полученное в аренду, по вине Арендатора выбывает из эксплуатации, в том числе, ранее полного амортизационного срока службы (определяемого в соответствии с действующим законодательствам Российской Федерации, в том числе с постановлением Правительства Российской Федерации от 01.01.2002 № 1), а также в случае его полной утраты (гибели) по вине Арендатора, Арендатор уплачивает недовнесенную им до истечения срока действия настоящего Договора арендную плату, на счет, указанный в п. 3.4 настоящего Договора, а также производит за свой счет ремонт (восстановление) данного имущества либо возмещает Арендодателю в полном объеме затраты на ремонт (восстановление) в срок, определяемый односторонним предписанием Арендодателя, но объективно достаточный для выполнения соответствующих работ.

4.10. Если состояние возвращаемого по окончании срока действия Договора имущества хуже его нормального состояния с учетом нормального износа, Арендатор возмещает Арендодателю понесенные им убытки, а также уплачивает штраф в размере 1/3 годовой арендной платы. Ущерб определяется комиссией с участием Арендодателя, Арендатора и с привлечением специализированных организаций и независимых экспертов.

4.11. В случае заключения сделки, следствием которой является или может являться какое-либо обременение предоставленных Арендатору по настоящему Договору имущества и имущественных прав либо отчуждение арендуемого имущества, Арендатор обязан по требованию Арендодателя уплатить штраф в размере рыночной стоимости арендуемого имущества.

Арендатор обязан предпринять совместно с Арендодателем необходимые меры по возврату имущества и снятию обременении. Исполнение Арендатором обязательств по

данному пункту Договора не лишает Арендодателя права досрочного расторжения Договора в установленном законом порядке.

В случае использования арендуемого имущества не по назначению Арендатор обязан по требованию Арендодателя уплатить штраф в размере годовой ставки арендной платы за Объект.

4.12. В случае нарушения иных обязательств предусмотренных Договором, Арендатор выплачивает штраф в размере пяти процентов от суммы месячной арендной платы.

4.13. В случае нарушения Арендатором пп. 2.2.2 Договора начисляются пени в размере 0,2 % с просроченной суммы за каждый день просрочки.

4.14. Уплата штрафа и пени не освобождает Стороны от выполнения лежащих на них обязательств по Договору.

4.15. Взыскание штрафных санкций является правом, а не обязанностью Сторон. Арендатор оплачивает все штрафы и пени по настоящему Договору в течение 5 (пяти) банковских дней с момента получения соответствующего требования от Арендодателя на счет.

4.16. Стороны освобождаются от ответственности, если неисполнение или ненадлежащее исполнение настоящего Договора произошло вследствие обстоятельств непреодолимой силы (форс-мажорных обстоятельств). Обстоятельства непреодолимой силы означают события, неподвластные контролю Сторон, включая, но, не ограничиваясь следующим: наводнение, землетрясение и иные явления природы, а также действия гражданских и военных властей, оккупация, гражданская война, блокада, которые существенно влияют на возможность выполнения Сторонами своих обязательств по настоящему Договору.

4.17. В случае возникновения обстоятельств непреодолимой силы, делающих полностью невозможным исполнение Сторонами своих обязательств по настоящему Договору и даже после прекращения действия указанных обстоятельств или по причине их не прекращения в течение 6 (шести) календарных месяцев с момента возникновения, другая Сторона вправе расторгнуть Договор, и Стороны не будут нести ответственности за неисполненную часть своих обязательств в связи с этими обстоятельствами.

Сторона, ссылающаяся на обстоятельства непреодолимой силы, обязана информировать другие Стороны о наступлении подобных обстоятельств в письменном виде в течение 14 (четырнадцати) дней с момента их возникновения с указанием сведений о характере обстоятельств, а также срока, в течение которого предполагается исполнить обязательство по настоящему Договору.

Сторона, ссылающаяся на обстоятельства непреодолимой силы, также обязана в течение 30 (тридцати) дней предоставить официальное подтверждение компетентных органов о возникновении и действии указанных обстоятельств. Если Сторона не направит или несвоевременно направит необходимое извещение, то она не может ссылаться на данные обстоятельства, как форс-мажорные.

5. Изменение и расторжение Договора

5.1. Вносимые в Договор дополнения и изменения рассматриваются Сторонами в месячный срок и при их согласовании оформляются дополнительными соглашениями, кроме случаев предусмотренных п.п. 3.2, 3.3 Договора.

5.2. Если в течение 10 (десяти) дней, при отсутствии возражений со стороны Арендодателя, после истечения срока действия Договора, Арендатор продолжает пользоваться Объектом, Договор считается возобновленным на тех же условиях на неопределенный срок.

5.3. Договор может быть досрочно расторгнут по требованию Арендодателя по решению суда при следующих нарушениях Договора:

5.3.1. При возникновении задолженности по внесению предусмотренной условиями Договора, с учетом последующих изменений и дополнений к нему, арендной платы за Объект в течение трех месяцев независимо от ее последующего внесения.

Расторжение Договора не освобождает Арендатора от необходимости погашения задолженности по арендной плате и выплаты неустойки (штрафа, пени).

5.3.2. Если Арендатор умышленно или по неосторожности существенно ухудшает состояние Объекта, в т.ч. инженерного оборудования, либо систематически не выполняет обязанности, предусмотренные пп. 2.2.6, 2.2.7, 2.2.8 Договора.

При необеспечении Арендатором в соответствии с пп. 2.2.12 Договора в течение двух рабочих дней беспрепятственного доступа представителям Арендодателя на Объект для его осмотра и проверки соблюдения условий Договора.

5.3.3. При передаче права аренды в залог, в уставный капитал хозяйственных обществ, товариществ или обременении Объекта иным способом.

5.3.4. В случае неоднократного использования Арендатором Объекта не по назначению, указанному в п. 1.1 Договора.

5.4. Арендодатель вправе с соблюдением требований пп.2.1.2 Договора в бесспорном порядке и одностороннем порядке отказаться от исполнения Договора в отношении соответствующего Объекта в случае принятия постановления Правительством РФ о реконструкции Объекта (в случае отказа Арендатора от осуществления реконструкции).

5.5. В случаях, указанных в п. 5.3 Договора, Договор считается расторгнутым с момента вступления в силу соответствующего решения суда. В случае, указанном в п. 5.4. Договора, Договор считается расторгнутым с момента получения Арендатором уведомления об отказе от исполнения Договора.

6. Особые условия

6.1. В аварийных ситуациях на Объекте, которые могут повлечь порчу Объекта, при отсутствии Арендатора организация, осуществляющая техническое обслуживание и ремонт Объекта, имеет право в целях устранения аварии вскрывать здания, помещения и сооружения, находящиеся на Объекте, в присутствии представителей правоохранительных органов и Арендодателя с обязательным составлением протокола и обеспечением сохранности здания, помещения и сооружения и имущества в них.

6.2. Если в течение срока действия Договора вид деятельности Арендатора на Объекте или площадь Объекта, занимаемых Арендатором, существенно изменяется, решение о внесении изменений в Договор принимается Арендодателем в порядке, установленном для предоставления Объекта недвижимого имущества, и оформляется дополнительным соглашением Сторон.

7. Прочие условия

9. Реквизиты Сторон

Арендодатель: ФГУП «Росморпорт»
Адрес: 127055, г. Москва, Новослободская ул., д. 14/19, стр. 7
Расчетный счет:
40502810900000001073
в ОАО «Морбанк» г. Москвы
БИК 044583125
ИНН 7702352454
КПП 770701001

Арендатор: ООО «Союз-ТТМ», ИНН/КПП 3906099876 /390601001
Адрес: Россия ,236000г.Калининград, ул.Толбухина 24.
Расчетный счет:
40702810620010101875
в Калининградском ОСБ № 8626 г Калининграда
Акционерный коммерческий Сберегательный Банк РФ, к/сч 30101810100000000634
БИК 042748634

10. Подписи Сторон:

От Арендодателя

Генерального директора

Ю.В. Парфенов

(подпись)

М.П.

От Арендатора

Генеральный директор

Л.В. Самсонов

(подпись)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель Федерального агентства морского и речного транспорта

А.А. Давыденко

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель территориального управления Федерального агентства по управлению федеральным имуществом по Калининградской области

Е.И.Мезинцев

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СОЮЗ-ТТМ»
Россия, 236006, г. Калининград, ул. Правая Набережная, 10, тел/факс (4012) 312-590
E-mail: soyuz-TTM@klg.soyuzcorp.ru
ОКПО 59172334, ОГРН 1023900987637, ИНН /КПП 3906099876/ 390601001

Исх. № 85
от 02.06.2020

Генеральному директору
ООО «ТехноТерра»
Решетову В. В.

190031, г. Санкт-Петербург,
наб. р. Фонтанки, д.113, лит. А

Направляем Вам данные по запросу исх. № 2-24 от 12.05.20г.

1. Технологическая схема осуществляемой деятельности:

1.1 ООО «Союз-ТТМ» на пирсе № 6 (причал) осуществляет деятельность по стоянке и обработке наливных судов.

2.1 Из механизмов на причале используется кран-манипулятор EFFER – 155.00 4S ПС (скан паспорта прилагается) для погрузочно-разгрузочных операций (подключение шлангов к танкеру, для перекачке масла на производство 1-2 раза в месяц);

3.1 Шумовые характеристики на кран-манипулятор отсутствуют, а танкер буксируется до пирса № 6 буксировщиком Калининградского морского порта, своим ходом не идёт.

4.1 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух отсутствуют;

5.1 На причале круглосуточно дежурит один охранник на постоянной основе, при разгрузке танкера задействован оператор крана-манипулятора и мастер (1-2 раза в месяц);

6.1 Режим работы объекта круглогодичный, круглосуточный, двухсменный, по факту разгрузка танкера занимает по времени до 12 часов 1-2 раза в месяц.

7.1 Причал обеспечен электричеством. Водоснабжение и газоснабжение отсутствует. Для бытовых нужд используется биотуалет. Отведение ливневых вод осуществляется в городской коллектор ливневой канализации через очистные сооружения поверхностного стока Векса-2.

8.1 На причале происходит перегрузка растительных масел до 210 тыс. тонн в год.

Приложение В – Письмо с исходными данными

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СОЮЗ-ТТМ»

Россия, 236006, г. Калининград, ул. Правая Набережная, 10, тел/факс (4012) 312-590
E-mail: soyuz-TTM@klg.soyuzcorp.ru
ОКПО 59172334, ОГРН 1023900987637, ИНН /КПП 3906099876/ 390601001

Исх. № 85
от 02.06.2020

Генеральному директору
ООО «ТехноТерра»
Решетову В. В.

190031, г. Санкт-Петербург,
наб. р. Фонтанки, д.113, лит. А

Направляем Вам данные по запросу исх. № 2-24 от 12.05.20г.

1. Технологическая схема осуществляемой деятельности:

1.1 ООО «Союз-ТТМ» на пирсе № 6 (причал) осуществляет деятельность по стоянке и обработке наливных судов.

2.1 Из механизмов на причале используется кран-манипулятор EFFER – 155.00 4S ПС (скан паспорта прилагается) для погрузочно-разгрузочных операций (подключение шлангов к танкеру, для перекачке масла на производство 1-2 раза в месяц);

3.1 Шумовые характеристики на кран-манипулятор отсутствуют, а танкер буксируется до пирса № 6 буксировщиком Калининградского морского порта, своим ходом не идёт.

4.1 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух отсутствуют;

5.1 На причале круглосуточно дежурит один охранник на постоянной основе, при разгрузке танкера задействован оператор крана-манипулятора и мастер (1-2 раза в месяц);

6.1 Режим работы объекта круглогодичный, круглосуточный, двухсменный, по факту разгрузка танкера занимает по времени до 12 часов 1-2 раза в месяц.

7.1 Причал обеспечен электричеством. Водоснабжение и газоснабжение отсутствует. Для бытовых нужд используется биотуалет. Отведение ливневых вод осуществляется в городской коллектор ливневой канализации через очистные сооружения поверхностного стока Векса-2.

8.1 На причале происходит перегрузка растительных масел до 210 тыс. тонн в год.

9.1 Природоохранная документация на причал отсутствует, т. к. отсутствуют сбросы и выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

10.1 Ситуационный план территории с нанесением ближайших объектов нормирования, схема планировочной организации земельного участка (сканы прилагаются).

2. Договор аренды причала № 14-11/07 N 207 от 19.11.2007г.

3. Результаты гидрологических исследований (промеры глубин).

4. Результаты анализов р. Преголя.

5. Заключен договор с АтлантНИРО на выполнение работ по рыбохозяйственной характеристике водного объекта.

6. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций на причале отсутствуют, т. к. для перевалке растительных масел по законодательству они не требуются.

С уважением,

Генеральный директор Р.Я. Суховольский

Исп. Петров А.А.
8(905)244-64-38

Приложение Г – Технические условия по улучшению гидрологического состояния земельного участка

ГИДРОТЕХНИК

Российская Федерация
Муниципальное бюджетное учреждение
"ГИДРОТЕХНИК"
городского округа «Город Калининград»
Россия, Калининград 236022, ул. Космонавта Леонова, 36-б
тел./факс (4012) 21-43-31,
e-mail: gidrotehnik@list.ru

№ 1759 от 13.11. 2018г.

На основании заявления
№ 1630 от 02.11. 2018г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор МБУ «Гидротехник»
_____ А.В. Мойса
«13» _____ 2018 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
по улучшению гидрологического состояния земельного участка и на подключение объекта к сетям инженерно-технического обеспечения

1. **Объект строительства:** сети дождевой канализации.

2. **Место расположения:** г. Калининград, Центральный район, ул. Правая Набережная (земельный участок с кадастровым (условным) номером 39:15:111607:0011:39739/6).

3. **Наименование и юридический адрес заказчика/застройщика**
ООО «Союз ТТМ», г. Калининград, Правая Набережная, 10.

4. **Максимальная нагрузка в точке подключения к сети дождевой канализации:**
- по дождевой канализации 1,17 л/сек

5. **Возможная точка подключения к сети дождевой канализации:**
Коллектор дождевой канализации диаметром 350 мм по ул. Правая Набережная; существующий смотровой колодец с отметкой дна **- 1,81 м** (схема прилагается).

6. **Срок подключения объекта** определяется при выполнении застройщиком обязательств по подключению объекта (мероприятия выполняемые заявителем в пределах границ земельного участка).

Подключение к существующей сети дождевой канализации осуществляется без взимания платы за подключение.

7. Срок действия технических условий – 3 года.

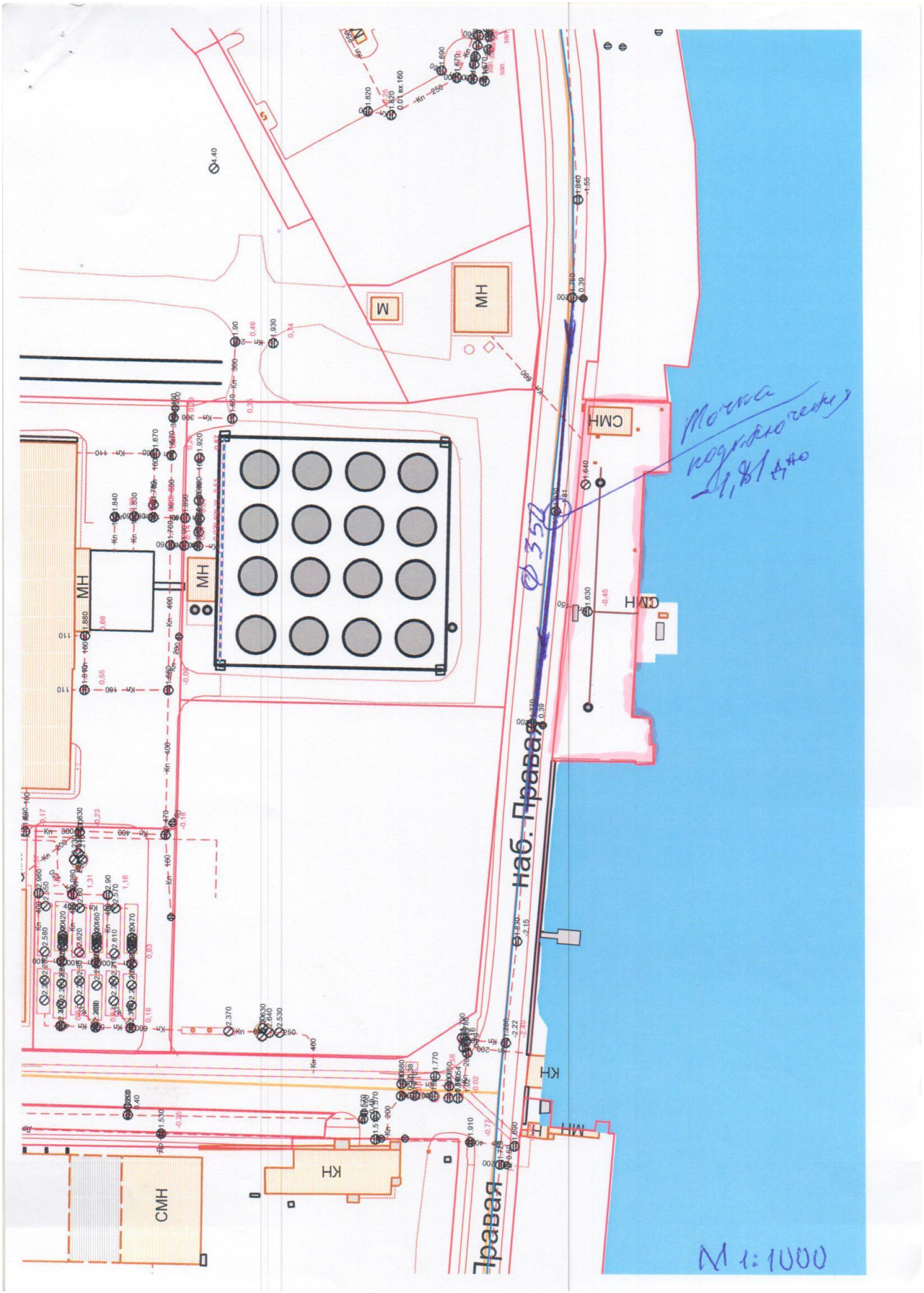
8. Другие требования:

Необходимо выполнить:
- устройство очистных сооружений поверхностного стока;
- очистку и ремонт колодца в месте врезки;
- прочистку коллектора от места врезки вниз по течению 2 пролета.

***Примечание.**
Технические условия не являются разрешением на отвод поверхностных вод в сеть дождевой канализации. Отвод вод возможен после согласования и утверждения рабочей документации на отведение вод.

Начальник отдела
инженерной инфраструктуры Т.Б. Смирнова

Исп. Гусева Ю.Г., 91-92-20



Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	75-20-ОВОС.ТЧ	Лист 87

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ГИДРОТЕХНИК

Российская Федерация
Муниципальное бюджетное учреждение
"ГИДРОТЕХНИК"
городского округа «Город Калининград»
Россия, Калининград 236022, ул. Космонавта Леонова, 36-б
тел./факс (4012) 21-43-31,
e-mail: gidrotehnik@list.ru

Рекомендации
к техническим условиям № 1759 от 13.11 2018г.
по улучшению гидрологического состояния земельного участка и на подключение объекта к сетям инженерно-технического обеспечения

1. **Объект строительства:** сети дождевой канализации.
2. **Место расположения:** г. Калининград, Центральный район, ул. Правая Набережная (земельный участок с кадастровым (условным) номером 39:15:111607:0011:39739/6).
3. **Наименование и юридический адрес заказчика/застройщика**
ООО «Союз ТТМ», г. Калининград, Правая Набережная, 10.
4. **Мероприятия по инженерной подготовки территории и отведению поверхностных и грунтовых вод:**

Учитывая существующую ситуацию, необходимо осуществить следующие мероприятия по отводу поверхностных вод:

4.1. Для сбора поверхностных вод с твердого покрытия территории предусмотреть устройство водосборных сооружений.

4.2. Водосборные сооружения расположить с учетом вертикальной планировки покрытия.

4.3. Отвод вод с кровли здания выполнить на отмостку.

4.4. Отвод бытовых стоков в сеть дождевой канализации запрещен.

4.5. В пределах территории земельного участка предусмотреть устройство очистных сооружений поверхностного стока, руководствуясь СП 32.13330.2012, п. 7.8.; при этом:

- обеспечить свободный доступ к очистным сооружениям;
- рекомендуемые к установке очистные сооружения должны иметь:
  - сертификат соответствия;
  - датчик уровня нефтепродуктов;
  - колодец для забора стоков на анализ.

4.6. При проектировании очистных сооружений поверхностного стока исключить обводную линию (решение технического совета администрации городского округа «Город Калининград» от 15.12.2017 г.).

4.7. Нормативные показатели общих свойств сточных вод и допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, допущенных к сбросу в централизованные дождевые системы водоотведения:

- реакция среды (pH) ед. 6,5-8,5
- температура С + 40
- взвешенные вещества мг/л 10
- сульфиды мг/л 1,5
- сульфаты мг/л 100
- хлориды мг/л 300
- БПК 5 мг/л 7,0
- азот аммонийный мг/л 1,2
-нефтепродукты мг/л 0,5

4.8. На границе земельного участка на отводящем коллекторе предусмотреть устройство смотрового колодца для отбора стоков на анализ.

5. Общие требования и указания:

5.1. Проектом предусмотреть установку чугунных люков и дождеприемных решеток с антивандальной защитой (шарнирное соединение корпуса с крышкой и решеткой) с логотипом «Гидротехник (см. приложения 1, 2); при этом в смотровых колодцах должны быть установлены опорные скобы, выполненные их стальной арматуры ЗПС с покрытием техническим пластиком.

5.2. Для проектирования сетей инженерного обеспечения вне границ земельного участка к объекту строительства и сети дождевой канализации, отводящей дренажные воды в водоток, получить ЗАКЛЮЧЕНИЕ о соответствии проектной документации сводному плану подземных коммуникаций и сооружений на территории городского округа «Город Калининград».

Порядок оформления ЗАКЛЮЧЕНИЯ о соответствии проектной документации сводному плану подземных коммуникаций и сооружений на территории городского округа «Город Калининград» определен Административным регламентом администрации городского округа «Город Калининград» от 01.03.2017 г. № 133.

5.3. При обнаружении на месте производства работ подземных коммуникаций и сооружений, не значащихся в проектной документации, принять меры к предохранению их от повреждений по согласованию с организацией, эксплуатирующей указанные коммуникации и сооружения.

5.4. Предоставить в МБУ «Гидротехник» на согласование проектные решения по отводу вод (копии -1 экз. передаются в МБУ «Гидротехник»):

5.5. Любые изменения проектных решений по отводу поверхностных вод согласовать с проектной организацией и МБУ «Гидротехник» до начала производства работ.

5.6. Для получения заключения о выполнении технических условий подать заявку установленной формы, вызвать представителя МБУ «Гидротехник» и предоставить копии следующих документов:
- технических условий;
- исполнительной съемки проложенных сетей дождевой канализации с отметкой МП «Городской центр геодезии» о внесении информации на дежурный план города Калининграда;
- рабочей документации по сбору и отводу вод, согласованной с МБУ «Гидротехник»;
- актов на скрытые работы при прокладке дождевой канализации;
- паспорта очистных сооружений поверхностного стока;
- договора на обслуживание очистных сооружений;
- акт на врезку в городскую сеть дождевой канализации.

При производстве проектных и строительных работ руководствоваться СП 42.13330.2011 «Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 32.13330.2012 «Канализация. Наружные сети и сооружения», СП «104.13330.2016 «Инженерная защита территории от затопления и подтопления».

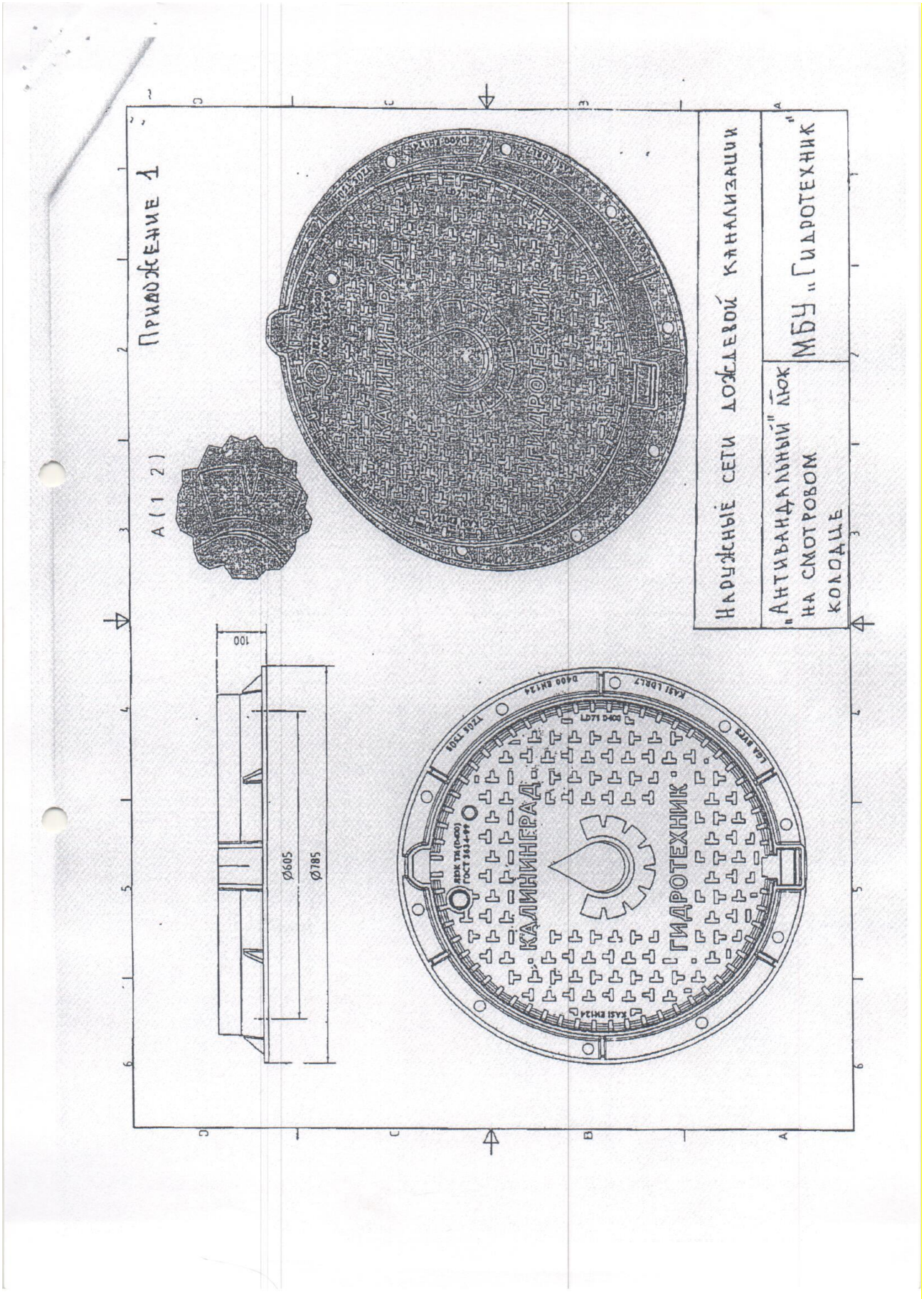
7. Рекомендации выданы на основании заявления (вх. № 1630 от 02.11.2018 г.) и Договора аренды № 14-11/07 № 207 недвижимого имущества, закрепленного на ФГУП «Росморпорт» на праве хозяйственного ведения от 19.11.2007 г.

8. Согласование проекта действительно на период срока действия технических условий.

По окончании этого срока заказчику необходимо продлить их действие; при этом параметры выданных технических условий могут быть изменены (п.10 «Правил определения и предоставления технических условий подключений объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения», утвержденных Постановлением Правительства РФ от 13.02.2006 г. № 83).

Нач. отдела инженерной инфраструктуры — Т.Б. Смирнова

Исп. Гусева Ю.Г., тел. 91-92-20



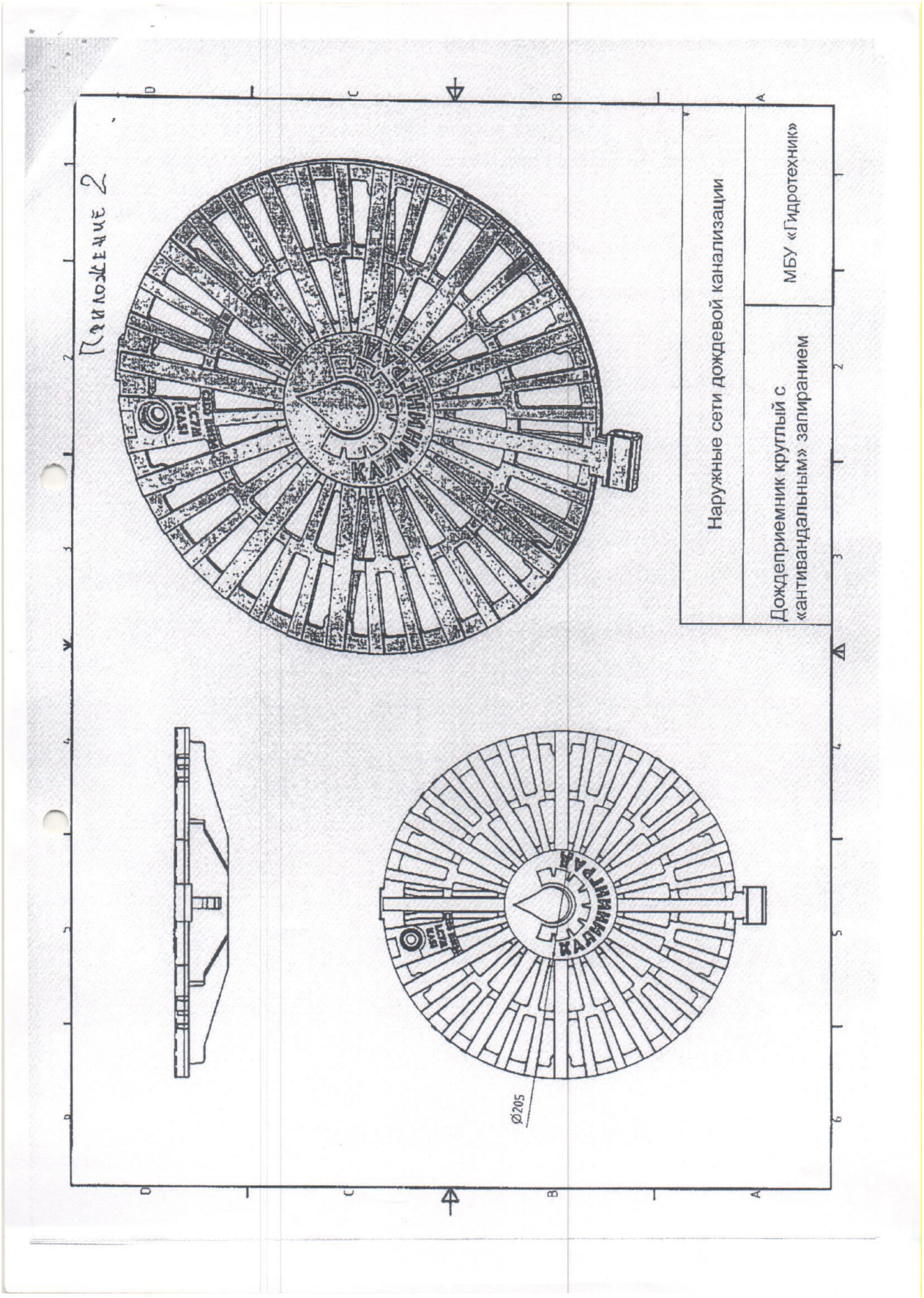
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	75-20-ОВОС.ТЧ	Лист 91

Взаим. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Приложение 2



Взаим. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	75-20-ОВОС.ТЧ	Лист 92

Приложение Д – Письмо о заезжающем автотранспорте

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СОЮЗ-ТТМ»

Россия, 236006, г. Калининград, ул. Правая Набережная, 10, тел/факс (4012) 312-590
E-mail: soyuz-TTM@klg.soyuzcorp.ru
ОКПО 59172334, ОГРН 1023900987637, ИНН /КПП 3906099876/ 390601001

Исх. № 105
от 10.07.2020г.

Генеральному директору
ООО «ТехноТерра»
Решетову В. В.

190031, г. Санкт-Петербург,
наб. р. Фонтанки, д.113, лит. А

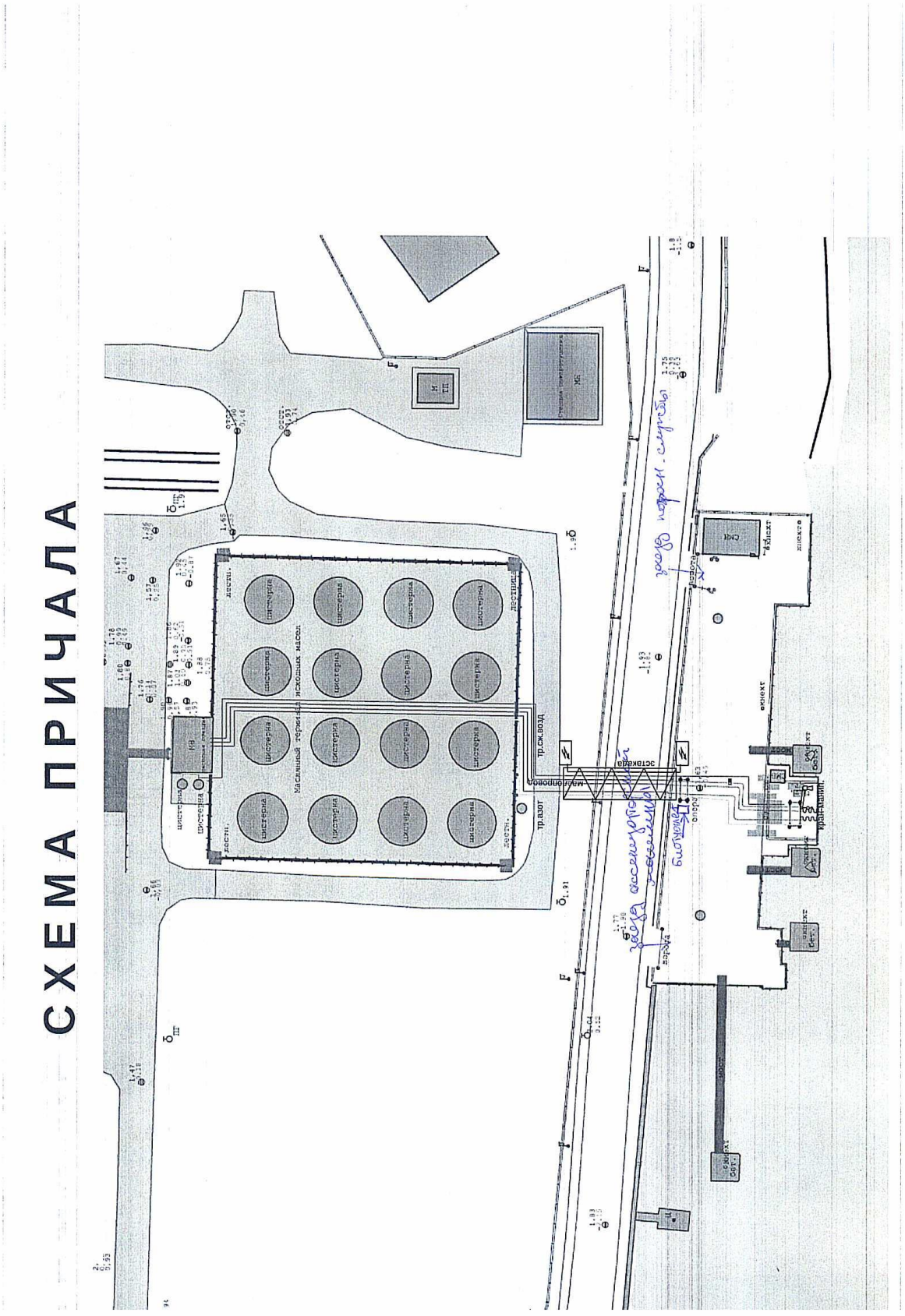
На ваш запрос по транспорту на причале, сообщаем, что раз в месяц на причал заезжает легковой автомобиль марки Лада-приора пограничной службы и грузовой автомобиль марки Мерседес для очистки биотуалета. Специальной парковки на причале нет. Схема заезда прилагается.

С уважением,

Генеральный директор Р.Я. Суховольский

Исп. Петров А.А.
8(905)244-64-38

СХЕМА ПРИЧАЛА



Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	75-20-ОВОС.ТЧ	Лист 94

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взаим. инв. №

Приложение Е – Справка ФГБУ «Северо-Западное УГМС» о климатических и фоновых характеристиках

ФГБУ «Северо-Западное УГМС»

Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды" (Калининградский ЦГМС - филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС»)

Юридический адрес:
23 линия В.О., д. 2а, Санкт-Петербург, 199106
Фактический адрес:
Пугачева ул., д. 16, Калининград, 236022
тел. (4012) 21-43-19, факс (4012) 21-43-19
e-mail: office@meteo39.ru; http://meteo39.ru/

06.07.2020 № 3[illegible]32-656

На № 1-104-12 от 08.05.2020 г.

Генеральному директору
ООО "ТехноТерра"

Решетову В.В.

СПРАВКА
О КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ

Адрес участка расположения объекта (населенный пункт) и/или название объекта: "Пирс № 6 (Причал КГЗ) ", расположенный по адресу: г. Калининград, Правая набережная. Данные предоставлены по ближайшему пункту метеорологических наблюдений-ОГМС Калининград.
Данные предоставляются для инженерно-экологических изысканий.

Значения запрашиваемых климатических характеристик:

1. Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, **А** ……**160**

2. Коэффициент рельефа местности ……..**1,0**

3. Средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца года (по данным объединенной гидрометеорологической станции Калининград 1990-2019 гг) **Тв, ^{0} С** ……**-3,3**

4. Средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года (по данным объединенной гидрометеорологической станции Калининград 1990-2019 гг) **Тв, ^{0}С** ……**+24,4**

5. Скорость ветра (м/с), повторяемость превышения которой составляет 5 % (по данным объединенной гидрометеорологической станции Калининград 1990-2019 гг) **u*, м/с**…… **5**

6. Среднегодовая роза ветров %
(по данным объединенной гидрометеостанции Калининград 1997-2019 гг)

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
10	8	10	13	13	15	20	11	12

Справка используется только в производственных целях Заказчика для указанного выше адреса и/или объекта.

Начальник филиала (Подпись) Скляров Ю.В (Расшифровка)

Калининградский ЦГМС - филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС»

Исполнитель:
Привалова А.В.
(4012) 215898

ФГБУ «Северо-Западное УГМС»
Калининградский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»
Калининградский ЦГМС – филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС»
Юридический адрес:
В.О., 23 линия, д.2а, г. Санкт-Петербург, 199106
Фактический адрес:
Пугачева ул., д.16, г. Калининград, 236022
тел. (4012)21-43-19, факс (4012)21-43-19
e-mail: office@meteo39.ru
сайт: meteo39.ru

01.07.2020 № 39/2-39/5-651

На № 1-104-11 от 08.05.2020г.

Генеральному директору
ООО «ТехноТерра»
Решетову В.В.
190031, Россия, г. Санкт-Петербург, наб.р.Фонтанки, д. 113 лит. А

СПРАВКА
О ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

г . Калининград

Фоновые концентрации предоставляются ООО «ТехноТерра»
Для инженерно-экологических изысканий на объекте **«Пирс №6 (причал КГЗ)»** , расположенному по адресу: **г. Калининград, ул. Правая Набережная, кадастровый номер 39:15:111607:11 и полоса акватории 20м**

Фоновые концентрации установлены согласно Методическим указаниям по определению фонового уровня загрязнения атмосферного воздуха, утвержденным приказом Минприроды России от 22.11.2019 г. №794 и РД 52.04.186-89 - по данным наблюдений стационарных постов за пятилетний период.Фоновые концентрации определены с учетом вклада действующих объектов, но без учета вклада новых объектов.

Фоновые концентрации принять следующие:

ПНЗ-1 Период наблюдений 2014-2018 г.г.	**Загрязняющие вещества**	Единица измерения	Фоновая концентрация ($C_ф$)				
			При скорости ветра 0-2 м/с	При скорости ветра 3-5 м/с и направлениях			
				С	В	Ю	З
Условные координаты на карте-схеме Х-10460 У-5570	1.Взвешенные вещества	мкг/м^3	272	259	249	265	236
	2.Диоксид серы	мкг/м^3	7	3	4	3	7
	3.Диоксид азота	мкг/м^3	109	58	70	89	88
	4.Оксид углерода	мг/м^3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	5.Оксид азота	мкг/м^3	33	16	23	25	26

Фоновые концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, диоксида азота, оксида углерода и оксида азота в атмосферном воздухе действительны на период с 2019 по 2023 гг. (включительно). Справка используется только в производственных целях заказчика для указанных выше адресов и объектов и не подлежит передаче другим организациям.

Зам.Начальника Калининградского ЦГМС Д.В.Поцелуева

Калининградский ЦГМС - филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС»

Исполнитель :
Алексеевская Л. Н.
(4012) 64-33-07

Взаим. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

75-20-ОВОС.ТЧ

Приложение Ж – Письмо об отходах

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СОЮЗ-ТТМ»

Россия, 236006, г. Калининград, ул. Правая Набережная, 10, тел/факс (4012) 312-590
E-mail: soyuz-TTM@klg.soyuzcorp.ru
ОКПО 59172334, ОГРН 1023900987637, ИНН /КПП 3906099876/ 390601001

Исх. № 5/11

от 14.07.20г.

Генеральному директору
ООО «ТехноТерра»
Решетову В. В.

190031, г. Санкт-Петербург,
наб. р. Фонтанки, д.113, лит. А

На Ваш запрос про образование отходов на причале, сообщаем, что на причале для освещения используются LED лампы (список прилагается). Что касаемо наплавного мусора, то за 2019г. его было собрано около 4 м^3.

С уважением,

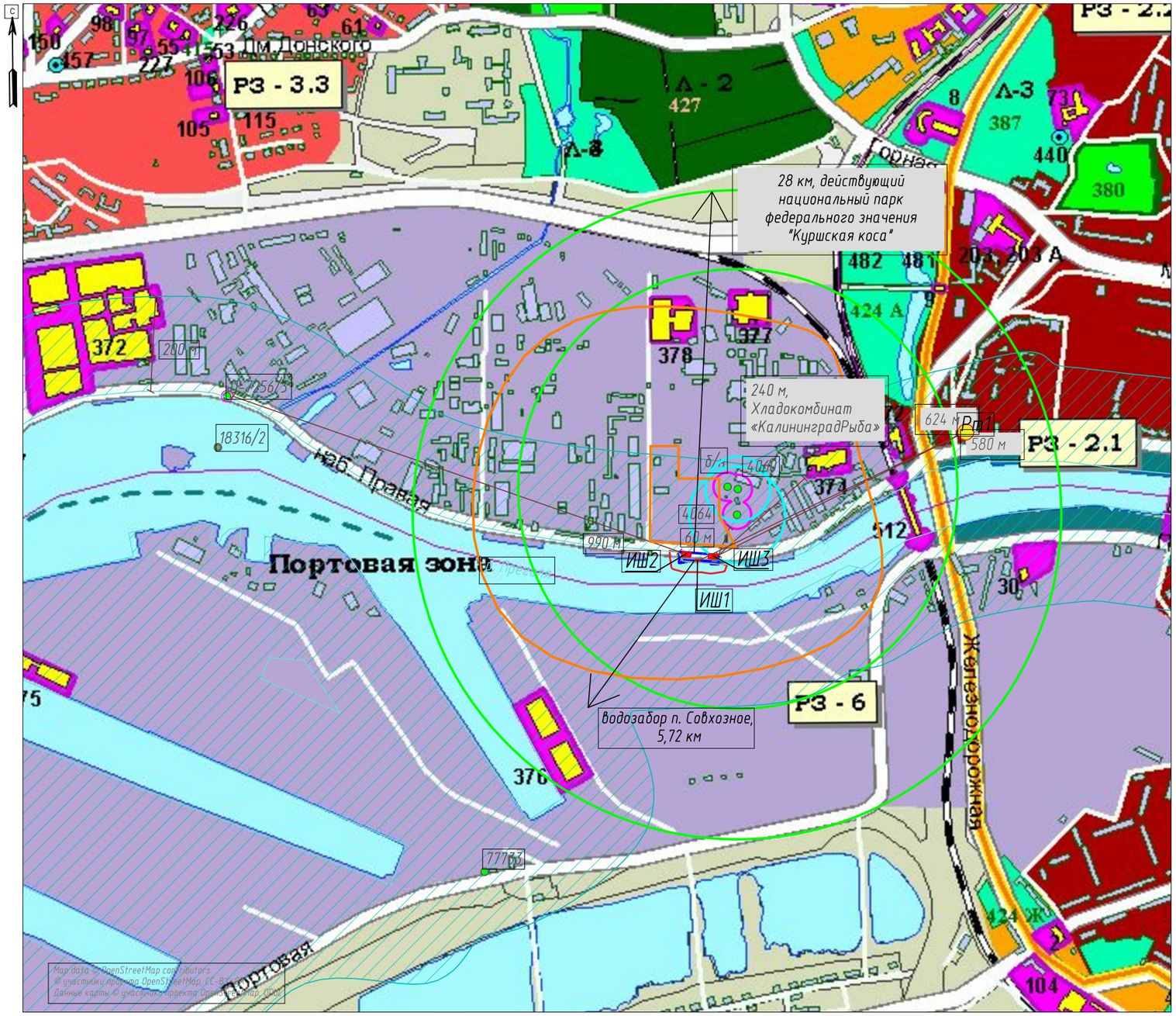
Начальник отдела экологии А.А. Петров

Исп. Петров А.А.
8(905)244-64-38

Светодиодные лампы. Причал

Марка лампы	Количество ламп, используемых на предприятии	Срок службы ламп	Количество часов работы одной лампы в году	Вес одной ламы
	шт.	час	час/год	т
LED Свеча 8W 220V Gauss	3	35000	4000	0,00003
LED-T8-10W/ NW/G13/FR 230В 4000K	16	40000	4000	0,00012
LED-T8-18W/ NW/G13/FR/ FIX/N 1620lm 4000K	16	30000	4000	0,00020
LED-HP E40 6500K	5	30000	4000	0,00070

Приложение И – Паспорта на оборудование, расчет уровней шума



Условные обозначения:

- Рт1-расчетная точка
- ИШ1 Площадка расположения Крана-манипулятора и генератора, предназначенного для перекачки масел насосным оборудованием
- ИШ2 Площадка, предназначенная для проезда грузового автотранспорта (ассенизационной техники 1 раз в месяц)
- ИШ3 Площадка, предназначенная для проезда легкового автотранспорта (таможенной службы 1-2 раза в месяц)
- 580 м - расстояние от границы причала до ближайшей жилой застройки
- 624 м - расстояние от ИШ1 до ближайшей жилой застройки

Условные обозначения	
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий по линии акватории (20 м от берега)
	Водоохранные зоны водных объектов
	Водозаборные скважины *
	I пояс ЗСО
	II пояс ЗСО
	III пояс ЗСО
	Граница предприятия промплощадки СОЮЗ-ТТМ и ее СЗЗ (300 м)

* Сведения о водозаборах

Предприятие	Номер лицензии	Номера скважин
ООО «Союз-ТТМ»	КЛГ 02183 ВЭ	б/н 4060 4064
ОАО «Калининградская генерирующая компания», водозабор ТЭЦ-1	КЛГ 02186 ВЭ	18316/2 П-7256/3
ФГУП «Нацрыбресурс»	КЛГ 080135 ВР	77733 (12)

Масштаб 1:10000

Изм.	Кол.уч.	Лист	Nдок.	Подп.	Дата	75-20-ОВОС.ГЧ-03			
						Схема расположения источников шума и расчетных точек			
Разработал		Степанов			05.20	Оценка воздействия на окружающую среду	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Матвеев			05.20		П		1
Нач.отдела		Ладина			05.20				
						Ситуационный план	ООО "ТехноТерра"		
							Формат А3		

Согласовано | Взаим.инв.№ | Подпись и дата | Инв. № подл.

WÄRTSILÄ

WÄRTSILÄ Engines

WÄRTSILÄ 20
PROJECT GUIDE

Двигатель WÄRTSILÄ 20
ПРОЕКТНОЕ РУКОВОДСТВО



ВВЕДЕНИЕ

Данная публикация содержит данные и предложения для ранней стадии разработки проектов для судовых двигателей. Для контрактных проектов всегда предоставляются конкретные инструкции по проектированию. Любые данные и информация в данном руководстве могут быть пересмотрены без специального уведомления. Данная публикация 1/2007 отменяет все предыдущие публикации проектных руководств по двигателю Wärtsilä 20.

Издание	Опубликовано	Обновления
1/2007	19.12.2007	Множество обновлений в проектном руководстве

Wärtsilä Ship Power
4-stroke, Business Suppor

Vaasa, декабрь 2007

ДАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ ПЛАНИРОВАЛАСЬ КАК ТОЧНЫЙ И АВТОРИТЕТНЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ ПО ОПИСЫВАЕМОМУ ПРЕДМЕТУ НА МОМЕНТ НАПИСАНИЯ. ОДНАКО В ПУБЛИКАЦИИ ОПИСАНЫ СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ТОЛЬКО ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТА В ДАНОМ ОБЛАСТИ, А КОНСТРУКЦИЯ ОПИСЫВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВЕРЖЕНА РЕГУЛЯРНОМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ, МОДИФИКАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯМ. В СВЯЗИ С ЭТИМ ИЗДАТЕЛЬ И ДЕРЖАТЕЛЬ АВТОРСКИХ ПРАВ НА ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ Е ПРИНИМАЮТ НИКАКИХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ИМУЩЕСТВЕННЫХ, ПРЕТЕНЗИЙ ЗА СЛУЧАЙНЫЕ ОШИБКИ, ДОПУЩЕННЫЕ В ПУБЛИКАЦИИ ЛИБО ЗА РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ КОНСТРУКТИВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ОПИСЫВАЕМОГО ОБОРУДОВПАНИЯ И РЕАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ. ИЗДАТЕЛЬ И ДЕРЖАТЕЛЬ АВТОРСКИХ ПРАВ НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ФИНАНСОВЫЕ ИЛИ ИНЫЕ УБЫТКИ, ИЛИ УЩЕРБ И ТРАВМЫ, ПОНЕСЕННЫЕ ЛЮБЫМИ СТОРОНАМИ, ИСПОЛЬЗОВАВШИМИ ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ ЛИБО СОДЕРЖАЩУЮСЯ В НЕЙ ИНФОРМАЦИЮ

COPYRIGHT © 2007 BY WÄRTSILÄ FINNLAND OY

ВСЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ. НИКАКАЯ ЧАСТЬ ДАННОГО ИЗДАНИЯ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНА ИЛИ СКОПИРОВАНА КАКИМ-ЛИБО СПОСОБОМ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЕРЖАТЕЛЯ АВТОРСКИХ ПРАВ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные данные и показатели..... 1
1.1 Основные технические данные..... 1
1.2 Максимальная постоянная выходная мощность..... 1
1.3 Условия эксплуатации..... 2
1.4 Основные размеры и веса..... 3
2. Рабочие диапазоны..... 5
2.1 Рабочий диапазон двигателя..... 5
2.2 Допустимая нагрузка..... 7
2.3 Низкая температура воздуха..... 9
2.4 Работа при малых нагрузках и на холостом ходу..... 9
3 Технические данные..... 10
3.1 Двигатель Wärtsilä 4L20..... 10
3.2 Двигатель Wärtsilä 6L20..... 12
3.3 Двигатель Wärtsilä 8L20..... 14
3.4 Двигатель Wärtsilä 9L20..... 16
4. Описание двигателя..... 18
4.1 Определения..... 18
4.2 Основные компоненты..... 18
4.3 Поперечный разрез двигателя..... 20
4.4 Интервалы между капитальными ремонтами..... 21
5. Разработка, обработка и установка трубопроводов..... 22
5.1 Общие сведения..... 22
5.2 Размеры труб..... 22
5.3 Подогрев трубопроводов..... 23
5.4 Рабочее и расчётное давление..... 23
5.5 Класс трубы..... 23
5.6 Изоляция..... 24
5.7 Местные измерительные приборы..... 24
5.8 Процедуры очистки..... 24
5.9 Гибкие соединения труб..... 25
5.10 Крепление труб..... 26
6. Топливная система..... 28
6.1. Допустимые характеристики топлива..... 28
6.2 Внутренняя топливная система..... 31
6.3 Внешняя топливная система..... 33
7. Система смазки маслом..... 48
7.1 Требования к качеству смазочного масла..... 48
7.2 Внутренняя система смазки маслом..... 49
7.3 Внешняя система смазки маслом..... 51
7.4 Система вентиляции картера двигателя..... 56
7.5 Инструкция по промывке..... 56
8. Система сжатого воздуха..... 58
8.1 Внутренняя система сжатого воздуха..... 58
8.2 Внешняя система сжатого воздуха. 59
9. Система водяного охлаждения..... 62
9.1 Качество воды..... 62
9.2 Внутренняя система водяного охлаждения..... 63
9.3 Внешняя система водяного охлаждения..... 66
10. Система воздуха горения..... 78
10.1 Вентиляция машинного отделения..... 78
10.2 Схема системы подачи воздуха горения..... 79
11. Выхлопная система..... 81
11.1 Внутренняя выхлопная система 81
11.2 Выхлопной патрубок..... 82
11.3 Внешняя выхлопная система 83
12. Очистка ГТН..... 86
12.1 Система очистки турбины..... 86

13. Выхлопные газы..... 87
13.1 Общие сведения..... 87
13.2 Компоненты выхлопных газов дизельного двигателя..... 87
13.3 Морское законодательство по выбросам выхлопных газов..... 88
13.4. Методы снижения выброса отработавших газов..... 89
14. Система автоматики..... 93
14.1 Система управления UNIC C1..... 93
14.2 Система UNIC C2..... 99
14.3 Система UNIC C3..... 104
14.4 Функции системы UNIC..... 104
14.5 АПС и сигналы параметров системы..... 106
14.6 Потребители энергии..... 107
15. Фундамент..... 108
15.1 Опорная поверхность двигателя..... 108
15.2 Фундамент редукционной передачи..... 108
15.3 Фундаменты оборудования, приводимого от механизма отбора мощности на свободном конце..... 108
15.4 Жесткое крепление двигателя..... 108
15.5 Упругое крепление двигателя..... 111
15.6 Монтаж дизель-генераторов..... 112
15.7 Гибкие соединения труб..... 114
16. Вибрации и шумы..... 115
16.1 Общие сведения..... 115
16.2 Внешние силы и динамические пары..... 115
16.3 Суммарный момент инерции..... 116
16.4 Воздушные шумы..... 116
17. Передача мощности..... 117
17.1 Упругая муфта..... 117
17.2 Муфта сцепления..... 118
17.3 Устройство блокировки вала..... 118
17.4 Отбор мощности со свободной стороны двигателя..... 119
17.5 Исходные данные по вычислению крутильных колебаний..... 119
17.6 Валоповоротная шестерня..... 120
18. Конструкция машинного отделения..... 121
18.1 Расстояния между коленвалами..... 121
18.2 Пространство для техобслуживания..... 122
18.3 Использование запасных деталей и инструментов..... 122
18.4 Пространство для размещения демонтируемого оборудование..... 122
19. Транспортировка: размеры и вес..... 126
19.1 Подъем двигателей..... 126
19.2 Вес компонентов двигателя..... 127
20. Дополнения к проектной документации..... 130
21. ПРИЛОЖЕНИЯ..... 131
21.1 Таблицы пересчета единиц..... 131
21.2 Перечень символов, используемых в чертежах..... 132

1. Основные данные и показатели

1.1 Основные технические данные

Wärtsilä 20 – это четырёхтактный, нереверсивный, дизельный двигатель с турбонаддувом и промежуточным охладителем, с прямым впрыском топлива.

Диаметр цилиндра	200 мм
Ход	280 мм
Рабочий объем	8.8 л/цилиндр
Число клапанов	2 впускных и 2 выпускных клапана
Конфигурация цилиндров	4, 6, 8, 9, в линию
Направление вращения	По часовой стрелке, против часовой – по требованию
Частота вращения двигателя	900, 1000 об/мин.
Средняя скорость поршня	8.4, 9.3 м/с

1.2 Максимальная постоянная выходная мощность

Среднее эффективное давление P_e может быть вычислено по формуле:

$$P_e = \frac{P \times c \times 1.2 \times 10^9}{D^2 \times L \times n \times \pi}$$ **, где:**

P_e = Среднее эффективное давление [бар]
P = Выходная мощность на цилиндре [кВт]
n = Частота вращения двигателя [об/мин]
D = Диаметр цилиндра [мм]
L = Длина хода поршня [мм]
c = Рабочий цикл (2)

Замечание! Минимальная номинальная частота вращения составляет 1000 об/мин для установок с регулируемым шагом и с фиксированным шагом гребных винтов.

Таблица 1.1 Нормировочная таблица для основных двигателей

Двигатель	**Выходная мощность в кВт (Эффективная мощность) при 1000 об/мин**	
	кВт	**(Эффективная мощность)**
4L20	800	1080
6L20	1200	1630
8L20	1600	2170
9L20	1800	2440

Для основных двигателей максимальное положение рейки управления подачей топлива механически ограничено на 100% от постоянной выходной мощности. Допустима перегрузка в 10% в течение одного часа каждые 12 часов. Для вспомогательных двигателей максимальное положение рейки управления подачей топлива механически ограничено на 110% от постоянной выходной мощности. Расчёт выходных значений на генераторе производится для эффективности 0.95 и коэффициента мощности 0.8.

Таблица 1.2 Нормировочная таблица для вспомогательных двигателей

Двигатель	Выходная мощность при			
	900 об/м / 60 Гц		1000 об/м / 50 Гц	
	Двигатель (кВт)	Генератор (кВА)	Двигатель (кВт)	Генератор (кВА)
4L20	740	880	800	950
6L20	1110	1320	1200	1420
8L20	1480	1760	1600	1900
9L20	1665	1980	1800	2140

1.3 Условия эксплуатации

Отбор мощности возможен при температуре жидкости охлаждения наддувочного воздуха макс. 38˚C и температуре воздуха макс. 45˚C. При более высоких температурах, необходимо снизить выходную мощность в соответствии с формулой, установленной стандартом ISO 3046-1:2002 (E).

Удельный расход масла определён в главе *Технические данные*. Приведённое значение удельного расхода масла соответствует двигателям без насосов, приводимых от двигателя, работающих в окружающих условиях, соответствующих стандарту ISO 15550:2002 (E). Нормальными условиями (по стандарту ISO) считаются:

Полное барометрическое давление	100 кПа
Температура воздуха	25˚C
Относительная влажность	30%
Температура жидкости охлаждения наддувочного воздуха	25˚C

Поправочные коэффициенты для расхода масла при других окружающих условиях даны в стандарте ISO 3046-1:2002.

1.3.1 Высокая температура воздуха

Максимальная температура поступающего воздуха составляет + 45˚C. Более высокие температуры приведут к чрезмерным термическим нагрузкам на двигатель, и могут быть допустимы только при снижении мощности двигателя (постоянном снижении MCR – максимальной длительной мощности) на 0.35% на каждый 1˚C превышения температуры + 45˚C.

1.3.2 Низкая температура воздуха

При разработке кораблей для работы при низких температурах следует учитывать следующие минимальные температуры поступающего воздуха:

- При пуске: + 5˚C
- На холостом ходу: - 5˚C
- При высокой нагрузке: - 10˚C

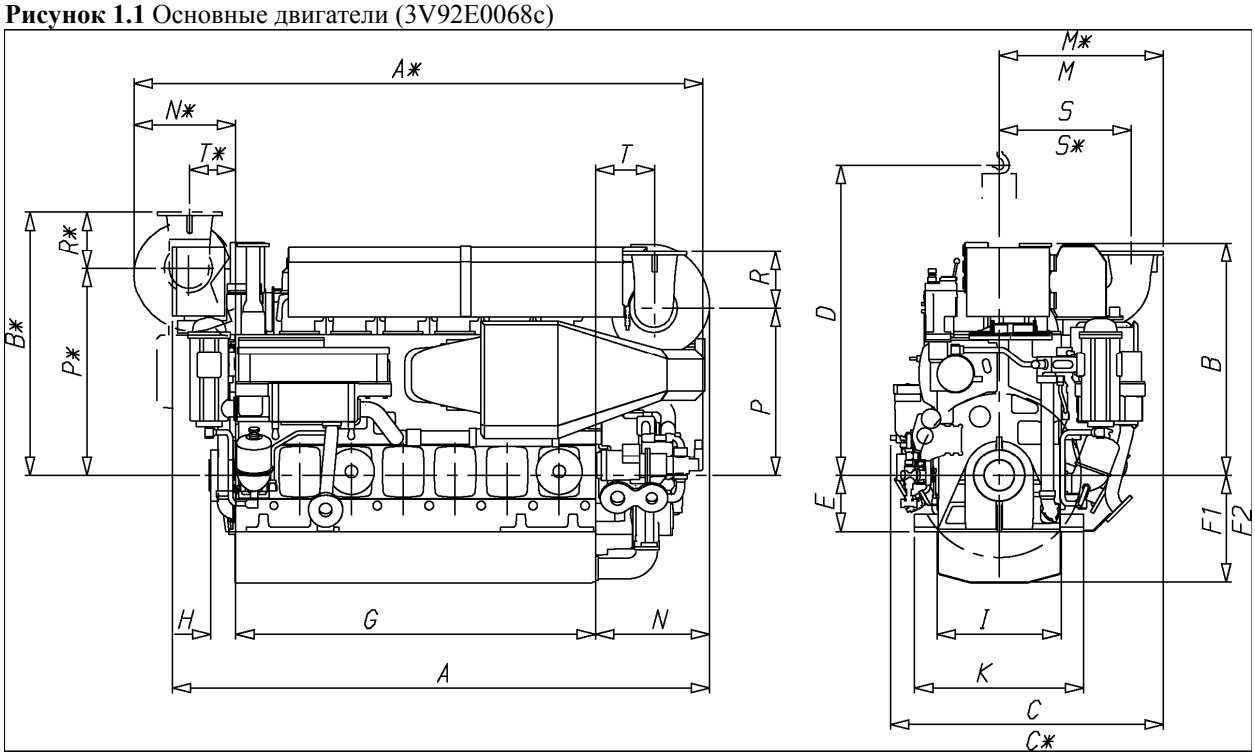
При высоких нагрузках, холодный всасываемый воздух высокой плотности приводит к высоким давлениям при горении. Приведённые предельные температуры справедливы для стандартных двигателей.
При температурах меньше 0˚C, может быть необходимо специальное оснащение двигателя или вентиляции.
Другие указания по низким температурам всасываемого воздуха приведены в главе *Система подачи воздуха для горения.*

1.3.3 Высокая температура воды

Максимальная температура холодной воды (LT) на входе составляет + 38˚C. Более высокие температуры приведут к чрезмерным термическим нагрузкам на двигатель, и могут быть допустимы только при снижении мощности двигателя (длительное снижение MCR) на 0.3% на каждый 1˚C превышения температуры + 38˚C.

1.4 Основные размеры и веса

Рисунок 1.1 Основные двигатели (3V92E0068c)



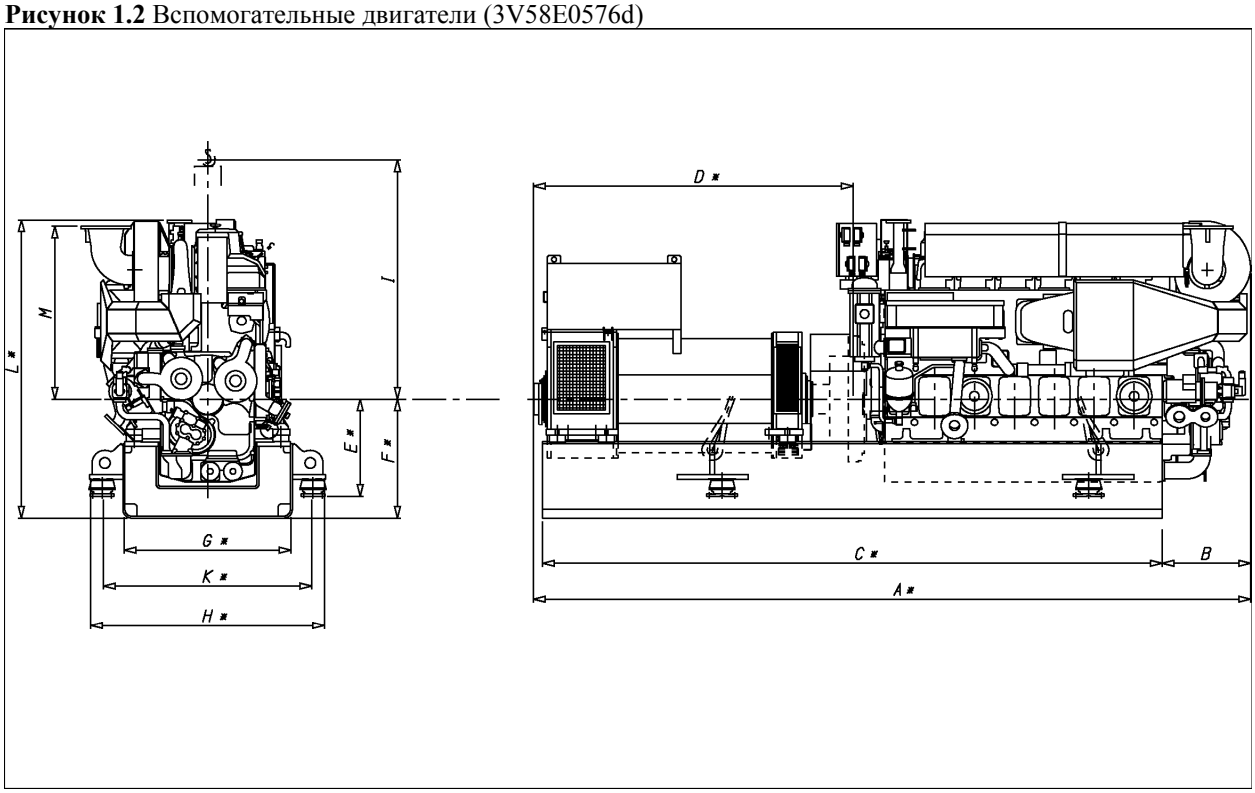
Двигатель	A*	A	B*	B	C*	C	D	E	F1	F2	H	H	I	K
4L20		2510		1348		1483	1800	325	725	725	1480	155	718	980
6L20	3292	3108	1528	1348	1580	1579	1800	325	624	824	2080	155	718	980
8L20	4011	3783	1614	1465	1756	1713	1800	325	624	824	2680	155	718	980
9L20	4299	4076	1614	1449	1756	1713	1800	325	624	824	2980	155	718	980

F1 для сухого поддона картера и F2 для глубокого мокрого картера

Двигатель	M*	M	N*	N	P*	P	R*	R	S*	S	T*	T	Вес
4L20		854		665		920		248		694		349	7.2
6L20	951	950	589	663	1200	971	328	328	762	763	266	343	9.3
8L20	1127	1084	708	738	1224	1000	390	390	907	863	329	339	11.0
9L20	1127	1084	696	731	1224	1000	390	390	907	863	329	339	11.6

* Турбокомпрессор со стороны маховика
Размеры в мм. Вес в тоннах.

Рисунок 1.2 Вспомогательные двигатели (3V58E0576d)



Двигатель	A*	B	C*	D*	E*	F*	G*	H*	I	K*	L*	M	Вес [т]*
4L20	4910	665	4050	2460	725	990	1270/1420	1770/1920	1800	1580/1730	2338	1168	14.0
6L20	5325	663	4575	2300	725	895/975/1025	1270/1420/1570	1770/1920/2070	1800	1580/1730/1880	2243/2323/2373	1299	16.8
8L20	6030	731	5100	2310	725	1025/1075	1420/1570	1920/2070	1800	1730/1880	2474/2524	1390	20.7
9L20	6535	731	5400	2580	725	1075/1125	1570/1800	2070/2300	1800	1880/2110	2524/2574	1390	23.8

* Зависит от типа и размера генератора
Размеры в мм. Вес в тоннах.

2. Рабочие диапазоны

2.1 Рабочий диапазон двигателя

При частоте вращения меньше номинальной, необходимо ограничивать нагрузку в соответствии с диаграммами, представленными в этой главе, для того, чтобы поддерживать рабочие параметры двигателя в допустимых пределах. Работа в заштрихованной области диаграммы возможна только кратковременно, при переходных режимах. Минимальная частота вращения и диапазон частот для включения сцепления показаны на диаграмме, но также могут применяться особые ограничения проекта.

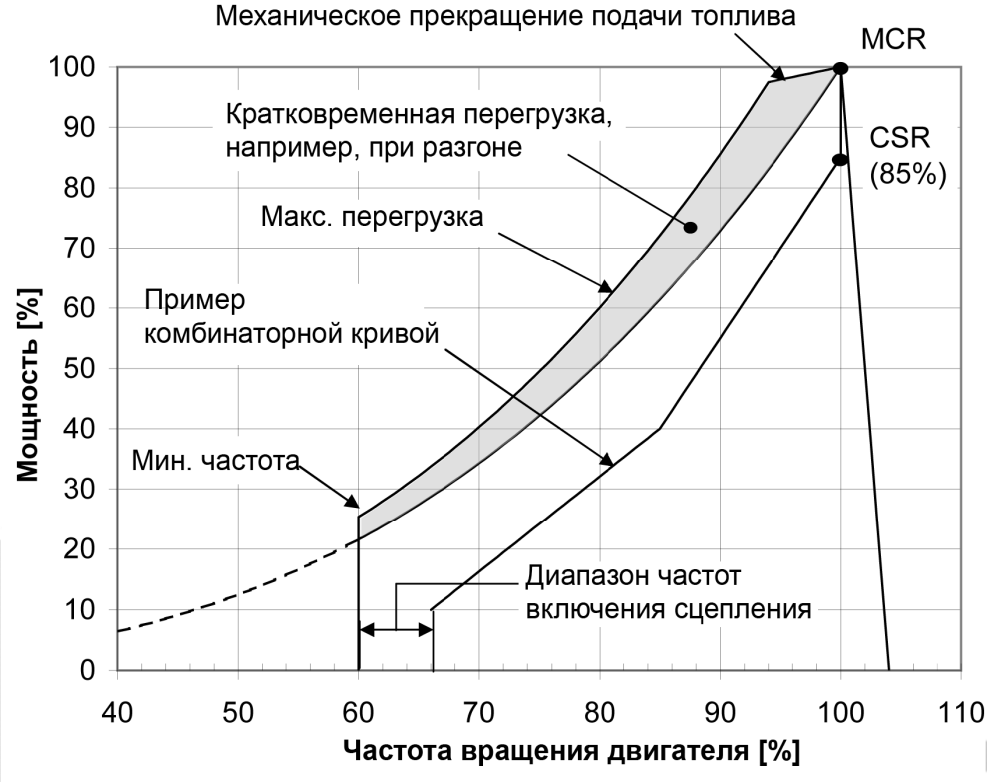
2.1.1 Винты с изменяемым шагом

Автоматическая система контроля нагрузки призвана защитить двигатель от перегрузки. Регулятор нагрузки уменьшает шаг винта автоматически, когда запрограммированная нагрузка превышает кривую частоты вращения («предельную кривую двигателя»), при необходимости превышая комбинаторную кривую. Нагрузка двигателя зависит от положения рейки управления подачей топлива и действительной частоты вращения двигателя (а не заданных оборотов).

Управление гребной установкой должно также включать в себя автоматическое ограничение степени увеличения нагрузки. Максимальные значения величин нагрузки приведены ниже в этой главе.

При конструктивном шаге КПД гребного винта самый высокий. Это принятая практика – устанавливать винт так, чтобы номинальная скорость корабля достигалась при конструктивном шаге, номинальной частоте вращения двигателя и 85% выходной мощности при соответствующем характере нагружения. Необходимо принимать во внимание потребление мощности возможным валогенератором или механизмом отбора мощности. 15% запас вводится из-за погодных условий и загрязнения корпуса и гребного винта. Дополнительный запас для двигателя может быть применим для наиболее экономичной работы двигателя или для обеспечения резерва мощности.

Диаграмма 2.1 Рабочая область для винта с изменяемым шагом



2.1.2 Винты с фиксированным шагом

Сила тяги и поглощение мощности заданным винтом с фиксированным шагом определяется зависимостью между скоростью корабля и скоростью вращения винта. При той же частоте вращения поглощение мощности при ускорении, маневрировании или буксировке гораздо больше, нежели при свободном ходе.

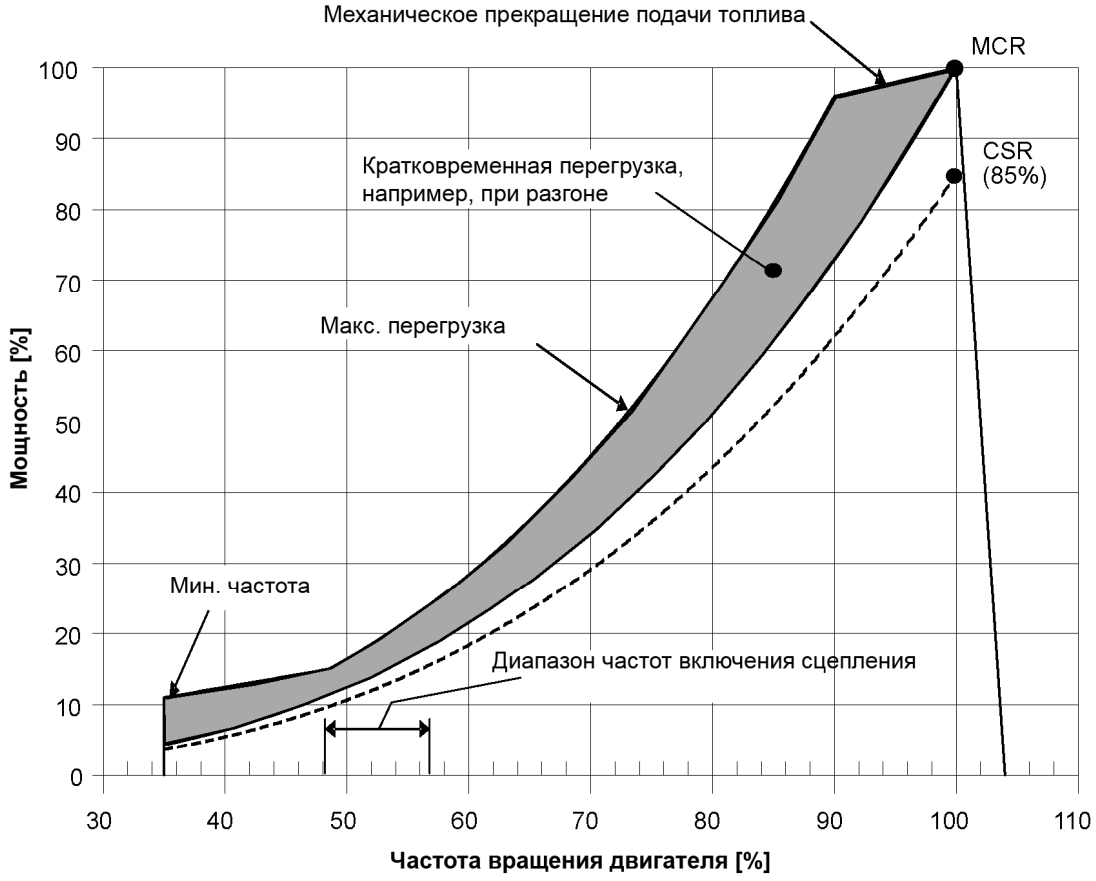
Увеличенное сопротивление движению корабля (по той или иной причине) уменьшает скорость корабля, что увеличивает поглощение мощности винтом во всей рабочей зоне.

При подгонке винта с фиксированным шагом необходимо тщательно принимать во внимание условия нагружения, погодные условия, ледовую обстановку, обрастание корпуса мусором, мелководье и условия маневрирования. Во время эксплуатации номинальная кривая винта, изображённая на диаграмме, не должна превышаться, кроме кратковременного превышения при ускорении и маневрировании. Следовательно, при свободном ходе винт с фиксированным шагом устанавливается таким образом, чтобы поглощать макс. 85% от вырабатываемой двигателем мощности при номинальной частоте его вращения во время испытаний на нагруженном корабле. Обычно это соответствует примерно 82% для самого винта.

Если судно предназначено для буксировки, винт устанавливают так, чтобы поглощать во время швартовки или буксировки 95% мощности двигателя при номинальной частоте вращения двигателя. Разрешается повысить частоту вращения двигателя до 101.7%, чтобы достичь 100% MCR при работе на швартовах.

Тормоз вала следует использовать для убыстрения изменения направления вращения и сокращения тормозного пути (аварийная остановка). Однако скорость корабля, на которой возможно изменение направления вращения винта, ограничена моментом авторотации винта и мощностью момента на двигателе при низких частотах вращения.

Диаграмма 2.2 Рабочая область для винта с фиксированным шагом



Винты с фиксированным шагом на судах с двумя винтами.

Если судно предназначено для свободного хода, а особенно, если применяются открытые винты, перед эксплуатацией необходимо тщательно установить требования, касающиеся двигателя, относящиеся к маневрированию и ускорению, а также к перегрузке. Если кривая при швартовании значительно превышает максимальные перегрузочные значения, ускорение и маневрирование может быть очень медленным. Гребные винты в направляющей насадке имеют меньше проблем в этом отношении.

2.1.3 Дноуглубители

При работе грунтовых насосов с механическим приводом на полной мощности использование момента составляет 70% или 80% от номинальной частоты вращения двигателя. Это приводит к значительному снижению мощности двигателя.

2.2 Допустимая нагрузка

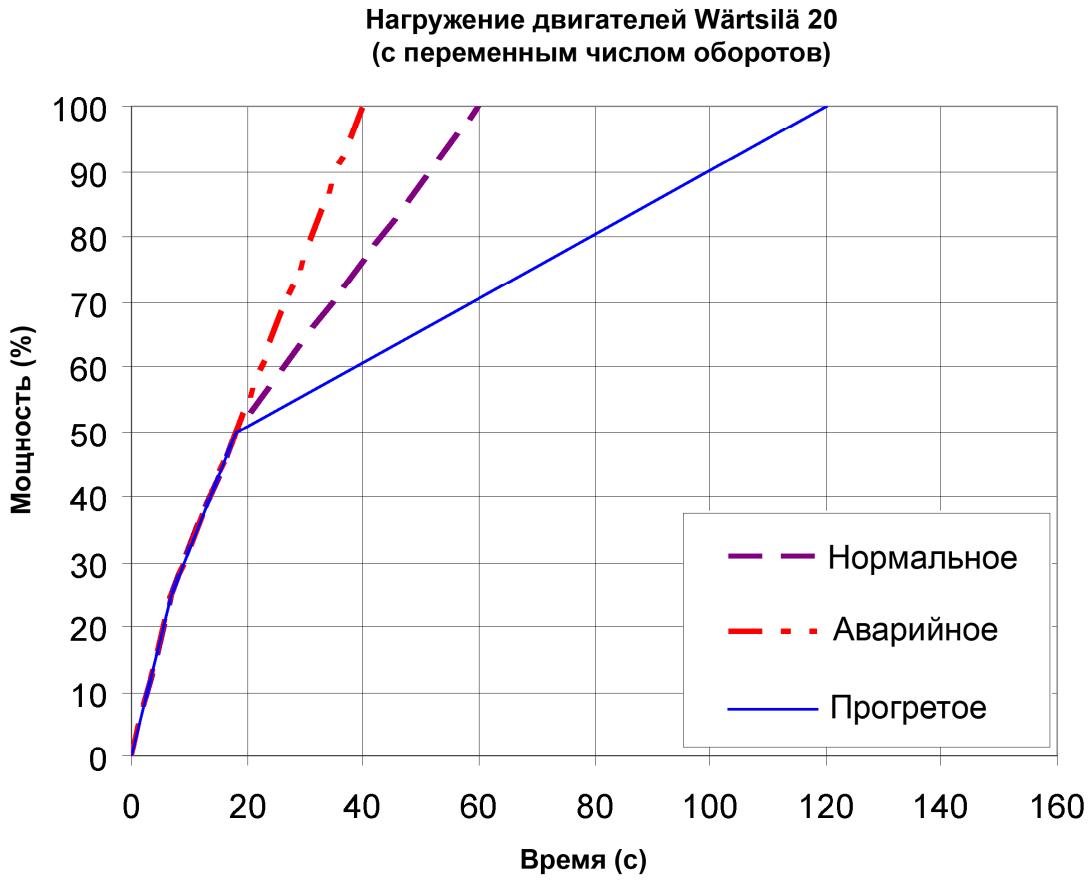
Для дизелей с наддувом важное значение имеет регулируемое увеличение нагрузки, так как турбонагнетателю требуется время, чтобы ускориться перед тем, как доставить требуемое количество воздуха. Пологая нагрузочная кривая (меньше максимального потенциала двигателя) позволяет иметь более плавное распределение температуры в компонентах двигателя в переходных режимах.

Нагружение двигателя возможно сразу после старта, если двигатель предварительно прогрет и температура горячей воды (HT) составляет 60…70˚C, а температура смазочного масла составляет минимум 40˚C.

Кривая нормального нагружения применима к двигателям, которые достигли нормальной температуры работы.

2.2.1 Механическая тяга

Диаграмма 2.3 Максимальные рекомендуемые степени увеличения нагрузки для двигателей с переменным числом оборотов



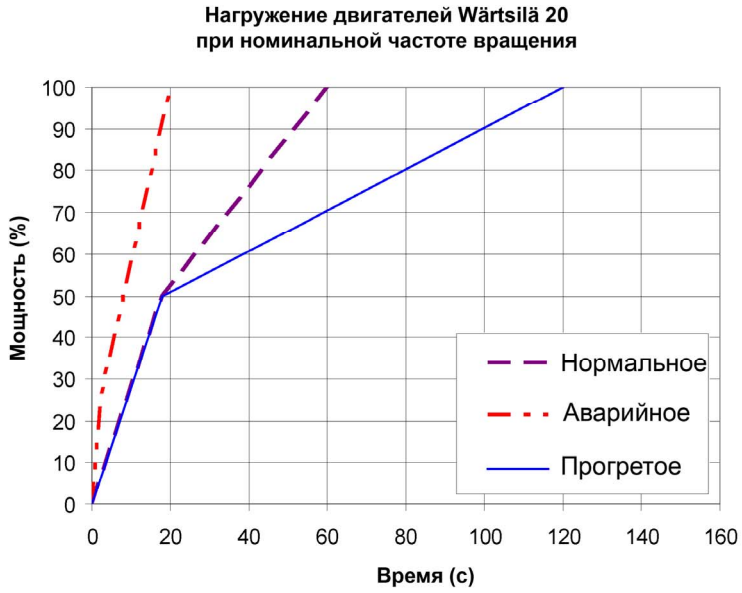
Система управления гребной установкой должна включать в себя автоматическое ограничение уровня повышения нагрузки. Если система контроля имеет только одну нагрузочную кривую, тогда следует использовать кривую прогретого двигателя. При буксировке, двигатель обычно уже достигает номинальной температуры к моменту начала буксировки. «Аварийная» кривая близка к максимальной возможности двигателя.

Если уменьшение дыма является важнейшим приоритетом при увеличении нагрузки, то при нагрузке менее 50% может быть необходима более медленная скорость повышения нагрузки, чем представлена на диаграмме.

Значительное уменьшение высоких значений нагрузки следует производить постепенно. В нормальном режиме работы нельзя снижать нагрузку от 100% до 0% меньше чем за 15 секунд. В крайней необходимости, нагрузку можно снижать с той скоростью, с которой может реагировать система установки шага (необходимо учитывать превышение скорости вследствие авторотации для кораблей, развивающих большую скорость)

2.2.2 Дизель-электрическая установка и вспомогательные двигатели

Диаграмма 2.4 Максимальные рекомендуемые степени увеличения нагрузки для двигателей, работающих при номинальной частоте вращения



В дизель-электрических установках нагрузочные кривые реализованы либо в системе управления движением и в системе управления мощностью, либо в системе контроля частоты вращения двигателя, если применяется равновременное распределение нагрузки. Если используется кривая без точки перегиба, она не должна достигать 100% нагрузки раньше кривой, представленной на диаграмме. Если распределение мощности основано на снижении частоты вращения, тогда степень увеличения нагрузки недавно присоединённого генератора представляет собой сумму переданных нагрузок от системы управления мощностью и от увеличения нагрузки системой контроля движения.

«Аварийная» кривая близка к максимальной возможности двигателя и не должна быть использована в качестве стандартного предела. При динамическом позиционировании повышение нагрузки за 20-30 секунд от нуля до полной нагрузки, является нормальным. Если судно имеет другие режимы работы, рекомендуется для этих режимов повышать нагрузку медленнее.

При использовании вспомогательных двигателей обычно нет одного потребителя мощности, который бы играл решающее значение при выборе скорости нагружения. Рекомендуется группировать электрооборудование таким образом, чтобы нагрузка повышалась маленькими порциями, и результирующая нагрузочная кривая приблизительно соответствовала «нормальной» кривой.

При нормальной работе нагрузка не должна снижаться от 100% до 0% менее, чем за 15 секунд. Если необходимо частое, значительно более быстрое разгружение, возможна необходимость специальной компоновки двигателя. В аварийной ситуации полная нагрузка может быть моментально снята.

Максимальные шаги увеличения нагрузки

Электрическая система должна быть спроектирована таким образом, чтобы допускать безопасное размыкание выключателей. Для этого необходимо, чтобы двигатели были защищены от этапов нагружения, превышающих их максимально допустимые значения. Максимально допустимый шаг увеличения нагрузки составляет 33% от MCR. Результирующее снижение частоты вращения составляет менее 10%, а время восстановления до разницы в 1% от частоты вращения в установившемся режиме при новом уровне нагрузки составляет максимум 5 секунд.

Когда электропитание восстановлено после отключения, потребителей энергии заново группируют, что может вызвать значительные шаги нагрузки. Если нагрузка повышается максимально возможными шагами, перед очередным увеличением нагрузки следует дать как минимум 7 секунд, чтобы двигатель мог восстановиться.

Время запуска

Дизель-генератор достигает номинальной частоты вращения примерно через 20…25 секунд после стартового сигнала. Ускорение ограничено устройством регулировки частоты вращения, чтобы минимизировать дым во время старта.

2.3 Низкая температура воздуха

В холодных условиях применяются следующие температуры входного воздуха:

- При пуске +5˚C

- На холостом ходу -5˚C

- При высокой нагрузке -10˚C

Остальные рекомендации см. в главе *Система подачи воздуха для горения.*

2.4 Работа при малых нагрузках и на холостом ходу

Двигатель может пускаться, останавливаться и работать на тяжёлом топливе во всех условиях. При низких нагрузках и маневрировании предпочтительнее работать на тяжёлом топливе, нежели использовать дизельное топливо. Используйте следующие рекомендации:

Абсолютный холостой ход (основной двигатель расцеплен, генератор отсоединён)

- Максимум 10 минут, если двигатель будет останавливается после холостого хода. Рекомендовано 3-5 минут холостого хода перед остановкой.
- Максимум 6 часов, если двигатель будет нагружаться после холостого хода.

Работа при нагрузке до 20% на тяжёлом топливе или до 10% на дизельном топливе

- Максимум 100 часов непрерывной работы. Между интервалами в 100 часов следует нагружать двигатель минимум 70% от номинальной мощности.

Работа при нагрузке более 20% на тяжёлом топливе или более 10% на дизельном топливе

- Без ограничений

3 Технические данные

3.1 Двигатель Wärtsilä 4L20

Wärtsilä 4L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	800	740	800
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	1.65	1.52	1.65
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	1.7	1.5	1.62
Расход при 85% нагрузке	кг/с	1.45	1.31	1.42
Расход при 75% нагрузке	кг/с	1.28	1.17	1.28
Расход при 50% нагрузке	кг/с	0.83	0.82	0.93
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	320	315	320
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	315	310	315
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	325	310	315
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	385	330	335
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	321	301	314
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	185	180	185
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	270	245	270
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	130	110	130
Излучение	кВт	33	32	33
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	0.87	0.78	0.87
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	196	194	196
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	193	194	196
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	194	195	197
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	200	200	201
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	2.7	3.2	3.2
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	0.5	0.6	0.6
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	35	28	28
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	18	18	18
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.27	0.27	0.27
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	1.1	1.0	1.1
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 4L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	20	20	20
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.09	0.09	0.09
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	24	23	24
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

3.2 Двигатель Wärtsilä 6L20

Wärtsilä 6L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	1200	1110	1200
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	2.5	2.34	2.5
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	2.57	2.4	2.57
Расход при 85% нагрузке	кг/с	2.25	2.11	2.29
Расход при 75% нагрузке	кг/с	1.95	1.91	2.07
Расход при 50% нагрузке	кг/с	1.23	1.32	1.51
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	305	300	305
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	295	295	295
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	305	295	295
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	350	300	300
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	390	375	390
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	255	242	255
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	170	160	405
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	170	160	170
Излучение	кВт	49	45	49
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	1.49	1.34	1.49
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	191	190	191
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	188	189	190
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	188	190	190
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	196	198	198
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	5.0	4.5	5.0
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	1.0	0.9	1.0
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	50	35	35
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	21	21	21
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.38	0.38	0.38
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	1.6	1.5	1.6
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 6L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	30	29	30
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.12	0.12	0.12
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	36	34	36
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

3.3 Двигатель Wärtsilä 8L20

Wärtsilä 8L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	1600	1480	1600
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.32	3.06	3.31
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.42	3.15	3.4
Расход при 85% нагрузке	кг/с	2.84	2.7	3.0
Расход при 75% нагрузке	кг/с	2.48	2.45	2.66
Расход при 50% нагрузке	кг/с	1.62	1.7	1.85
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	320	315	320
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	315	310	315
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	325	310	315
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	385	330	335
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	456	436	455
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	380	320	360
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	520	475	550
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	250	235	260
Излучение	кВт	66	62	66
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	1.92	1.73	1.92
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	196	192	196
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	195	191	194
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	195	191	195
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	200	200	202
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	6.6	5.7	6.2
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	1.3	1.1	1.3
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	65	50	50
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	27	27	27
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.49	0.49	0.49
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	2.2	2.0	2.2
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 8L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	40	39	40
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.15	0.15	0.15
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	48	45	48
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

3.4 Двигатель Wärtsilä 9L20

Wärtsilä 9L20		**Основной двигатель**	**Вспомогательный / дизельный двигатель**	**Вспомогательный / дизельный двигатель**
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	1800	1665	1800
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.79	3.5	3.79
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.9	3.6	3.9
Расход при 85% нагрузке	кг/с	3.3	3.1	3.4
Расход при 75% нагрузке	кг/с	2.95	2.8	3.1
Расход при 50% нагрузке	кг/с	1.95	1.93	2.1
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	310	305	310
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	300	295	300
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	305	290	295
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	355	300	305
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	483	462	483
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	390	360	390
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	590	550	590
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	270	250	270
Излучение	кВт	74	68	74
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	1.92	1.73	1.92
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	192	191	192
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	189	190	191
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	190	191	192
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	196	199	200
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	6.5	6.0	6.5
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	1.3	1.2	1.3
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	65	50	50
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	30	30	30
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.55	0.55	0.55
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	2.4	2.2	2.4
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 9L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	45	44	45
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.16	016	0.16
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	54	50	54
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

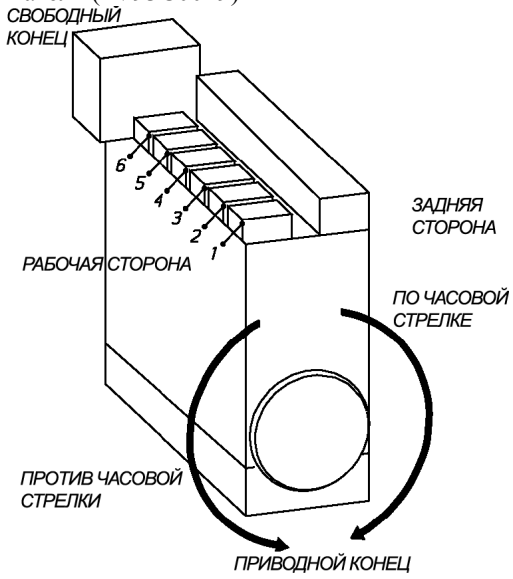
Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

4. Описание двигателя

4.1 Определения

Рисунок 4.1 Однорядный двигатель (1V93C0029)



4.2 Основные компоненты

Размеры и веса частей двигателя указаны в главе размеров и весов.

4.2.1 Блок цилиндров

Блок цилиндров представляет собой цельный элемент (сделанный из чугуна с шаровидным графитом) с встроенными каналами для смазывания маслом и охлаждения водой.

Крышки главных подшипников фиксируются снизу при помощи двух винтов, затягиваемых гидравлически. Блок цилиндров выступает боковой направляющей как сверху, так и снизу. Гидравлически затягиваемые горизонтальные боковые винты в нижних направляющих обеспечивают большую жёсткость коренного подшипника.

4.2.2 Коленчатый вал

Коленчатый вал выкован из одного куска и установлен на блоке цилиндров ниже линии осей.

4.2.3 Шатун

Шатун выкован из легированной стали. Все штифты шатуна затягиваются гидравлически. Подвод масла к подшипнику поршневого пальца и поршню осуществляется через отверстие в шатуне.

4.2.4 Подшипники коленчатого вала и шатуна

Подшипники коленчатого вала и шатуна выполнены из двух металлов: на алюминиевой основе со стальными посадочными поверхностями.

4.2.5 Гильза цилиндра

Гильзы цилиндра получаются центробежным литьём из специального серого чугуна, который обладает высокой износостойкостью и прочностью. Гильзы цилиндра мокрого типа металлически уплотнены в блоке цилиндров в верхней части, и, при помощи уплотнительных колец, в нижней части. Для исключения риска полирования цилиндра, гильза оснащена противополировочным кольцом.

4.2.6 Поршень

Поршень сделан из композитного материала – юбка из чугуна с шаровидным графитом, головка поршня из стали. Юбка поршня смазывается принудительно, что гарантирует хорошо контролируемый расход масла в гильзе цилиндра во всех режимах работы. Масло подаётся через шатун в охлаждающее пространство поршня. Поршень охлаждается по принципу шейкера коктейля. Канавки поршневого кольца в верхней части поршня упрочнены для лучшей сопротивляемости износу.

4.2.7 Поршневые кольца

Набор поршневых колец состоит из двух направленных компрессионных колец и одного соответственно подпружиненного маслосъемного кольца. Все кольца хромированы, находятся в головке поршня.

4.2.8 Головка цилиндра

Головка цилиндра сделана из серого чугуна. Подверженная нагреву поверхность эффективно охлаждается охлаждающей водой, радиально подводимой от периферии к центру головки цилиндра. Соединения между охлаждающими каналами клапанов просверлены для наиболее лучшего теплообмена.

Механическая нагрузка поглощается прочной промежуточной палубой, которая вместе с верхней палубой и боковыми стенками образуют замкнутую область, в четырёх углах которой расположены гидравлически затягиваемые болты крепления головки цилиндра. Седла выпускных клапанов охлаждаются водой напрямую.

Все клапаны оснащены механизмами поворота клапанов.

4.2.9 Распределительный вал и клапанный механизм

На каждый цилиндр приходится по кулачку, они разделены между собой отдельными подшипниками. Штампованные, абсолютно твёрдые части распредвала имеют неподвижные кулачки. Корпуса подшипников интегрированы в отливке блока цилиндров, поэтому практически закрыты. Крышки распредвала (одна на каждый цилиндр) уплотнены по отношению к блоку цилиндра замкнутым уплотнителем круглого сечения.

Толкатели клапана – поршневого типа, с саморегулирующимся роликом по отношению к кулачку для равномерного распределения контактного напряжения. Пружины клапана обеспечивают динамическую устойчивость механизма клапана.

4.2.10 Привод распределительного вала

Распредвалы приводятся коленвалом через зубчатую передачу.

4.2.11 Турбонаддув и охлаждение поступающего воздуха

Выбранный турбонагнетатель обеспечивает идеальную комбинацию высокого повышения давления и хорошей эффективности. Охладитель поступающего воздуха одноступенчатый, охлаждается низкотемпературной водой.

4.2.12 Оборудование впрыска топлива

Впрыскивающие насосы – одноцилиндровые насосы, расположенные в «горячем ящике», который выполняет следующие функции:

- Размещение впрыскивающего насоса
- Канал подачи топлива вдоль всего двигателя
- Канал возврата топлива от каждого впрыскивающего насоса
- Подвод смазочного масла к механизму клапана
- Направляющая толкателей клапанов.

Впрыскивающие насосы имеют встроенные роликовые толкатели «сквозного» типа, чтобы обеспечить возможность работы с тяжёлым топливом. Также они оборудованы стопцилиндром, который соединён с электропневматической системой ограничения частоты вращения.

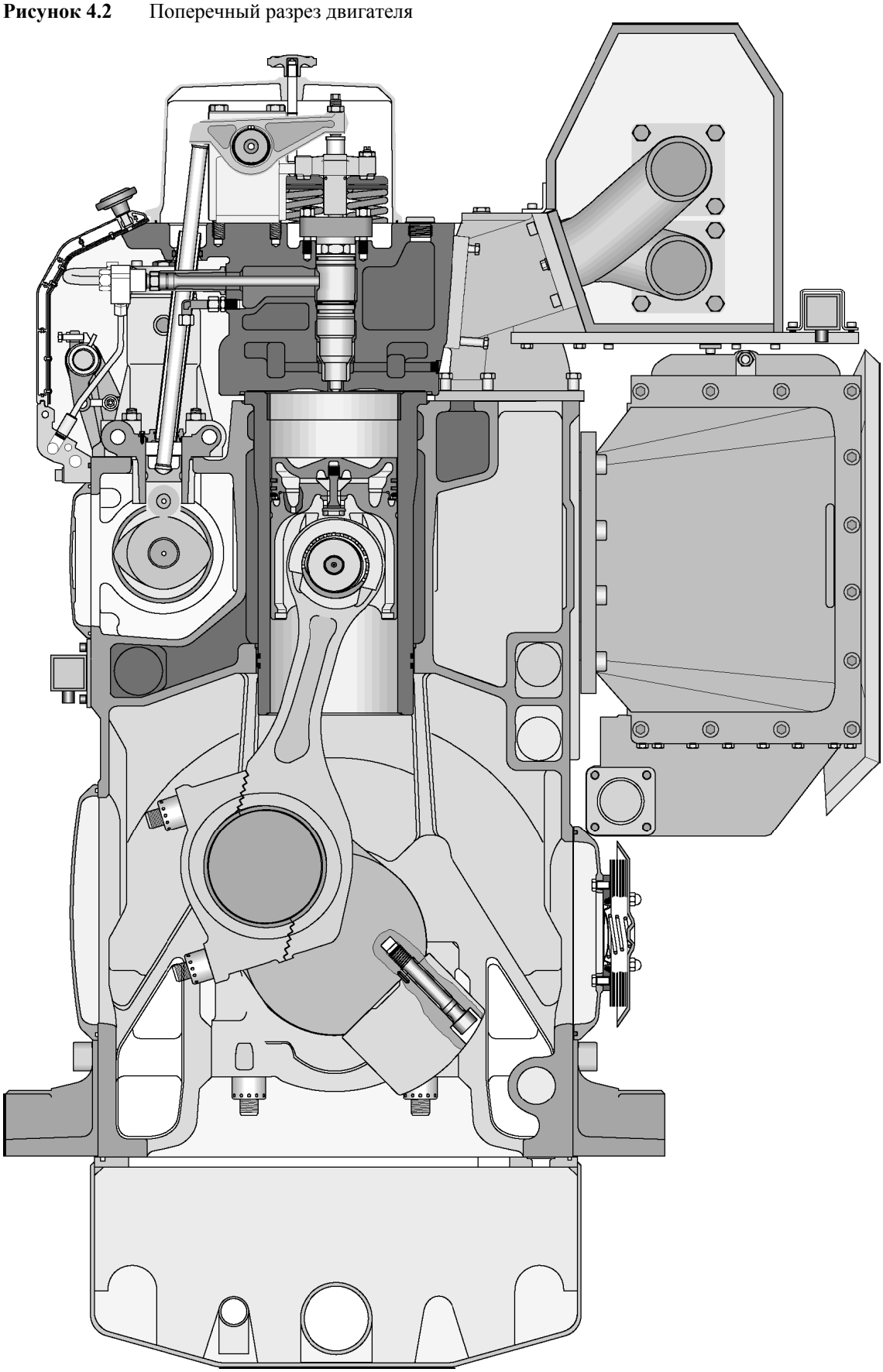
Инжекционный клапан расположен в центре головки цилиндра, топливо разносится в стороны через соединение высокого давления, ввинченное в держателе распылителя. Труба впрыскиваемого топлива между впрыскивающим насосом и соединением высокого давления хорошо защищена внутри горячего ящика. Сторона высокого давления системы впрыска целиком отделена от горячих частей отработавшего газа.

4.2.13 Выпускные трубы

Вся система отвода отработавшего газа размещена в изолированной коробке, состоящей из легко убираемых панелей. В качестве изоляционного материала используется минеральная вата.

4.3 Поперечный разрез двигателя

Рисунок 4.2 Поперечный разрез двигателя



4.4 Интервалы между капитальными ремонтами

Приведённые интервалы между капитальными ремонтами приведены в качестве рекомендаций. Действительные значения будут отличаться в зависимости от типа топлива и рабочих условий.

Таблица 4.1 Рекомендуемые интервалы между техническими обслуживаниями

	Рекомендуемые интервалы между техническими обслуживаниями (ч)
Поршень	8000-20000
Поршневые кольца	8000-20000
Гильза цилиндра	8000-20000
Головка цилиндра	8000-20000
Впускной клапан	8000-20000
Выпускной клапан	8000-20000
Впрыскивающее сопло	2000
Коренной подшипник	8000-20000
Крупный концевой подшипник	8000-20000

5. Разработка, обработка и установка трубопроводов.

5.1 Общие сведения

Эта глава содержит общие рекомендации по разработке, конструкции и установке трубопроводных систем, однако, не исключает другие разъяснения, во всяком случае, из аналогичных стандартов.

Трубы для топлива, смазочного масла, пресной воды и сжатого воздуха обычно изготовляются без шва из углеродистой стали (стандарт DIN 2448), а бесшовные точные трубы – из углеродистой или нержавеющей стали (стандарт DIN 2391), трубы отработавшего газа обычно сварные, из углеродистой стали (стандарт DIN 2458). Трубы системы водяного охлаждения не должны быть оцинкованы со стороны пресной воды. Трубы для морской воды должны быть изготовлены из стали, подвергнутой глубокой горячей оцинковке, алюминиевой латуни, медно-никелиевых сплавов, или из обрезиненных труб.

Следует внимательно рассмотреть аспекты опасности возникновения пожара. Трубы подачи топлива и возвратные линии должны быть спроектированы таким образом, чтобы устанавливаться без натяжения. Гибкие шланги должны быть одобрены классификационным обществом. Спереди шланга (шлангов) необходимо установить продувочный вентиль, если гибкие шланги используются в системе сжатого воздуха.

Следует принять во внимание следующие аспекты:

- Необходимо исключить «карманы». Если это невозможно, следует установить сливные пробки и воздухозаборники.
- Сливные трубы утечного топлива должны иметь непрерывный уклон.
- Вытяжные трубы должны непрерывно подниматься.
- Следует использовать фланцевые соединения, для точных труб – соединения с врезными кольцами.

Необходимо предусмотреть возможность доступа для технического обслуживания, пространство для демонтажа клапанов, охладителей и других устройств. Фланцевые соединения и другие сочленения должны располагаться так, чтобы демонтаж оборудования мог производиться без больших затруднений.

5.2 Размеры труб

При выборе размеров трубы, принимается во внимание:

- Материал трубы и её сопротивляемость коррозии/эрозии.
- Допустимая потеря давления в контуре в зависимости от высоты нагнетания.
- Требуемая высота столба жидкости над всасывающим патрубком насосов (NPSH) и всасывающих линий.
- В трубах маленьких размерах максимально допустимая скорость течения обычно несколько меньше, чем в больших трубах такой же длины.
- Для труб с морской водой скорость течения не должна быть меньше 1 м/с в связи с повышенным риском засорения и язвенной коррозии.
- В разомкнутых контурах скорость течения во всасывающей трубе обычно составляет 2/3 от скорости течения в подающей трубе.

Рекомендуемые максимальные скорости потоков с подающей стороны насосов приведены в качестве руководства в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Рекомендуемые максимальные скорости потоков с подающей стороны насосов

Система трубопровода	Материал трубопровода	Максимальная скорость потока [м/с]
Система подачи топлива (дизельного топлива и тяжёлого топлива)	Черное железо	1.0
Трубопровод система смазывания маслом	Черное железо	1.5
Трубопровод с пресной водой	Черное железо	2.5
Трубопровод с морской водой	Оцинкованная сталь	2.5
	Алюминиевая латунь	2.5
	Медно-никелиевой сплав 10/90	3.0
	Медно-никелиевый сплав 70/30	4.5
	Обрезиненные трубы	4.5

ЗАМЕЧАНИЕ!	Диаметр трубопроводов для газообразного топлива и сжатого воздуха зависит только от допустимой потери давления в трубопроводе, которую необходимо специально посчитать для проекта.

5.3 Подогрев трубопроводов

Нижеследующие трубопроводы должны быть оборудованы подогревом (паровым, масляным или электрическим). Должна существовать возможность отключать обогрев трубопроводов.

- Все трубы для тяжёлого топлива
- Все трубы для утечного тяжелого топлива и промывочные трубы фильтра тяжёлого топлива.

5.4 Рабочее и расчётное давление

Класс давления трубопровода должен равняться или превышать максимальное рабочее давление, которое может быть существенно выше, чем нормальное рабочее давление.

Расчётное давление определяется для компонент, которые не имеют категории в соответствии с классом давления, это давление также используется для определения давления при испытаниях. Также расчётное давление должно равняться или превосходить максимальное давление.

Давление в системе может:

- Создаваться объёмным насосом
- Быть комбинацией статического давления и давления в самой верхней точке характеристической кривой центробежного насоса
- Повышаться в замкнутой системе при нагреве жидкости

В данном руководстве проекта содержатся таблицы, прикреплённые к рисункам, которые определяют классы давления для соединений. Класс давления соединения может быть выше класса давления, необходимого для конкретной трубы.

Пример 1:

Давление топлива перед двигателем должно быть 1.0 мПа (10 бар). Контрольный фильтр, находящийся в забитом состоянии, может вызвать потерю давления 0.1 мПа (1 бар). Измеритель вязкости, нагреватель и трубопровод могут привести к потере давления 0.2 мПа (2 бар). Следовательно, давление на выходе центробежных насосов может подняться до 1.3 мПа (13 бар), тогда предохранительный клапан насоса должен быть выставлен, например, на 1.4 мПа (14 бар).

- Минимальное расчётное давление составляет 14 мПа (14 бар).
- Выбирается ближайший класс трубы – PN16
- Испытательное давление для трубы обычно составляет 1.5 × расчётное давление = 2.1 мПа (21 бар).

Пример 2:

Давление насоса охлаждающей воды со стороны всасывания составляет 0.1 мПа (1 бар). Высота нагнетания насоса – 0.3 мПа (3 бара), что приводит к величине нагнетания 0.4 мПа (4 бара). Самая высокая точка кривой накачки (почти нулевой расход) на 0.1 мПа (1 бар) выше номинальной точки, и соответственно, давление на выходе может повыситься до 0.5 мПа (5 бар) (при закрытых или дроссельных клапанах).

- Минимальное расчётное давление составляет 0.5 мПа (5 бар).
- Выбирается ближайший класс трубы – PN6
- Испытательное давление для трубы обычно составляет 1.5×расчётное давление = 0.75 мПа (7.5 бар).

Стандартные классы давления: PN4, PN6, PN10, PN16, PN25, PN40, и т.д.

5.5 Класс трубы

Классификационные общества подразделяют системы трубопроводов на разные классы (DNV) или группы (ABS) в зависимости от давления, температуры и несущей среды. Класс трубы может устанавливать:

- Используемый тип соединений
- Термическую обработку
- Технологию сварки
- Метод тестирования

Системы с высокими расчётными давлениями и температурами и опасным содержимым принадлежат к классу I (или группе I), остальные ко II или III классу в зависимости от применения. Требования к качеству самые высокие для класса I.
Примеры классов трубопроводных систем согласно стандарту DNV представлены в таблице ниже.

Содержимое	Класс I		Класс II		Класс III	
	мПа (бар)	˚C	мПа (бар)	˚C	мПа (бар)	˚C
Пар	> 1.6 (16)	или > 300	< 1.6 (16)	и < 300	< 0.7 (7)	и < 170
Огнеопасная жидкость	> 1.6 (16)	или > 150	< 1.6 (16)	и < 150	< 0.7 (7)	и < 60
Другое	> 4 (40)	или > 300	< 4 (40)	и < 300	< 1.6 (16)	и < 200

5.6 Изоляция

Следующие трубы должны быть изолированы:

- Все обогреваемые трубы
- Трубы выхлопного газа
- Открытые участки труб, температура которых > 60 ˚C

Изоляция также рекомендована для:

- Труб между двигателем или масляным танком системы и маслоотделителем смазочного масла
- Труб между двигателем и подогревателем оборотной воды

5.7 Местные измерительные приборы

Местные термометры следует установить везде, где происходит изменение температуры, то есть перед и после теплообменников, и т.д.

Датчики давления следует установить со стороны всасывания и напорной стороны для каждого насоса.

5.8 Процедуры очистки

Необходимо проинструктировать производителей и сборщиков по вопросам обращения, очистки и защиты перед доставкой и установкой разных систем трубопроводов. Перед установкой все трубопроводы должны проверяться и очищаться от мусора. Перед введением в эксплуатацию все трубопроводы должны очищаться в соответствии с методами, приведёнными ниже.

Таблица 5.3 Очистка труб

Система, содержащая:	Методы
Жидкое топливо	A,B,C,D,F
Смазочное масло	A,B,C,D,F
Пусковой воздух	A,B,C
Охлаждающую воду	A,B,C
Выхлопной газ	A,B,C
Воздух, поступающий в цилиндры	A,B,C

A = Промывка щелочным раствором в горячей воде при 80 ˚C для удаления смазки (только если трубы были смазаны)
B = Удаление ржавчины и накипи при помощи стальной щётки (не требуется для точных бесшовных труб)
C = Продувка сжатым воздухом
D = Декапирование
F = Промывка

5.8.1 Декапирование

Трубы декапируют в растворе кислоты (10% соляная кислота и 10% формальдегидный ингибитор) в течение 4-5 часов, промывают в горячей воде и насухо продуваются сжатым воздухом.
После кислотной обработки трубы обрабатывают щёлочью (10% каустической соды и 50 граммов три-фосфата натрия на литр воды) в течение 20 минут при 40…50˚C, промывают горячей водой и насухо продувают сжатым воздухом.

5.8.2 Промывка

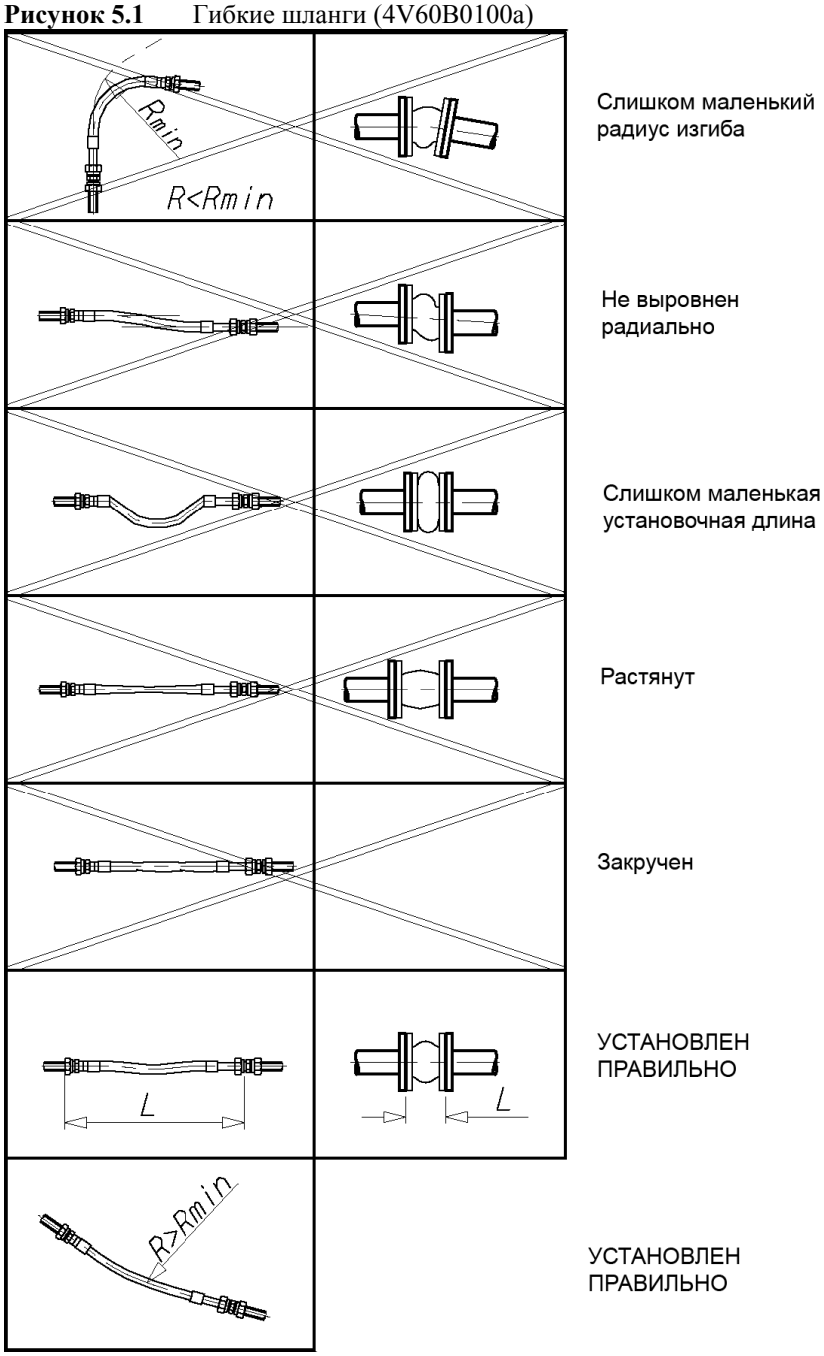
Если требуется, в соответствующих главах приведены более подробные рекомендации по процедуре промывки топливной системы и системы смазки маслом. Необходимо сделать приготовления, чтобы быть уверенным в возможности размещения необходимых временных обводных труб, и что, когда понадобится, будут доступны промывочные шланги, фильтры и насосы.

5.9 Гибкие соединения труб

Герметичные гибкие соединения, несущие огнеопасные жидкости или сжатый воздух должны быть утверждённого типа. Необходимо уделить огромное внимание правильности установки гибких соединений труб между упруго монтируемыми двигателями и корабельным трубопроводом.

- Гибкие соединения труб запрещено крутить
- Установочная длина гибких соединений труб должна быть точной
- Должен соблюдаться минимальный радиус загиба
- Трубопровод должен быть концентрически выровнен
- Необходимо соблюдать направление потока, если это установлено требованиями
- Соединяемые фланцы должны быть очищены от ржавчины, заусенцев и антикоррозионных покрытий
- Необходимо затягивать болты крест-накрест, в несколько этапов
- Гибкие элементы запрещено окрашивать
- Резиновые сильфоны необходимо содержать очищенными от масла и топлива
- Рядом с гибкими соединениями трубопровод должен быть жёстко закреплён.

Рисунок 5.1 Гибкие шланги (4V60B0100a)



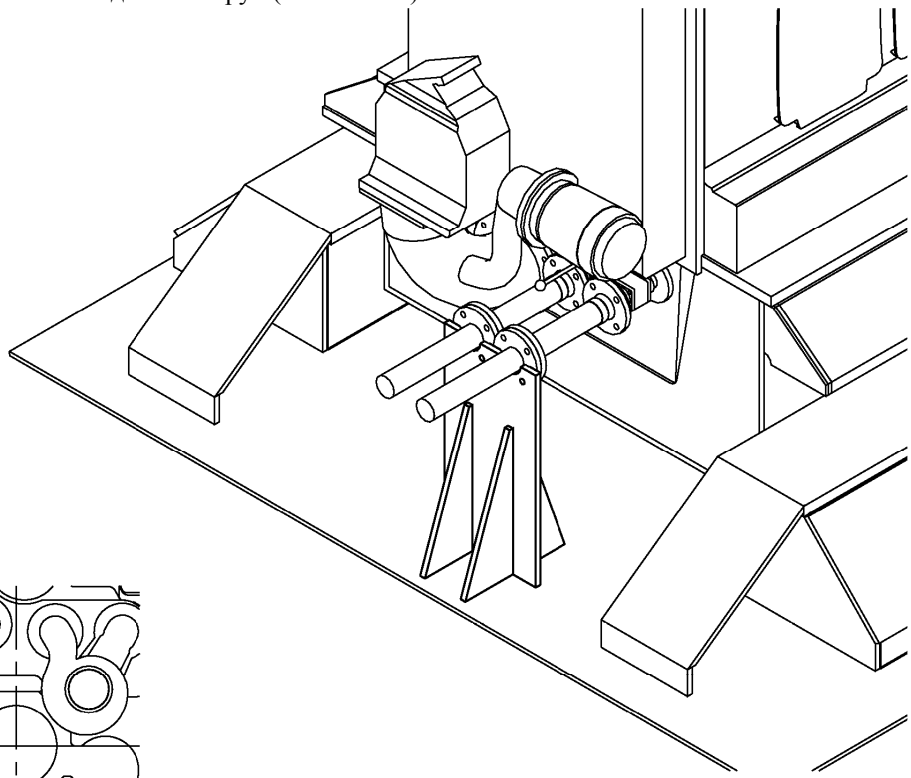
5.10 Крепление труб

Крайне важно фиксировать трубы к жёстким конструкциям близко от гибких соединений труб, чтобы предотвратить повреждение под действием вибрации. Необходимо следовать следующим рекомендациям:

- Крепления труб и опоры, ближайшие к двигателю, должны быть очень жесткими, они привариваются к стальным конструкциям основания.
- Первая опора должна быть расположена как можно ближе, насколько это возможно, к гибкому соединению. Следующая опора располагается в 0.3-0.5 метрах от первой опоры.
- Первые три опоры, ближайшие к двигателю или генераторной установке должны быть неподвижными опорами. После этих трёх неподвижных опор там, где это необходимо, используют скользящие опоры, чтобы допускать тепловое расширение трубы.
- Опоры никогда не привариваются непосредственно к трубе. Для гибких соединений следует использовать либо трубные зажимы, либо фланцевые опоры.

Примеры конструкций опор для фланцев показаны на рисунке 5.2. Типичный трубный зажим для неподвижной опоры показан на рисунке 5.3. Трубные зажимы изготавливают из стали; недопустимо использовать пластиковые или подобные зажимы.

Рисунок 5.2 Опоры фланцев гибких соединений труб (4V60L0796)



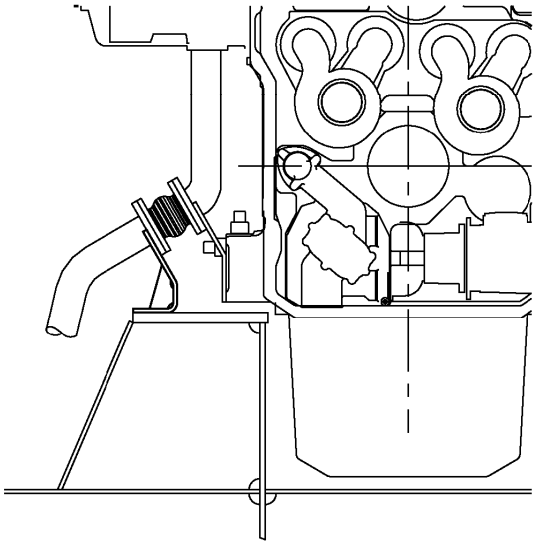
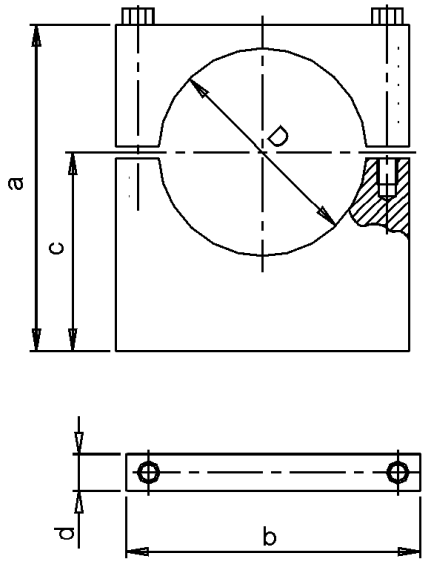


Рисунок 5.3 Трубный зажим для неподвижной опоры (4V61H0842)



DN	d_u [мм]	D [мм]	a [мм]	b [мм]	c [мм]	d [мм]	БОЛТЫ
25	33.7	35	150	80	120	25	M10x50
32	42.4	43	150	75	120	25	M10x50
40	48.3	48	154.5	100	115	25	M12x60
50	60.3	61	185	100	145	25	M12x60
65	76.1	76.5	191	115	145	25	M12x70
80	88.9	90	220	140	150	30	M12x90
100	114.3	114.5	196	170	121	25	M12x100
125	139.7	140	217	200	132	30	M16x120
150	168.3	170	237	240	132	30	M16x140
200	219.1	220	295	290	160	30	M16x160
250	273.0	274	355	350	190	30	M16x200

d_u = Внешний диаметр трубы

6. Топливная система

6.1. Допустимые характеристики топлива

Технические характеристики топлива основаны на стандарте ISO 8217:2005 (E). Обратите внимание, что несколько дополнительных характеристик, не включённых в этот стандарт, приведено в таблицах.

Классами дистиллята топлива являются ISO-F-DMX, DMA, DMB, DMC. Эти классы дистиллята относятся к морскому дизельному топливу (MDF, Marine Diesel Fuel).

Классы остаточного топлива относятся к тяжёлому топливу (HFO, Heavy Fuel Oil). Технические характеристики топлива HFO 2 включают категории от ISO-F-RMA 30 до RMK 700. Виды топлива, относящиеся к технической характеристике HFO 1, позволяют более длительные интервалы между ремонтами специальных деталей двигателя, чем топливо HFO 2.

Таблица 6.1 Технические характеристики дизельного топлива

Показатель	Единица измерения	ISO-F-DMX	ISO-F-DMA	ISO-F-DMB	ISO-F-DMC[1)]	Метод испытания
Внешний вид		Прозрачное и яркое		-	-	Визуальный осмотр
Вязкость перед впрыскивающими насосами, мин.[2)]	сСт	1.8	1.8	1.8	1.8	ISO 3104
Вязкость перед впрыскивающими насосами, макс.[2)]	сСт	24	24	24	24	ISO 3104
Вязкость при 40˚C, макс.	сСт	5.5	6.0	11.0	14.0	ISO 3104
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м^3	-	890	900	920	ISO 3675 или 12185
Цетановое число, мин.		45	40	35	-	ISO 4264
Вода, макс.	% от объема	-	-	0.3	0.3	ISO 3733
Сера, макс.	% от массы	1.0	1.5	2.0[3)]	2.0[3)]	ISO 8574 или 14596
Шлак, макс.	% от массы	0.01	0.01	0.01	0.05	ISO 6245
Ванадий, макс.	мг/кг	-	-	-	100	ISO 14597 или IP 501 или 470
Натрий, перед двигателем, макс. [2)]	мг/кг	-	-	-	30	ISO 10478
Алюминий + Кремний, макс.	мг/кг	-	-	-	25	ISO 10478 или IP 501 или 470
Алюминий + Кремний, перед двигателем, макс. [2)]	мг/кг	-	-	-	15	ISO 10478 или IP 501 или 470
Коксовый остаток при 10% объёме осадка дистиллята, макс.	% от массы	0.30	0.30	-	-	ISO 10370
Коксовый остаток, макс.	% от массы	-	-	0.30	2.50	ISO 10370
Температура воспламенения (тест PMCC), мин.	˚C	60 [2)]	60	60	60	ISO 2719
Температура застывания зимнего топлива, макс.	˚C	-	-6	0	0	ISO 3016
Температура застывания летнего топлива, макс.	˚C	-	0	6	6	ISO 3016
Температура помутнения, макс.	˚C	-16	-	-	-	ISO 3015
Общий фактический осадок, макс.	% от массы	-	-	0.1	0.1	ISO 10307-1
Содержание кальция в отработанном смазочном масле, макс. [4)]	мг/кг	-	-	-	30	IP 501 или 470
Содержание цинка в отработанном смазочном масле, макс. [4)]	мг/кг	-	-	-	15	IP 501 или 470
Содержание фосфора в отработанном смазочном масле, макс. [4)]	мг/кг	-	-	-	15	IP 501 или 500

Замечания:

1) Использование топлива категории ISO-F-DMC разрешается, если система очистки топлива оборудована топливной центрифугой

2) Дополнительные требования, установленные производителем двигателя, которые не включены в спецификацию стандарта ISO, или отличаются от спецификации стандарта ISO.

3) Предел содержания серы в 1.5% по массе применяется в районах контролируемого выброса SO_x, введённых международной морской организацией (IMO). Также там могут быть введены другие локальные значения пределов.

4) Топливо считается без содержания отработанного смазочного масла (OCM), если один или больше одного элемента (кальций, цинк и фосфор) находятся в количествах, меньших или равных установленным пределам. Все три элемента должны превысить эти пределы, чтобы топливо считалось содержащим OCM.

Таблица 6.2 Технические характеристики тяжелого топлива

Показатель	Единица измерения	Предел HFO 1	Предел HFO 2	Метод испытания
Вязкость при 100˚C, макс. Вязкость при 500˚C, макс. Вязкость при 100˚F, макс.	cCт cCт Redwood №1 s	55 700 7200	55 700 7200	ISO 3104
Вязкость перед впрыскивающими насосами [4]	cCт	16…24	16…24	
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м^3	991/1010 [1]	991/1010 [1]	ISO 3675 или 12185
Индекс CCAI, макс. [4]		850	870 [2]	ISO 8217, Прил. B
Вода, макс.	% от объема	0.5	0.5	ISO 3733
Вода перед двигателем, макс. [4]	% от объема	0.3	0.3	ISO 3733
Сера, макс.	% от массы	1.5	4.5 [5]	ISO 8754 или 14596
Шлак, макс.	% от массы	0.05	0.15	ISO 6245
Ванадий, макс. [3]	мг/кг	100	600 [3]	ISO 14597 или IP 501 или 470
Натрий, макс. [3, 4]	мг/кг	50	50	ISO 10478
Натрий, перед двигателем, макс. [3, 4]	мг/кг	30	30	ISO 10478
Алюминий + Кремний, макс.	мг/кг	30	80	ISO 10478 или IP 501 или 470
Алюминий + Кремний, перед двигателем, макс. [4]	мг/кг	15	15	ISO 10478 или IP 501 или 470
Коксовый остаток, макс.	% от массы	15	22	ISO 10370
Асфальтены, макс. [4]	% от массы	8	14	ASTM D 3279
Температура воспламенения (тест PMCC), мин.	˚C	60	60	ISO 2719
Температура застывания, макс.	˚C	30	30	ISO 3016
Общий возможный осадок, макс.	% от массы	0.10	0.10	ISO 10307-2
Содержание кальция в отработанном смазочном масле, макс. [6]	мг/кг	30	30	IP 501 или 470
Содержание цинка в отработанном смазочном масле, макс. [6]	мг/кг	15	15	IP 501 или 470
Содержание фосфора в отработанном смазочном масле, макс. [6]	мг/кг	15	15	IP 501 или 500

Замечания:

1) Макс. 1010 кг/м3 при 15˚C и условии, что система очистки топлива может удалить воду и твёрдые частицы.

2) Значения индекса CCAI (calculated carbon aromaticity index) для осадков от прямой перегонки составляет от 770 до 840. Осадки легко воспламеняются. Для крекинг-остатков в бункерном топливе этот диапазон составляет от 840 до - в исключительных случаях - более 900. Для большинства видов бункерного топлива этот диапазон в настоящее время составляет от 850 до 870.

3) В соединении с серой и ванадием натрий вносит вклад в высокотемпературную коррозию выпускных клапанов. При высоких нагрузках натрий также вносит сильный вклад в образование накипи на лопатках турбины выхлопного газа. Агрессивность топлива зависит не только от пропорции натрия и ванадия, но и от общего содержания шлаковых составляющих. Высокотемпературная коррозия и образование отложений также зависит от других составляющих шлака. Вследствие этого, сложно задать строгие пределы, основываясь только на содержании натрия и ванадия в топливе. Даже топливо с малым содержанием натрия и ванадия, которое указано выше, может вызывать высокотемпературную коррозию деталей двигателя.

4) Дополнительные требования, установленные производителем двигателя, которые не включены в спецификацию стандарта ISO.

5) Предел содержания серы в 1.5% по массе применяется в районах контролируемого выброса SO_x, введённых международной морской организацией (IMO). Также там могут быть введены другие локальные значения пределов.

6) Топливо считается без содержания отработанного смазочного масла (ОСМ), если один или больше одного элемента (кальций, цинк и фосфор) находятся в количествах, меньших или равных установленным пределам. Все три элемента должны превысить эти пределы, чтобы топливо считалось содержащим ОСМ.

Пределы, относящиеся к топливу HFO 2, также соответствуют требованиям следующих стандартов:

- BS MA 100: 1996, RMH 55 и RMK 55
- CIMAC 2003, Grade K 700
- ISO 8217: 2005(E), ISO-F-RMK 700

Топливо не должно содержать никаких добавочных веществ или химических отходов, которые подвергают опасности безопасность оборудования, или неблагоприятно влияют на характеристики двигателей, или вредны для персонала, или вносят общий вклад в загрязнение воздуха.

6.1.1 Жидкие биологические топлива

Двигатель может работать на жидких биологических топливах, соответствующих спецификации ниже, без снижения номинальной мощности. Тем не менее, так как биологические топлива обычно имеют меньшие теплотворные способности, нежели ископаемые топлива, необходимо проверять производительность системы впрыска топлива для каждой установки. Биодизельные топлива, которые выполняют требования стандартов ASTM D 6751-02 или DIN EN 14214 могут быть использованы в качестве топлива, пока выполняется спецификация.

Спецификация действительна для жидких биологических топлив растительного происхождения, таких как пальмовое масло, кокосовое масло, копровое масло, рапсовое масло, и т.д., но не действительна для биологических топлив животного происхождения.

Таблица 6.3 Технические характеристики жидкого биотоплива

Показатель	Единица измерения	Предел	Метод испытания
Вязкость при 40˚C, макс. [1]	сСт	100	ISO 3104
Вязкость перед впрыскивающими насосами, мин.	сСт	1.8	
Вязкость перед впрыскивающими насосами, макс.	сСт	24	
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м^3	991	ISO 3675 или 12185
Способности воспламенения [2]			Тест FIA
Сера, макс.	% от массы	0.05	ISO 8574
Общий фактический осадок, макс.	% от массы	0.05	ISO 10307-1
Вода перед двигателем, макс.	% от объема	0.20	ISO 3733
Микроуглеродистый остаток, макс.	% от массы	0.30	ISO 10370
Шлак, макс.	% от массы	0.05	ISO 6245
Фосфор, макс.	мг/кг	100	ISO 10478
Кремний, макс.	мг/кг	10	ISO 10478
Содержание щёлочи (Na+K), макс.	мг/кг	30	ISO 10478
Температура воспламенения (тест PMCC), мин.	˚C	60	ISO 2719
Температура застывания, макс.	˚C	[3]	ISO 3016
Температура помутнения, макс.	˚C	[3]	ISO 3015
Предельная температура фильтруемости, макс	˚C	[3]	IP 309
Коррозия медной пластинки (3ч при 50˚C), макс.		1b	ASTM D130
Коррозия стали (24/72ч при 20,60 и120˚C), макс.		Нет признаков коррозии	LP 2902
Кислотное число, макс.	мг KOH/г	5.0	ASTM D664
Сильное кислотное число, макс.	мг KOH/г	0.0	ASTM D664
Йодное число, макс.		120	ISO 3961

Замечания:

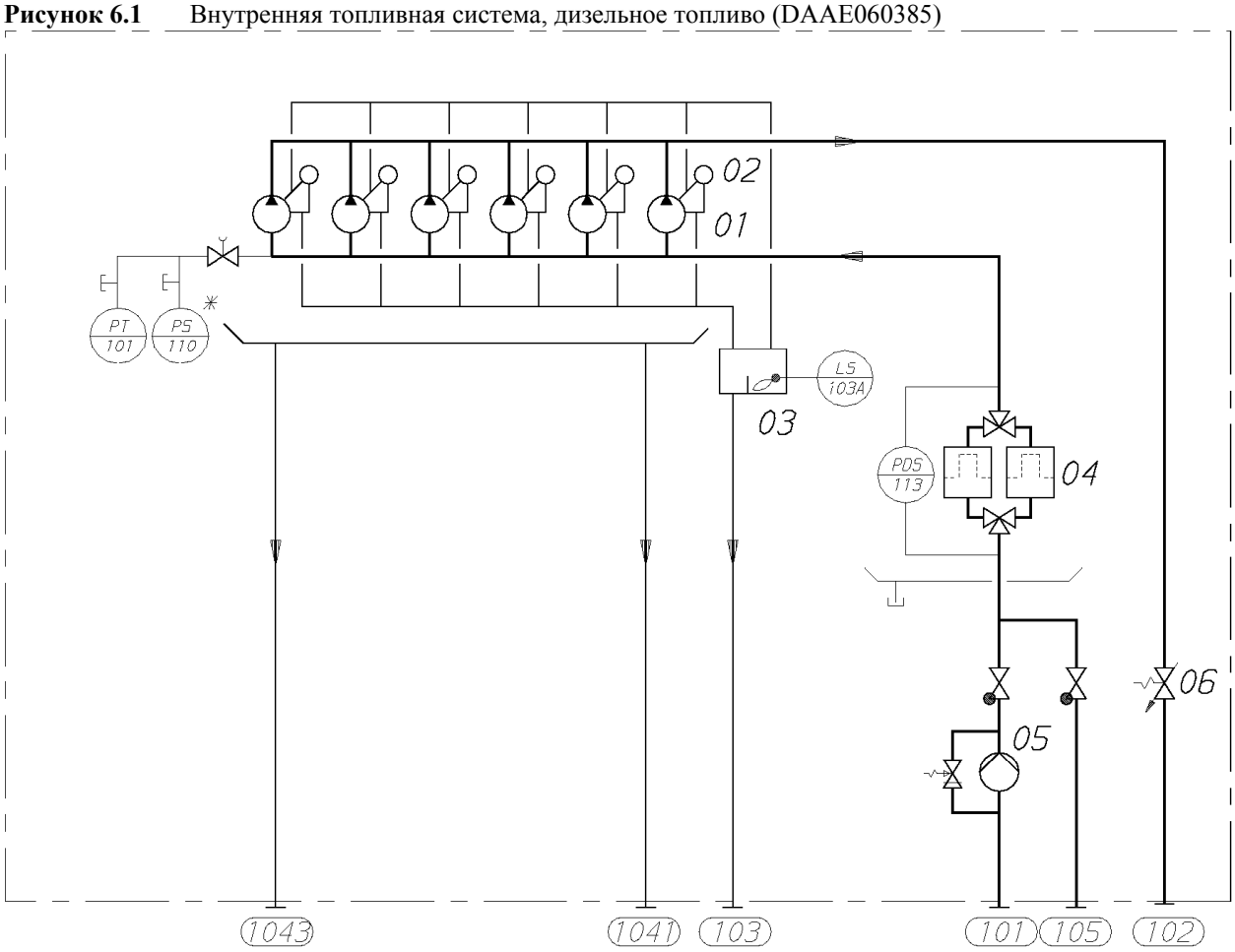
1) Если макс. вязкость впрыскиваемого топлива 24 сСт не может быть достигнута в не подогретом топливе, необходимо оборудовать топливную систему нагревательным устройством.

2) Способности воспламенения должны быть идентичными или превосходить требуемые для ископаемых топлив, то есть цетановое число (CN) должно быть мин. 35 для дизельного топлива (MDF) и индекс CCAI макс. 870 для тяжёлого топлива(HFO).

3) Температура застывания и температура помутнения / предельная температура фильтруемости должны быть по крайней мере на 10˚C ниже температуры впрыскиваемого топлива.

6.2 Внутренняя топливная система

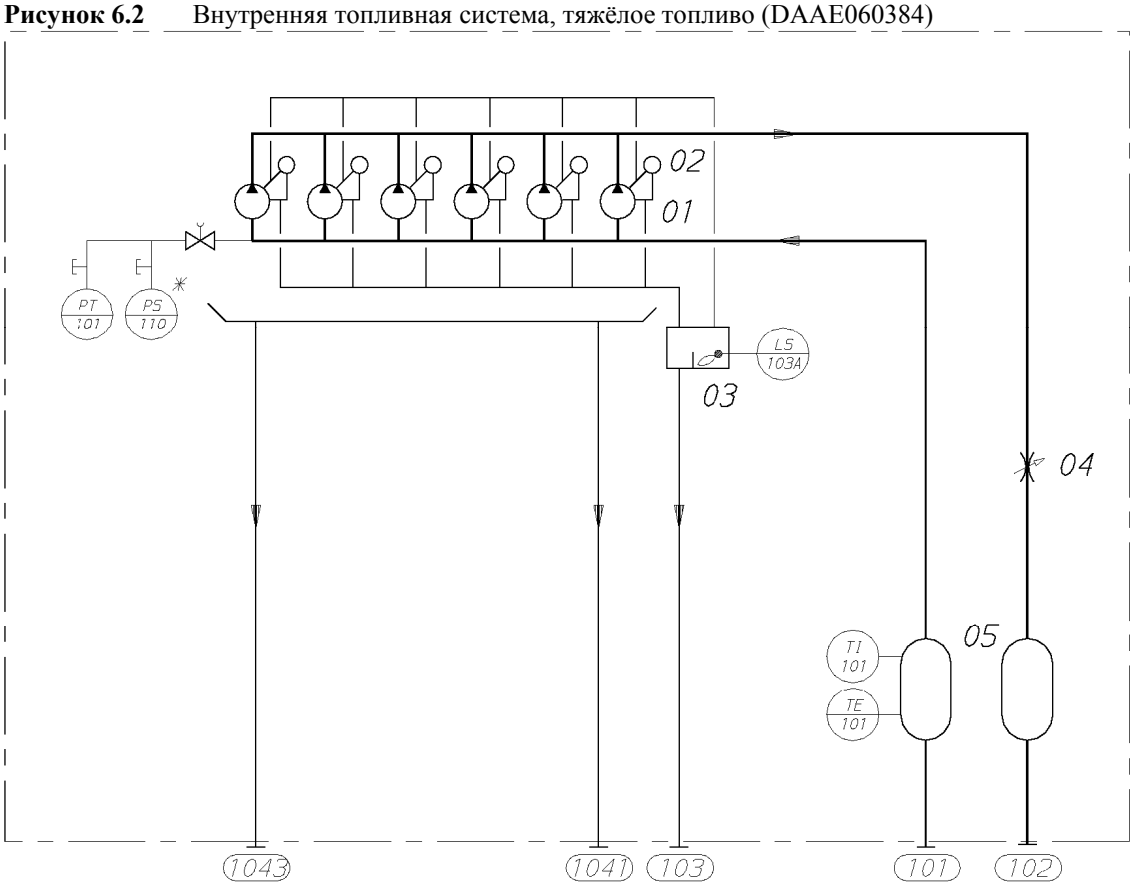
Рисунок 6.1 Внутренняя топливная система, дизельное топливо (DAAE060385)



✳ *РЕЗЕРВНЫЙ НАСОС*

Элементы системы		Датчики и индикаторы	
01	ТНВД	PT101	Давление топлива на входе
02	Инжекторный клапан	PS110	Переключатель резервного топливного насоса
03	Аварийный сигнал утечки топлива из труб ТНВД	LS103A	Утечка топлива, труба ТНВД
04	Двойной фильтр тонкой очистки	PDS113	Топливный фильтр, реле давления
05	Приводимый от двигателя топливоподкачивающий насос		
06	Клапан регулировки давления		

Рисунок 6.2 Внутренняя топливная система, тяжёлое топливо (DAAE060384)



✳ *РЕЗЕРВНЫЙ НАСОС*

Элементы системы		**Датчики и индикаторы**	
01	ТНВД	PT101	Давление топлива на входе
02	Инжекторный клапан	PS110	Переключатель резервного топливного насоса
03	Аварийный сигнал утечки топлива из труб ТНВД	LS103A	Утечка топлива, труба ТНВД
04	Регулируемый дроссельный клапан	TI101	Температура топлива на входе
05	Амортизаторы пульсаций	TE101	Температура топлива на входе

Таблица 6.4 Размеры соединений топливных труб двигателя

Соединения труб		**Размер**	**Класс давления**	**Стандарт**
101	Подвод топлива, тяжёлое топливо (HFO)	OD18	PN160	DIN 2353
101	Подвод топлива, дизельное топливо(MDF)	OD28	PN100	DIN 2353
102	Выпуск топлива, тяжёлое топливо (HFO)	OD18	PN160	DIN 2353
102	Выпуск топлива, дизельное топливо(MDF)	OD28	PN100	DIN 2353
103	Слив утечки топлива, чистое топливо	OD18	-	ISO 3304
1041	Слив утечки топлива, загрязнённое топливо	OD22	-	ISO 3304
1043	Слив утечки топлива, загрязнённое топливо	OD18	-	ISO 3304
105	Резервное соединение топливной системы	OD22	PN160	DIN 2353

Для двигателя могут быть заданы условия работы и на тяжёлом топливе (HFO), и на дизельном топливе (MDF). Двигатель рассчитан на продолжительную работу на тяжёлом топливе. Однако, возможна работа таких двигателей на дизельном топливе с перерывами, но без чередований. Если произошло изменение работы двигателя на тяжёлом топливе на непрерывную работу на дизельном топливе, рекомендуется заменить выпускные клапаны с нимоника (Nimonic) на стеллит (Stellite).

Двигатели, работающие на тяжёлом топливе, оборудованы регулируемым дроссельным клапаном на обратном топливопроводе двигателя. Для двигателей, установленных на том же контуре подачи топлива, важно правильно распределять топливо между двигателями. Для этой цели перепады давления между двигателями должны быть компенсированы регулируемым дроссельным клапаном.

Двигатели, работающие на дизельном топливе, с топливоподкачивающим насосом, питаемым от двигателя, оборудованы клапаном регулировки давления на возвратном топливопроводе двигателя. Этот клапан регулировки давления поддерживает заданное давление перед впрыскивающими насосами.

6.2.1 Система утечного топлива

Чистое топливо, просочившееся из клапанов впрыска топлива и ТНВД, собирается в двигателе и выходит самотеком через подсоединение для чистого утечного топлива. Чистое топливо может быть заново использовано без сепарации. Количество утечки чистого топлива приведено в главе *Технические данные*.

Другие возможные утечки топлива и избытки воды и масла раздельно вытекают из горячего бокса через соединения для загрязненного топлива и должны подводиться к шламовому танку.

6.3 Внешняя топливная система

Устройство внешней топливной системы может отличаться от корабля к кораблю, но каждая система должна обеспечивать подвод хорошо очищенного топлива соответствующей вязкости и давления к каждому двигателю. Температурный контроль необходим для постоянного поддержания правильного значения вязкости топлива перед впрыскивающими насосами (см. главу *Технические данные*). Во всех режимах работы должна быть обеспечена достаточная циркуляция топлива через каждый двигатель, подсоединённый к одному и тому же контуру.

Система очистки топлива должна включать в себя по крайней мере один отстойник и два сепаратора. Наиболее важным является правильное задание размеров сепараторов тяжёлого топлива, следовательно, необходимо точно следовать рекомендациям производителя сепаратора. Плохо центрифугированное топливо вредно для двигателя, а высокое содержание воды может также нанести вред системе подачи топлива.

Впрыскивающие насосы создают импульсы давления в трубопроводе подачи топлива и в возвратном трубопроводе. Топливопроводы между питателем и двигателем должны быть должным образом закреплены к жёстким конструкциям. Расстояние между точками крепления рядом с двигателем должно быть небольшим. См. главу *Разработка, обработка и установка трубопроводов.*

Перед двигателем необходимо обеспечить соединение для сжатого воздуха, а также слив из возвратного топливопровода к соединению чистого топлива утечки или расширительному танку. При таком расположении становится возможным выдуть топливо из двигателя до начала технического обслуживания, чтобы избежать пролива жидкости.

ЗАМЕЧАНИЕ!	В составных двигательных установках, когда несколько двигателей подсоединены к одному и тому же контуру подачи топлива, должна существовать возможность по отдельности перекрывать трубу подачи топлива и возвратный трубопровод, подсоединённые к двигателю. Это требование конвенции SOLAS. Сверх того ставятся условия, что способ отключения не окажет влияния на работу остальных двигателей, и что возможно перекрыть топливопроводы в том случае, если они окажутся недоступными из-за пожара на любом из двигателей.

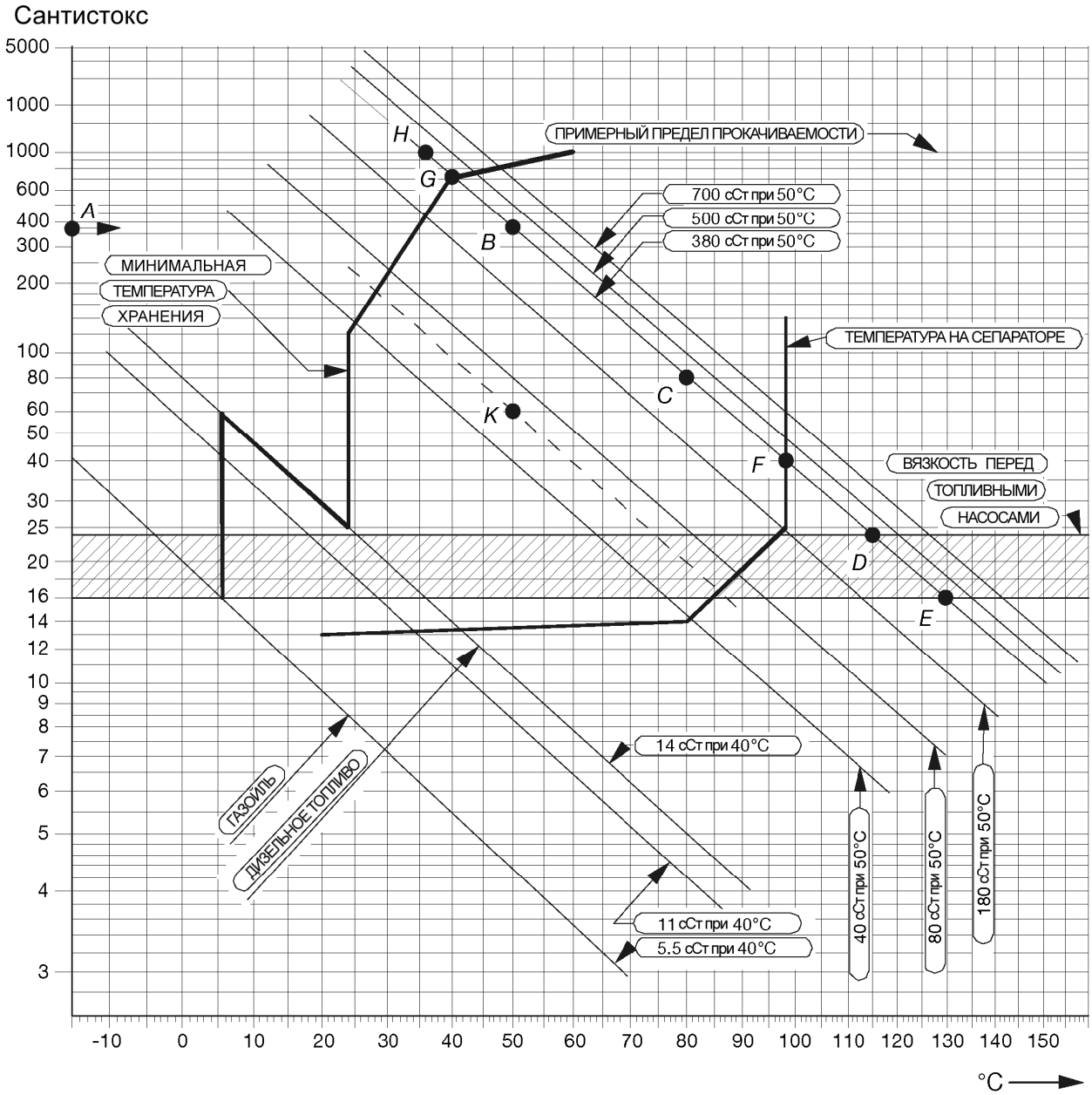
6.3.1 Требования по подогреву тяжёлого топлива

Подогрев необходим для:

- Топливных цистерн, отстойников, расходных танков
- Трубопроводов (обогрев линии)
- Сепараторов
- Подкачивающих насосов / бустерных установок

Для возможности работы насосов температура топливных цистерн должна всегда поддерживаться на 5....10˚C выше температуры застывания, обычно при 40…50˚C. Нагревательные элементы могут быть рассчитаны на температуру 60˚C.
Нагревательная способность танка определяется тепловыми потерями топливных цистерн и заданной степенью увеличения температуры.

Рисунок 6.3 Диаграмма «вязкость топлива/температура» для определения температур предварительного нагрева жидких топлив (4V92G0071b)



Пример 1: Топливо вязкостью 380 сСт (A) при 50˚C (B) или 80 сСт при 80˚C (C) должно предварительно подогреваться до температуры 115-130˚C (D-E) перед впрыскивающими насосами, до температуры 98˚C (F) на сепараторе и минимум до 40˚C (G) в резервуарах-хранилищах. Топливо может не поддаваться прокачиванию при температуре менее 36˚C (H).

Чтобы получить температуры для промежуточных значений вязкости, следует нарисовать через известную точку вязкости/температуры линию, параллельную ближайшей из линий вязкости/температуры на диаграмме.

Пример 2: Известна вязкость 60 сСт при 50˚C (K). По пунктирной линии можно определить: вязкость при 80˚C = 20 сСт, температуру на впрыскивающих насосах – 74 - 87˚C, температуру на сепараторе – 86˚C, минимальную температуру в резервуарах-хранилищах –28˚C.

6.3.2 Топливные танки

Сперва топливо перемещается из топливных цистерн в отстойник для первоначального отделения осадка и воды. После центрифугирования топливо поступает в расходные танки, из которых топливо подаётся к двигателю.

Отстойник для тяжёлого топлива (1T02) и дизельного топлива (1T10)

Для тяжёлого топлива и дизельного топлива рекомендуются раздельные отстойники.

Для того чтобы гарантировать достаточность времени отстаивания (отделения воды и осадка), объём каждого танка должен быть достаточным для мин. 24 часов работы при максимальном расходе топлива.

Танки должны быть оборудованы внутренними перегородками для обеспечения эффективности отстаивания, а также дно должно быть под наклоном для надлежащего слива.

Температура в отстойнике тяжёлого топлива должна поддерживаться между 50˚C и 70˚C, для чего необходимы нагревательный элемент и теплоизоляция танка. Отстойники дизельного топлива обычно не требуют обогрева или изоляции, однако температура танка должна находиться в пределах 20…40˚C.

Расходный танк для тяжёлого топлива (1T03) и дизельного топлива (1T06)

Необходимо обеспечить два расходных танка для тяжёлого топлива, каждый объёмом, достаточным для, по крайней мере, 8 часов работы при максимальном расходе топлива.

Для дизельного топлива назначается отдельный танк. Объёма танка с дизельным топливом должно хватать на 8 часов подачи топлива.

Отстойники не могут быть использованы взамен расходных танков.

Расходный танк должен быть сконструирован так, чтобы предотвращать скопление осадка рядом с всасывающей трубой, а дно танка находилось под наклоном для достижения эффективности сливания.

Расходные танки тяжёлого топлива должны быть оборудованы нагревательными элементами и теплоизолированы. Рекомендуется, чтобы значение вязкости в расходных танках было меньше 140 сСт. Из-за риска появления воскообразных образований, топлива со значением вязкости ниже 50 сСт при 50˚C необходимо хранить при температуре выше, чем того требует вязкость. Непрерывное сепарирование в настоящее время является принятой практикой, это означает, что температура расходного танка с тяжёлым топливом обычно находится выше 90˚C.

Температура танка дизельного топлива должна быть в диапазоне 20…40˚C.

Уровень танка должен обеспечивать положительное статическое давление со стороны всасывания топливоподкачивающих насосов. Если предполагается старт на дизельном топливе в условиях отсутствия электричества, необходимо расположить танк по меньшей мере на 15 метров выше коленвала двигателя.

Танк топлива утечки, чистое топливо (1T04)

Чистое топливо утечки вытекает из двигателя под действием силы тяжести. Необходимо собирать топливо в отдельный танк для чистого топлива утечки, откуда оно может быть перекачено в расходный танк и заново использовано без сепарации. Трубы от двигателя к танку чистого топлива утечки должны находиться под постоянным уклоном. Танк и трубопровод должны подогреваться и быть изолированы, кроме случаев, когда установка предназначена для работы только на дизельном топливе.

Трубопровод топлива утечки должен быть целиком замкнутым, чтобы предотвратить попадание грязи внутрь системы.

Танк топлива утечки, загрязнённое топливо (1T07)

В нормальном режиме работы не должна происходить утечка топлива из элементов топливной системы. В связи с техническим обслуживанием, или вследствие непредвиденных утечек, внутрь горячего ящика двигателя может пролиться топливо или вода. Под действием силы тяжести пролитые жидкости собираются и выводятся из двигателя через соединение загрязнённого топлива.

Загрязнённое топливо должно собираться в шламовом танке. Танк и трубы должны подогреваться и быть изолированы, кроме случаев, когда установка предназначена для работы исключительно на дизельном топливе.

6.3.3 Подготовка топлива

Сепарация

Тяжёлое топливо (остаточное и смеси остаточных и дистиллятных видов топлива) перед перемещением в расходный танк подвергаются очистке в эффективных центробежных сепараторах.

Классификационные правила требуют использовать блок сепарации с излишней производительностью, чтобы требуемая производительность поддерживалась при любой одной неработающей установке.

Необходимо чётко следовать всем рекомендациям производителя сепаратора.

Для удаления воды и возможных примесей также рекомендуются центробежные пакетные сепараторы (для установок, работающих только на дизельном топливе). Производительность сепараторов дизельного

топлива должна быть достаточной для того, чтобы обеспечивать подачу топлива при максимальном потреблении топлива. Если центробежные сепараторы будут посчитаны слишком дорогими для установок на дизельном топливе, тогда вместо них допустимо использовать коалесцирующие фильтры. Коалесцирующие фильтры обычно устанавливаются с всасывающей стороны циркуляционного насоса системы подачи топлива. Фильтр должен обладать малым перепадом давления, чтобы избежать кавитации в насосе.

Режим работы сепаратора

Наилучшая эффективность сепарации достигается, когда постоянно дополнительно работает резервный сепаратор и пропускная способность снижена в соответствии с текущим потреблением топлива.

Сепараторы с мониторингом очищенного топлива (без гравитационного диска), работающие непрерывно, могут пропускать топливо с плотностью, превышающей 991 кг/м^3 при 15˚C. В таком случае основной и резервный сепараторы должны работать параллельно.

Когда используются сепараторы с гравитационным диском, тогда каждый резервный сепаратор должен работать последовательно с другим сепаратором, так чтобы первый сепаратор выступал в роли очистителя, а второй – осветлителя. Такая схема расположения применяется для топлив плотностью макс. 991 кг/м^3 при 15˚C. Сепараторы должны быть одинакового размера.

Эффективность сепарации

Термин «гарантированный расход» (ГР, CFR) был предложен, чтобы выразить рабочие характеристики сепараторов в соответствии с общепринятыми стандартами. ГР определяется как расход (литры/час) через 30 минут после слива осадка, когда эффективность сепаратора равна 85%, при использовании определённых тестовых видов топлива и частиц. ГР задаётся для эквивалентных вязкостей топлива, равных 380 сСт и 700 сСт при 50˚C. Больше информации содержится в документе CWA 15375:2005 (E), разработанном ЕКС (европейской комиссии по стандартизации)
Эффективность сепарации – это мера способности сепаратора удалять определённые пробные частицы. Эффективность сепарации определяется следующим образом:

$$n = 100 \times \left(1 - \frac{C_{ВЫХ}}{C_{ВХ}}\right)$$

где:

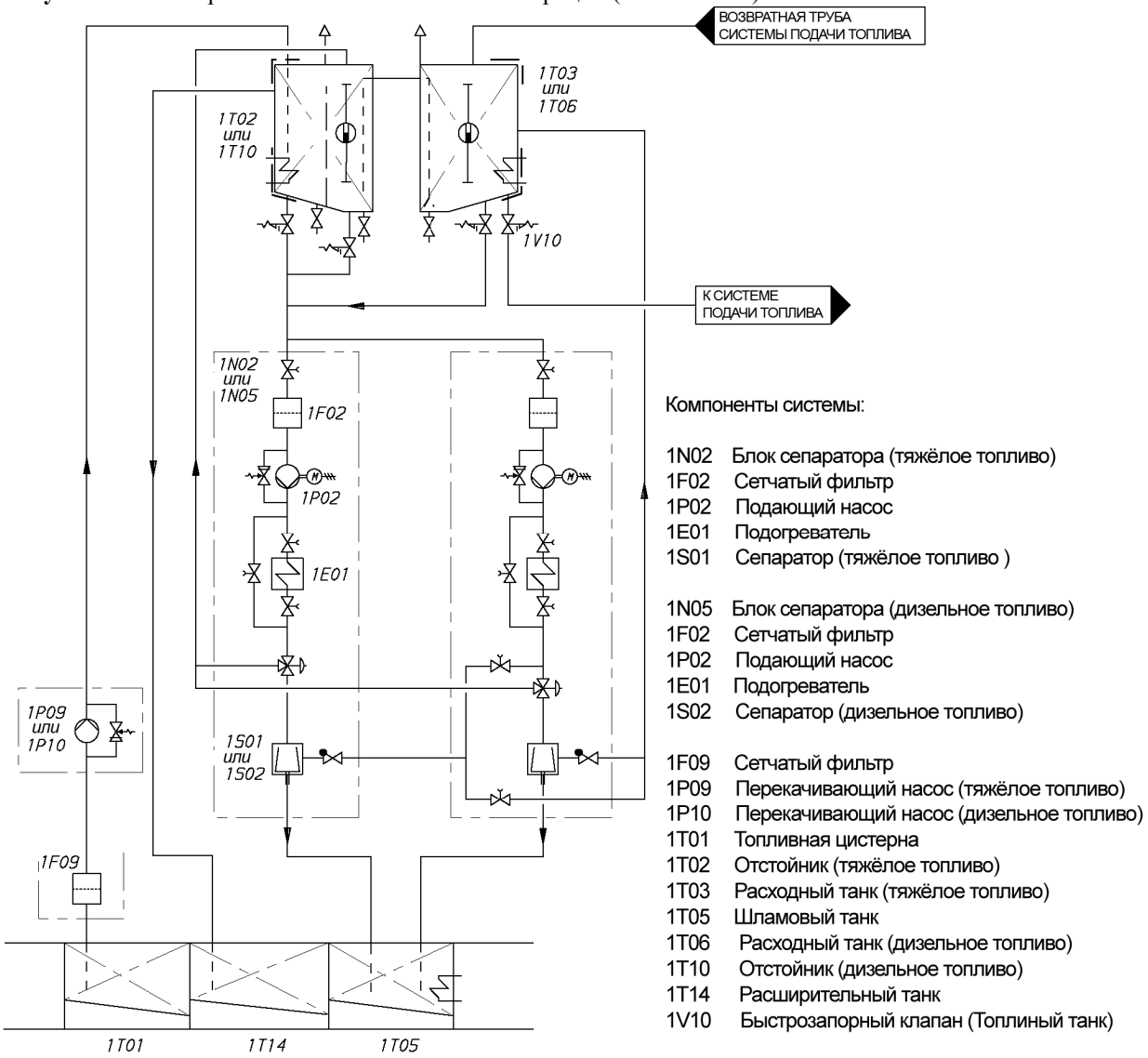
n = эффективность сепарации [%]
$C_{ВЫХ}$ = число пробных частиц в очищенном тестовом топливе
$C_{ВХ}$ = число пробных частиц в тестовом топливе перед сепаратором

Блок сепаратора (1N02/1N05)

Сепараторы обычно поставляются как предварительно собранные блоки, разработанные производителем сепаратора. Типично сепараторные модули оборудованы:

- Сетчатым фильтром на всасывающей линии (1F02)
- Подающим насосом (1P02)
- Предварительным подогревом (1E01)
- Шламовым танком (1T05)
- Сепаратором (1S01/1S02)
- Шламовым насосом
- Шкафами управления, включающими пускатели электродвигателя и контрольное устройство

Рисунок 6.4 Перекачка топлива и система сепарации (3V76F6626d)



Подающие насосы сепаратора (1P02)

Необходимо выставить реальное качество топлива для подающих насосов, а также рекомендованную пропускную способность сепаратора. Насос должен защищаться сетчатым фильтром (с размером сетки около 0.5 мм)
Для контроля нормы подачи топлива в сепаратор требуется одобренная система.

Расчётные данные:	**Тяжёлое топливо**	**Дизельное топливо**
Расчётное давление	0.5мПа (5 бар)	0.5 мПа (5 бар)
Расчётная температура	100˚C	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	1000 сСт	100 сСт

Подогреватель сепаратора (1E01)

Подогреватель настраивается в соответствии с пропускной способностью подающего насоса и заданной температурой отстойника. Температура поверхности подогревателя не должна быть слишком высокой, чтобы избежать крекинга топлива. Контроль температуры должен обеспечивать поддержание температуры топлива в пределах ± 2˚C.
Рекомендуемая температура топлива после подогревателя зависит от вязкости, но обычно составляет 98˚C для тяжёлого топлива и 20…40˚C для дизельного топлива. Оптимальная температура работы задаётся производителем сепаратора. Минимальная требуемая мощность подогревателя составляет:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

где:

P = мощность подогревателя [кВт]
Q = производительность подающего насоса сепаратора [л/ч]
ΔT = повышение температуры подогревателем [˚C]

Для тяжёлых топлив можно принять ΔT = 48˚C, то есть температура отстойника равна 50˚C. Топлива, имеющие вязкость больше 5 сСт при 50˚C требуют предварительного нагрева перед сепаратором. Подогреватели должны быть оснащены предохранительными клапанами и сливными трубами, ведущими к танку утечки (таким образом, чтобы возможные утечки могли быть обнаружены).

Сепаратор (1S01/1S02)

Основываясь на времени сепарации (23 или 23.5 ч/сутки), пропускная способность Q [л/ч] сепаратора может быть оценена по формуле:

$$Q = \frac{P \times b \times 24[h]}{\rho \times t}$$

где:

P = макс. продолжительная мощность дизельного двигателя (двигателей) [кВт]
b = удельный расход топлива + 15% запас [г/кВт]
ρ = плотность топлива [кг/м^3]
t = суточное время сепарации для самоочищающихся сепараторов [ч] (обычно = 23 ч или 23.5 ч)

Недопустимо превышать рекомендованные для сепаратора значения расходов топлива и качество топлива. Чем меньше расход, тем больше эффективность сепаратора.

Перед и после сепаратора необходимо установить пробоотборные клапаны.

Сепаратор дизельного топлива в установках, работающих на тяжёлом топливе (1S02)

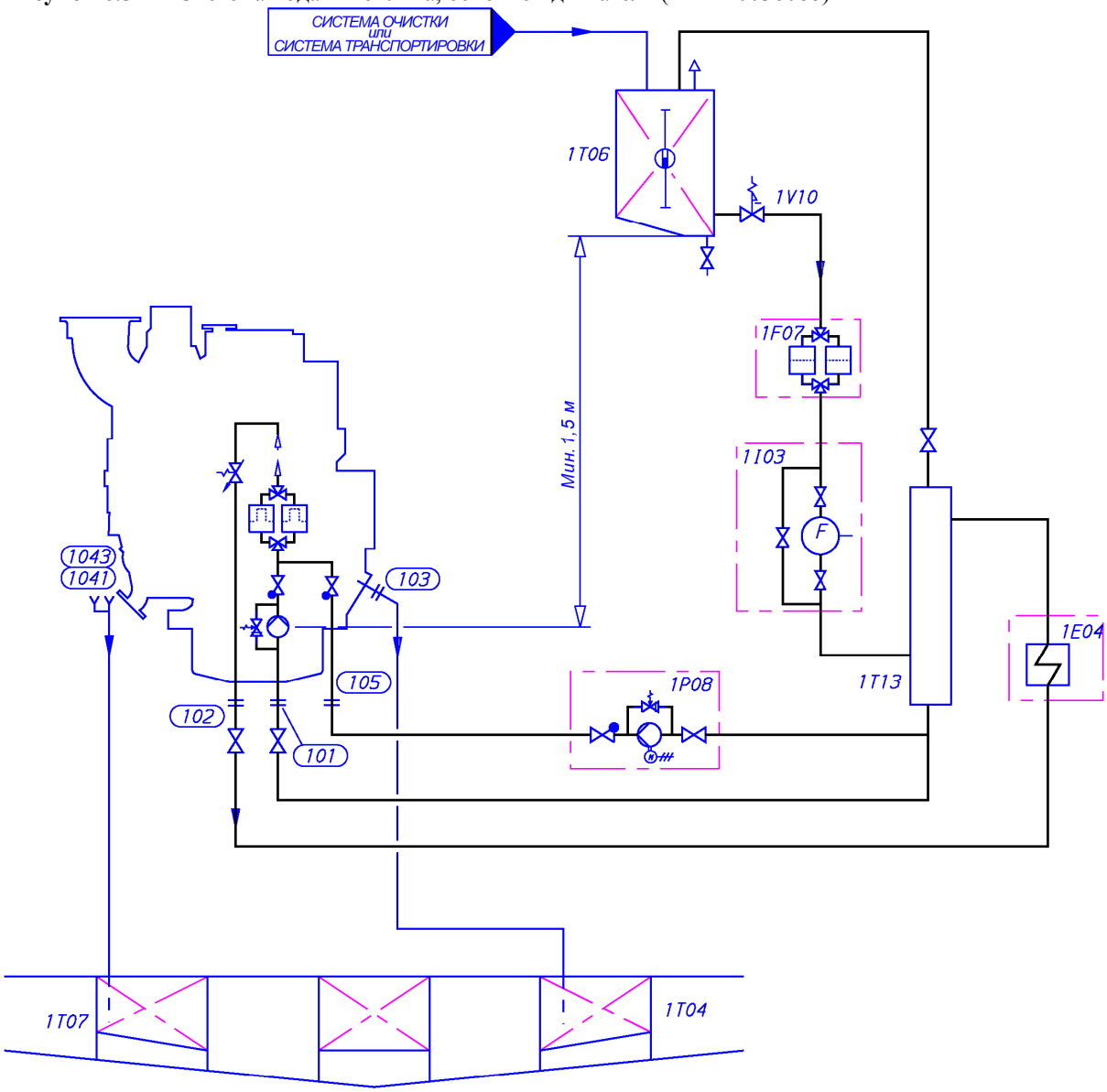
Для установок, работающих главным образом на тяжёлом топливе, рекомендуется также установить сепаратор дизельного топлива. В качестве сепаратора дизельного топлива может использоваться специальный сепаратор меньшего размера, или резервный сепаратор тяжёлого топлива.

Шламовый танк (1T05)

Шламовый танк должен располагаться непосредственно под сепараторами, или как можно ближе к сепараторам, кроме случаев, когда он интегрирован в сепараторный блок. Труба шламового танка должна быть установлена с постоянным уклоном вниз.

6.3.4 Система подачи топлива – установки на дизельном топливе.

Рисунок 6.5 Система подачи топлива, основной двигатель (DAAE003608b)



Элементы системы		Соединения труб	
1F07	Сетчатый фильтр, дизельное топливо	101	Подвод топлива
1P08	Резервный насос, дизельное топливо	102	Отвод топлива
1T04	Танк утечного топлива, чистое топливо	103	Слив утечного топлива, чистое топливо
1T06	Расходный танк, дизельное топливо	1041	Слив утечного топлива, загрязнённое топливо, свободный конец
1T07	Танк утечного топлива, загрязнённое топливо	1043	Слив утечного топлива, загрязненное топливо, сторона привода
		105	Резервное топливное соединение

Если двигатели будут работать только на дизельном топливе, тогда не обязателен подогрев топлива. В таком случае достаточно установить оборудование, перечисленное ниже. Некоторое оборудование, перечисленное ниже, также требует установки в дизельную часть топливной системы, работающей на тяжёлом топливе.

Циркуляционный насос, дизельное топливо (1P03)

Циркуляционный насос служит для поддержания давления на впрыскивающих насосах и прокачки топлива по системе. В качестве циркуляционного насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Перед каждым насосом должен быть установлен сетчатый фильтр тонкостью очистки 0.5 мм. Со стороны всасывания насоса должно иметься положительное статическое давление величиной около 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	5×общее потребление подсоединённых двигателей
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	1.0 мПа (10 бар)
Расчётная температура	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	90 сСт

Резервный насос, дизельное топливо (1P08)

Резервный насос требуется в том случае, если единственный основной двигатель оснащён насосом, приводимым от двигателя. В качестве резервного насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Насос должен быть расположен таким образом, чтобы со стороны всасывания имелось положительное статическое давление величиной около 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	5×общее потребление подсоединённых двигателей
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. общее давление (предохранительный клапан)	1.2 мПа (12 бар)
Расчётная температура	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	90 сСт

Измеритель расхода, дизельное топливо (1I03)

Если возвратное топливо из двигателя поступает в возвратный танк вместо расходного танка, тогда для мониторинга расхода топлива достаточно одного измерителя расхода при условии, что измеритель установлен в линии подачи, идущей от расходного танка (перед сливным танком). Для сливного танка обычно необходим охладитель. Объём сливного танка должен составлять 60-150 литров.

Общее сопротивление измерителя расхода и сетчатого фильтра должно быть достаточно небольшим, чтобы гарантировать положительное статическое давление величиной порядка 30 кПа со стороны всасывания циркуляционного насоса.

Необходимо наличие обводной трубы вокруг измерителя расхода, которая будет автоматически открываться при чрезмерном перепаде давления.

Фильтр тонкой очистки, дизельное топливо (1F05)

Фильтр тонкой очистки топлива представляет собой двойной фильтр всего потока из стальной сетки. Необходимо установить фильтр как можно ближе к двигателю.
Диаметр трубы между фильтром тонкой очистки и двигателем должен быть таким же, как и диаметр трубы до фильтров.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	в соответствии со спецификациями топлива
Расчётная температура	50˚C
Расчётный расход	Соответствует производительности топливного/циркуляционного насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации	37 µм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимый перепад давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Клапан регулировки давления, дизельное топливо (1V02)

Клапан регулировки давления устанавливается тогда, когда в установке присутствует питатель/напорный усилитель для тяжёлого топлива, и от двигателя к расходному танку дизельного топлива идёт возвратная труба. Клапан предназначен для повышения давления в возвратном трубопроводе для достижения требуемого давления в двигателе.

Расчётные данные:

Расчётный расход	Соответствует производительности циркуляционного насоса
Расчётная температура	50˚C
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Контрольная точка	0.4…0.7 мПа (4…7 бар)

Охладитель дизельного топлива (1E04)

Перед двигателем вязкость топлива может не опускаться ниже минимального предела, см. главу *Технические данные*. Практический опыт показывает, что при работе на дизельном топливе, температура топлива на входе должна быть ниже 45…50˚C. Для лёгких сортов масла возможна ещё более низкая температура.
При продолжительной работе на дизельном топливе обычно требуется охладитель топлива. Охладитель необходимо установить в возвратный трубопровод после двигателя (двигателей). В качестве охлаждающей среды обычно используется холодная вода.

Расчётные данные:

Рассеиваемое тепло	1 кВт/цилиндр
Максимальный перепад давления топлива	80 кПа (0.8 бар)
Максимальный перепад давления воды	60 кПа (0.6 бар)
Величина запаса (мощности, на загрязнение)	мин. 15%

Возвратный топливный танк (1T13)

Возвратный топливный танк должен быть оснащён выпускным клапаном на выходной трубе, ведущей к расходному танку дизельного топлива. Объём возвратного танка должен составлять по крайней мере 100 л.

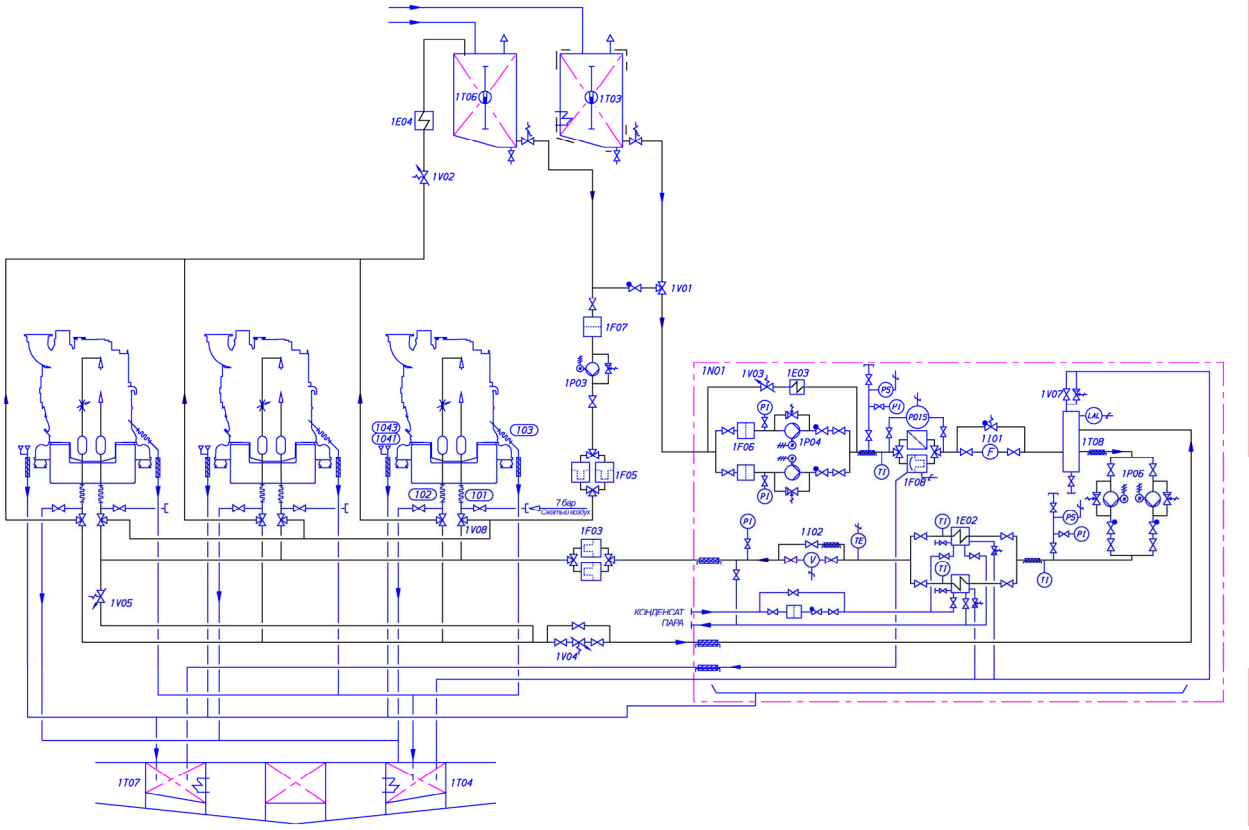
Старт при отсутствии электропитания

Дизель-генераторы, являющиеся основными источниками электроэнергии, должны быть способны продолжать функционировать при аварийном отключении электропитания за счёт запасённой энергии. В зависимости от конструкции системы и классификационных нормативов, в некоторых случаях является допустимым использовать аварийный генератор. Достаточное для аварийного запуска давление топлива может быть получено при помощи:

- Напорного танка, расположенного мин. на 15 метров выше коленвала
- Приводимого пневматически топливного насоса (1P11)
- Электрического топливного насоса (1P11), питаемого от аварийного источника питания

6.3.5 Топливная система – установки, работающие на тяжёлом топливе

Рисунок 6.6 Топливная система, вспомогательные двигатели (3V76F6656d)



Компоненты системы

1E02	Подогреватель	1P06	Подкачивающий насос
1E03	Охладитель	1T03	Расходный танк, тяжёлое топливо
1E04	Охладитель (возвратной линии дизельного топлива)	1T04	Танк утечного топлива, чистое топливо
1F03	Контрольный фильтр, тяжёлое топливо	1T06	Расходный танк, дизельное топливо
1F05	Контрольный фильтр, дизельное топливо	1T07	Танк утечного топлива, загрязнённое топливо
1F06	Всасывающий фильтр, тяжёлое топливо	1T08	Танк для удаления воздуха
1F07	Сетчатый фильтр, дизельное топливо	1V01	Переключающий клапан
1F08	Автоматический фильтр	1V02	Клапан регулировки давления, дизельное топливо
1I01	Измеритель расхода	1V03	Клапан регулировки давления, бустерная установка
1I02	Измеритель вязкости	1V04	Клапан регулировки давления, тяжёлое топливо
1N01	Подкачивающий насос/бустерная установка	1V05	Сливной клапан, тяжёлое топливо
1P03	Циркуляционный насос, дизельное топливо	1V07	Выпускной клапан
1P04	Подающий насос, тяжёлое топливо	1V08	Переключающий клапан

Соединения труб

101	Подвод топлива	1041	Слив утечного топлива, загрязнённое топливо, свободный конец
102	Отвод топлива	1043	Слив утечного топлива, загрязнённое топливо, сторона привода
103	Слив чистого утечного топлива		

Следует правильно установить трубы для тяжёлого топлива. Если вязкость топлива составляет 180 сСт/50˚C или выше, необходимо оборудовать трубы подогревателем трубопровода. Должна существовать возможность отключить подогрев труб, когда осуществляется работа на дизельном топливе (грамотно сгруппировать подогрев трубопроводов).

Пуск и остановка

Пуск и остановка двигателя может производиться на тяжёлом топливе при условии, что двигатель и топливная система предварительно прогреты до рабочей температуры. Топливо должно продолжать циркулировать в остановленном двигателе, чтобы поддерживать рабочую температуру. При пуске и остановке не рекомендуется переходить на дизельное топливо.
Перед капитальным ремонтом или отключением внешней системы необходимо промыть топливную систему двигателя и заполнить дизельным топливом.

Переход с тяжёлого топлива на дизельное топливо

Последовательность действий и оборудование для изменения топлива во время работы должны обеспечивать плавное изменение температуры и вязкости топлива. Если дизельное топливо подаётся через питатель/напорный усилитель тяжёлого топлива, то объём системы как раз достаточен для плавного перехода.

Если имеются отдельные циркуляционные насосы для дизельного топлива, тогда смену топлива стоит производить при помощи питателя/напорного усилителя тяжёлого топлива до переключения на циркуляционные насосы дизельного топлива. Как было упомянуто выше, при продолжительной работе на дизельном топливе обычно требуется охладитель топлива. Вязкость топлива в двигателе не должна падать ниже минимального предела, описанного в главе *Технические данные*.

Количество двигателей в одной системе

Когда блок подачи топлива питает только двигатели Wärtsilä 20, то к одному топливному контуру может быть подключено максимум три двигателя, кроме случаев, когда перед каждым двигателем установлен свой циркуляционный насос.

Предпочтительно, чтобы основные двигатели и вспомогательные двигатели имели отдельные блоки подачи топлива. Для того, чтобы основные двигатели и вспомогательные двигатели были на одном питающем контуре, обычно необходимы индивидуальные циркуляционные насосы или другие специальные устройства. Независимо от используемых специальных устройств, не рекомендуется питать более двух основных двигателей и двух вспомогательных двигателей, или более одного основного двигателя и трёх вспомогательных двигателей от одного блока подачи топлива.

Дополнительные указания:

- На узковинтовых судах с двумя двигателями должен иметься отдельный контур подачи топлива для каждого гребного вала
- На узковинтовых судах с четырьмя двигателями, стоящие на одном валу двигатели подсоединяются к разным контурам подачи топлива. К одному и тому же контуру может быть подсоединен только один двигатель с каждого вала

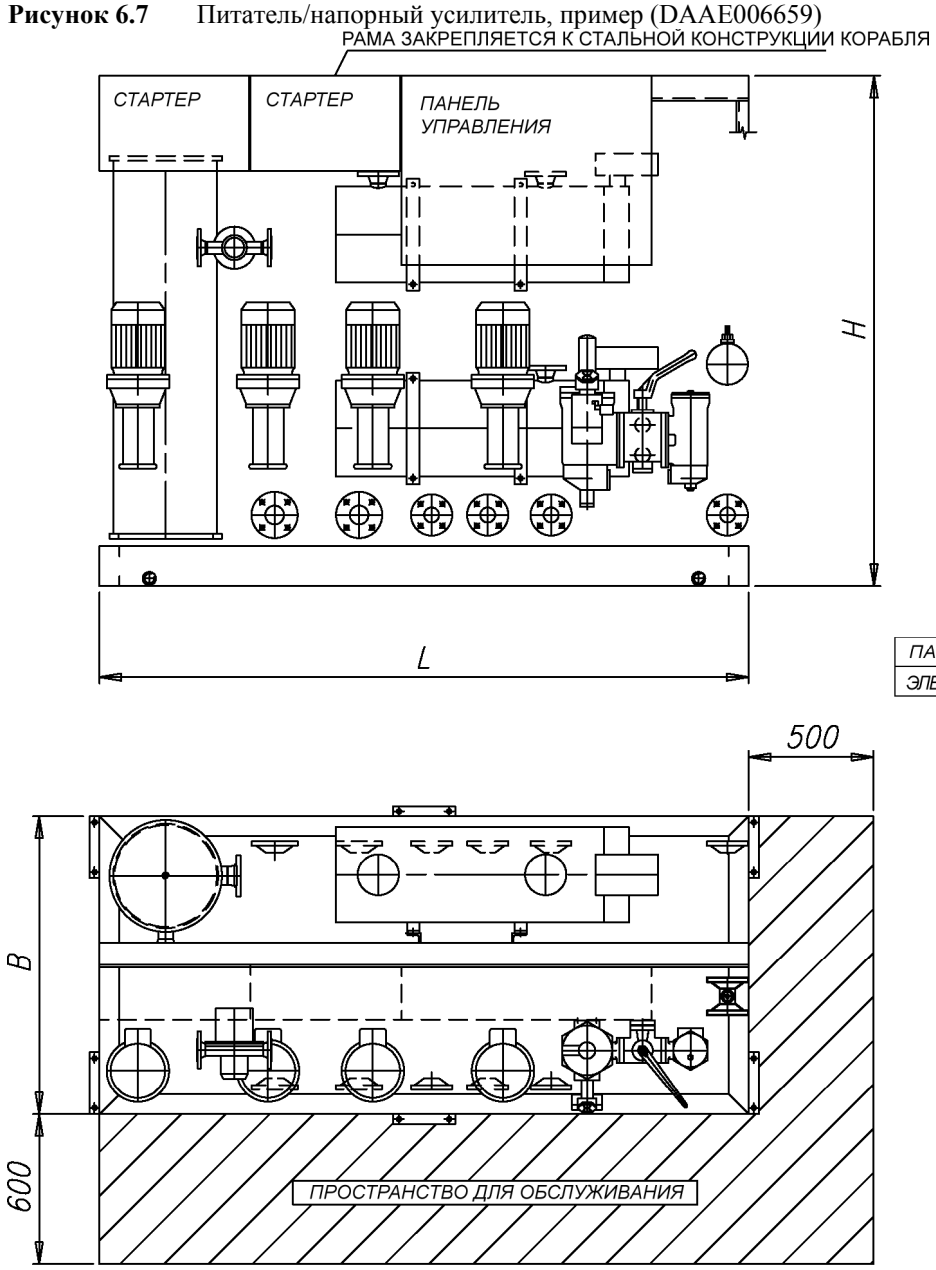
Питатель/напорный усилитель (1N01)

Питатель/напорный усилитель может доставляться целиком собранным. Данный блок включает в себя следующее оборудование:

- Два сетчатых фильтра
- Два подающих насоса винтового типа, оснащённых встроенными предохранительными клапанами и электромоторами
- Один клапан регулировки давления/сливной клапан
- Один танк для удаления воздуха, находящийся под давлением, оборудованный выпускным клапаном, управляемым по реле уровня.
- Два циркуляционных насоса, такого же типа, что и подающие насосы
- Два подогревателя (паровые, электрические, масляные) – один подогреватель работает, второй запасной.
- Один автоматический фильтр обратной промывки с байпасным фильтром.
- Один измеритель вязкости для управления подогревателями
- Один регулирующий клапан для парового подогревателя или масляного подогревателя, шкаф управления электроподогревателями
- Один терморегулирующий клапан для аварийного контроля подогревателей
- Один шкаф управления, включающий стартеры для насосов
- Одну панель аварийной сигнализации

Перечисленное выше оборудование собирается на стальном каркасе, который может быть приварен или прикручен болтами к основанию на корабле. Все внутренние электропроводы и трубопроводы целиком собраны. Все трубы для тяжёлого топлива изолированы и оборудованы подогревом.

Рисунок 6.7 Питатель/напорный усилитель, пример (DAAE006659)



	H	L	B
ПАРОВОЙ	1800	2500	1100
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ	2050	2600	1200

Все размеры в мм.

Подкачивающий насос, бустерная установка (1P04)

Подкачивающий насос поддерживает давление в системе подачи топлива. В качестве подкачивающего насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Производительность насоса должна быть достаточной, чтобы предотвратить падение давления во время промывки автоматического фильтра.

Перед каждым насосом следует установить сетчатый фильтр с размером отверстий 0.5 мм. Со стороны всасывания насоса должно создаваться положительное статическое давление величиной порядка 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	Общий расход подсоединёнными двигателями плюс объём потока от автоматического фильтра (1F08)
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	0.7 мПа (7 бар)
Расчётная температура	100˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	1000 сСт

Клапан регулировки давления, бустерная установка (1V03)

Клапан регулировки давления в подкачивающем насосе/бустерной установке поддерживает давление в танке удаления воздуха, направляя избыток потока к всасывающей стороне подкачивающего насоса.

Расчётные данные:

Производительность	Соответствует производительности подкачивающего насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Расчётная температура	100˚C
Контрольная точка	0.3…0.5 мПа (3…5 бар)

Автоматический фильтр, бустерная установка (1F08)

Рекомендуется выбрать для обводной линии автоматический фильтр с ручной очисткой. Автоматический фильтр необходимо установить перед подогревателем, между подкачивающим насосом и танком удаления воздуха (деаэрации). Фильтр оборудуется нагревательной рубашкой. Тем не менее, необходимо предотвратить перегревание (до температуры, превышающей 100˚C), при работе на дизельном топливе должна существовать возможность выключения подогревателя.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со спецификацией топлива
Расчётная температура	100˚C
Предварительный подогрев	Если вязкость топлива больше 25 сСт/100˚C
Расчётный расход	Соответствует производительности подающего насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации:	
- автоматический фильтр	35 µм (абсолютный размер отверстий)
- байпасный фильтр	35 µм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимый перепад давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Измеритель расхода, бустерная установка (1I01)

Если требуется измеритель расхода, его следует установить между подкачивающими насосами и танком удаления воздуха. Если требуется измерять потребление топлива каждого отдельного двигателя в сложных двигательных установках, необходимо установить два измерителя расхода на каждый двигатель: один на линию подачи и один на возвратную линию каждого насоса.

Необходимо наличие обводной трубы вокруг измерителя расхода, которая будет автоматически открываться при чрезмерном перепаде давления.

Если на измерителе расхода установлен предварительный фильтр, рекомендуется установить устройство, сигнализирующее о высокой разнице давления на концах фильтра.

Танк удаления воздуха, бустерная установка (1T08)

Танк должен быть оснащён реле сигнала пониженного уровня топлива и выпускным клапаном. Если это возможно, вытяжная труба отводится вниз, например, к расширительному танку. Танк должен быть изолирован и оборудован нагревательным элементом. Объём танка должен составлять минимум 100 литров.

Циркуляционный насос, бустерная установка (1P06)

Назначение насоса – прокачивать топливо по системе и поддерживать требуемое давление (определённое в главе *Технические данные*) на ТНВД. Циркулируя в системе, топливо сохраняет правильное значение вязкости, а также поддерживает трубопроводы и ТНВД при рабочей температуре.

Расчётные данные:

Производительность	5 × общее потребление подсоединённых двигателей
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	1.0 мПа (10 бар)

Расчётные данные:

Расчётная температура	150 ˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	500 сСт

Подогреватель, бустерная установка (1E02)

Подогреватель должен быть способен поддерживать вязкость топлива 14 сСт (топливо заданного сорта и заданной температуре расходного танка) при максимальном потреблении топлива, требуемые значения вязкости на ТНВД приведены в главе *Технические данные.* Тем не менее, при работе на топливе высокой вязкости, температура топлива на входе двигателя не должна превышать 135 ˚C.

Мощность подогревателя должна контролироваться измерителем вязкости. Контрольная точка измерителя вязкости должна быть несколько ниже требуемой вязкости на впрыскивающих насосах, чтобы компенсировать тепловые потери в трубопроводах. Для резервного контроля вязкости следует установить термостат.

Для предотвращения крекинга топлива, температура поверхности подогревателя не должна быть слишком высокой. Количество передаваемого тепла от поверхности не должно превышать 1.5 Вт/см^2.

Требуемая мощность подогревателя может быть приблизительно подсчитана по следующей формуле:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

где:

P = мощность подогревателя [кВт]
Q = общее потребление топлива при полной выходной мощности двигателя + 15% запас [л/ч]
ΔT = повышение температуры подогревателем [˚C]

Измеритель вязкости, бустерная установка (1I02)

Подогреватель должен контролироваться измерителем вязкости. Измеритель вязкости должен быть сконструирован таким образом, чтобы выдерживать пики давления, вызываемые ТНВД дизельного двигателя.

Расчётные данные:

Рабочий диапазон	0…50 сСт
Расчётная температура	180˚C
Расчётное давление	4 мПа (40 бар)

Предохранительный фильтр (1F03)

Контрольный фильтр – это полнопроточный сдвоенный фильтр с сетчатым стальным фильтрующим элементом. Необходимо устанавливать предохранительный фильтр как можно ближе к двигателю. Контрольный фильтр оборудуется нагревательной рубашкой. В установках с несколькими двигателями возможно использовать один общий предохранительный фильтр для всех двигателей.

Диаметр трубы между предохранительным фильтром и двигателем должен быть таким же, как и диаметр трубы между подкачивающим насосом/бустерной установкой и предохранительным фильтром.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со спецификацией топлива
Расчётная температура	150˚C
Расчётный расход	Равен производительности циркуляционного насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации	37 μм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимые перепады давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Перепускной клапан, тяжёлое топливо (1V05)

Если несколько двигателей подключены к одному и тому же подкачивающему насосу/бустерной установке, между линией подачи топлива и возвратной линией требуется перепускной клапан. Перепускной клапан ограничивает максимальное давление в линии подачи, когда топливопроводы к параллельному двигателю закрыты для технического обслуживания.

Для перепускного клапана необходимо задать параметры, обеспечивающие стабильное давление во всём рабочем диапазоне.

Расчётные данные:

Производительность	Равна производительности циркуляционного насоса (1P06)
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Расчётная температура	150˚C
Контрольная точка (Δp)	Вспомогательные генераторные установки: 0.1…0.2 мПа (1…2 бар) Системы, работающие на одном виде топлива: 0.2…0.7 мПа (2…7 бар)

Клапан регулировки давления (1V04)

Клапан регулировки давления предназначен для повышения давления в возвратной линии для достижения требуемого давления в двигателе. Клапан необходим в установках, где двигатель оборудован регулируемым дроссельным клапаном в возвратной линии двигателя.

Настройка регулируемого дроссельного клапана двигателя должна производиться после настройки клапана регулировки давления (1V04). Настройка должна проверяться при разных нагрузочных режимах, включая случаи, когда один или несколько двигателей находятся без нагрузки. Если основной двигатель подсоединён к тому же питателю/напорному усилителю, тогда необходимо также проверить циркуляцию/температуру, при работающем основном двигателе и без него.

6.3.6 Промывка

Перед тем, как двигатели подсоединяются к системе подачи топлива и топливо начинает циркулировать через двигатели, необходимо полностью промыть внешнюю систему трубопроводов. Система трубопроводов должна предусматривать установку временного промывочного фильтра.

Топливопроводы на двигателе (соединения 101 и 102) отсоединяются, подающая и возвратная линии соединяются временной трубой или шлангом со стороны установки. Все фильтрующие элементы удаляются из фильтров, кроме, конечно, промывочного фильтра. Для предотвращения повреждения, вокруг автоматического фильтра и измерителя вязкости следует проложить байпасные трубы. Тонкость фильтрации промывочного фильтра должна составлять 35µм или быть более высокой.

7. Система смазки маслом

7.1 Требования к качеству смазочного масла

7.1.1 Смазочное масло для двигателя

Смазочное масло должно быть класса вязкости SAE 40 и иметь индекс вязкости (VI) минимум 95. Щелочные свойства смазочного масла (ЩЧ) связаны с сортом топлива, как показано в таблице ниже. ЩЧ – это щелочное число. Его значение равно миллиграммам KOH в грамме масла.

Таблица 7.1 Стандарты топлива и требования к качеству смазочного масла

Категория	Стандарт топлива		ЩЧ смазочного масла
A	ASTM D 975-01, BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO8217: 1996(E)	GRADE NO. 1-D, 2-D DMX, DMA DX, DA ISO-F-DMX, DMA	10…30
B	BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 1996(E)	DMB DB ISO-F-DMB	15…30
C	ASTM D 975-01, ASTM D 396-04, BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 1996(E)	GRADE NO. 4-D GRADE NO. 5-6 DMC, RMA10-RMK55 DC, A30-K700 ISO-F-DMC, RMA10-RMK55	30…55

Для работы на тяжёлом топливе в первую очередь следует выбирать смазочные материалы со значением ЩЧ равным 50-55. Смазка со значением ЩЧ 40 также может быть использована с тяжёлым топливом при условии, что содержание серы сравнительно невелико и что ЩЧ остаётся выше предельного значения при допустимых интервалах между заменами масла. Смазочные масла со значением ЩЧ 30 должны использоваться вместе с тяжёлым топливом только в частных случаях; например, на установках с SCR (селективным катализатором), если, несмотря на более короткие интервалы между заменами масла, могут быть достигнуты лучшие показатели общей экономии. Меньшие значения ЩЧ могут иметь положительное влияние на время жизни катализатора на установках с SCR.

Использование сырой нефти с низким содержанием серы допускает использование смазочных масел ЩЧ 30. Однако, нередко в сырой нефти содержатся другие кислотные составляющие, для которых требуется большее значение ЩЧ, несмотря на то, что содержание серы в топливе невелико.

Для двигателя не является вредным использование более высокого ЩЧ, чем рекомендуется для сорта топлива.

Недопустимо смешивать масла разных марок, если только это не разрешено поставщиками масла. Если двигатель на гарантии, смешивание различных масел также должно быть одобрено компанией Wärtsilä.

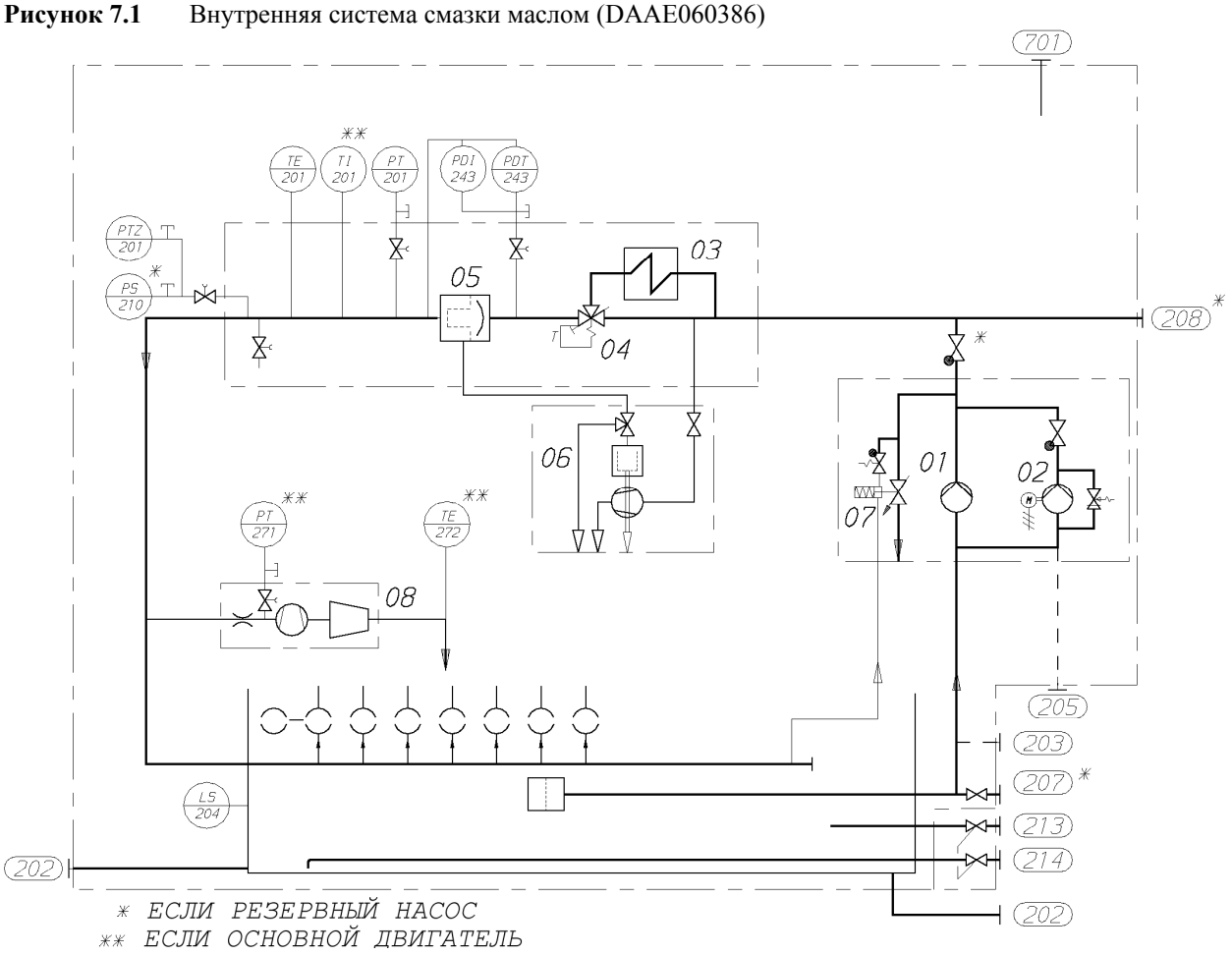
Каждая установка снабжается обновлённым списком одобренных смазочных масел.

7.1.2 Масло в регуляторе скорости или приводе

В нормальных условиях эксплуатации допустим класс вязкости масла SAE 30 или SAE 40. Обычно может быть использовано такое же масло, что и в двигателе. При низких температурах окружающей среды возможна необходимость использования универсального масла (например, SAE 5W-40), чтобы гарантировать правильную работу при запуске с холодным маслом.

7.2 Внутренняя система смазки маслом

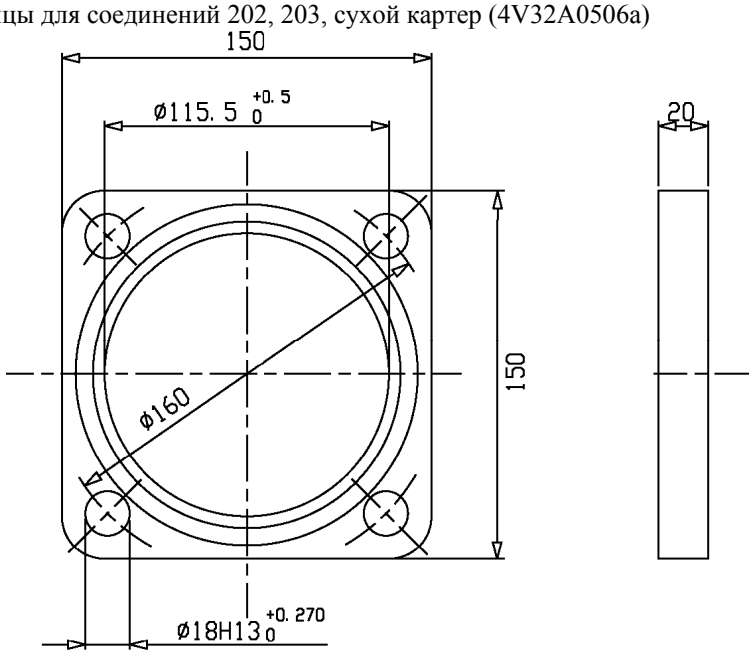
Рисунок 7.1 Внутренняя система смазки маслом (DAAE060386)



Элементы системы		Датчики и индикаторы	
01	Основной насос смазочного масла	PTZ201	Давление смазочного масла на входе
02	Масляный насос предварительной прокачки маслом	PS210	Датчик давления смазочного масла, резервный насос
03	Охладитель смазочного масла	TE201	Температура смазочного масла на входе
04	Терморегулирующий клапан	TI201	Температура смазочного масла на входе
05	Автоматический фильтр	PT201	Давление смазочного масла на входе
06	Центробежный фильтр	PDI243	Разность давлений на фильтре смазочного масла
07	Клапан регулировки давления	PDT243	Разность давлений на фильтре смазочного масла
08	ГТН	TE272	Температура смазочного масла на выходе ГТН
		PT271	Температура смазочного масла на входе ГТН
		LS204	Низкий уровень смазочного масла в поддоне картера

Соединения труб		Размер	Класс давления	Стандарт
202	Отвод смазочного масла (Если сухой поддон картера)	DN100	*См. Рис. 7.2*	
203	Смазочное масло к насосу, приводимому от двигателя (Если сухой поддон)	DN100	*См. Рис. 7.2*	
205	Смазочное масло к пусковому насосу (Если сухой поддон)	DN32	PN40	ISO 7005-1
207	Смазочное масло к электрическому насосу	DN100	PN16	ISO 7005-1
208	Смазочное масло от электрического насоса	DN80	PN16	ISO 7005-1
213	Смазочное масло от сепаратора и заливного отверстия	DN32	PN40	ISO 7005-1
214	Смазочное масло к сепаратору и сливному отверстию	DN32	PN40	ISO 7005-1
701	Вентиляция картера двигателя	DN65		

Рисунок 7.2 Фланцы для соединений 202, 203, сухой картер (4V32A0506a)



Поддон картера для смазочного масла – мокрого типа для вспомогательных двигателей и дизель-генераторов. Сухой картер рекомендуется для основных двигателей, работающих на тяжёлом топливе. Сухой картер имеет два отверстия для слива масла с каждого конца двигателя. Из них два отверстия следует подсоединить к масляному танку системы.

Приводимый напрямую насос смазочного масла – шестерённого типа и оборудован клапаном регулировки давления. Насос настраивается таким образом, чтобы обеспечить достаточный поток даже при низких скоростях. Соединение для резервного насоса возможно по выбору. Информацию касательно высоты всасывания, расхода и давления насоса см. в главе *Технические данные*.

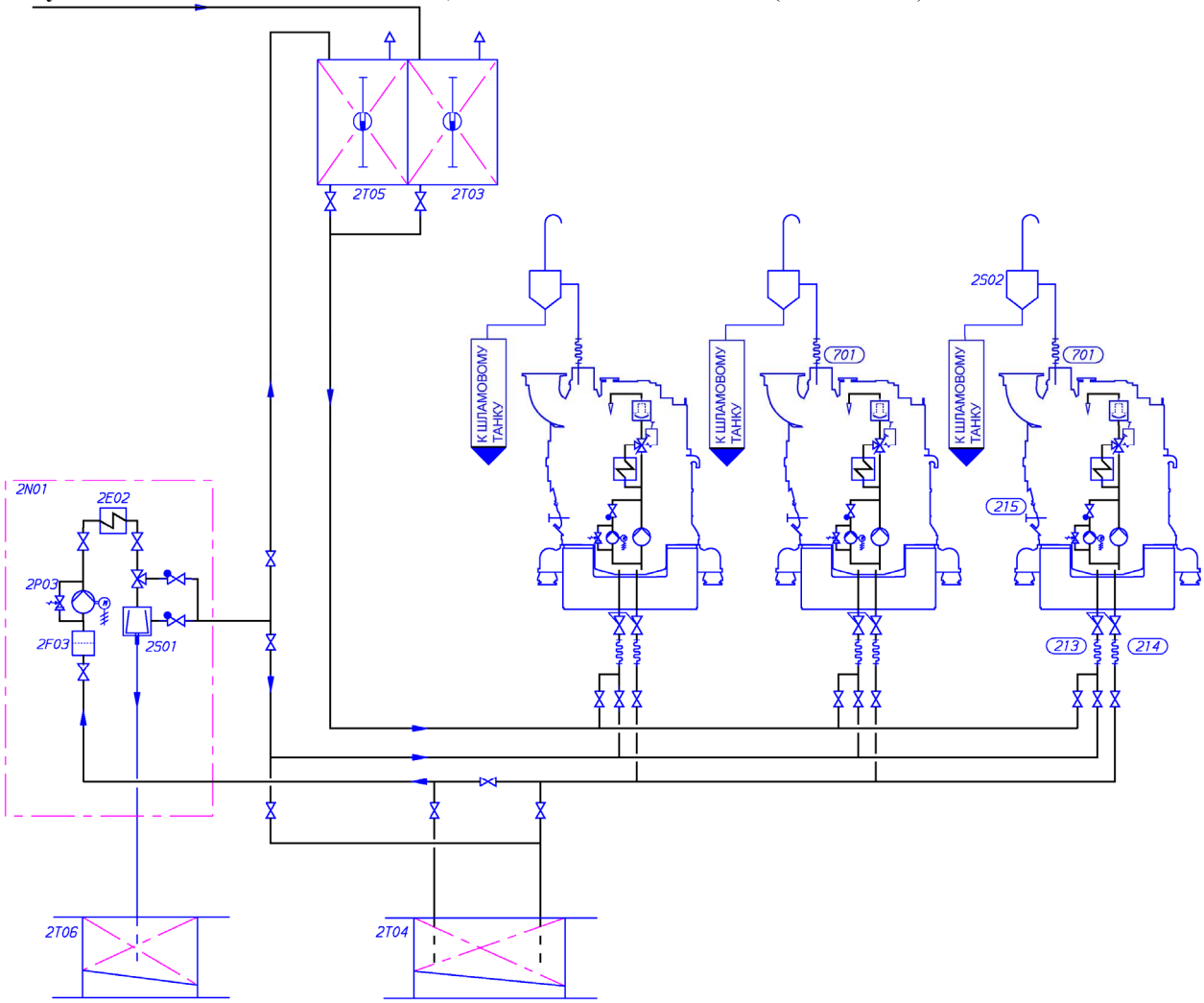
Насос предварительной смазки – это приводимый от электродвигателя шестерённый насос, оборудованный предохранительным клапаном. Насос должен всегда работать, когда двигатель остановлен. Информацию касательно высоты всасывания, расхода и давления насоса см. в главе *Технические данные*.

Находящийся на двигателе модуль смазки маслом состоит из охладителя смазочного масла, терморегулирующего клапана и автоматического фильтра.

Центробежный фильтр устанавливается для очистки масла обратной циркуляции из автоматического фильтра.

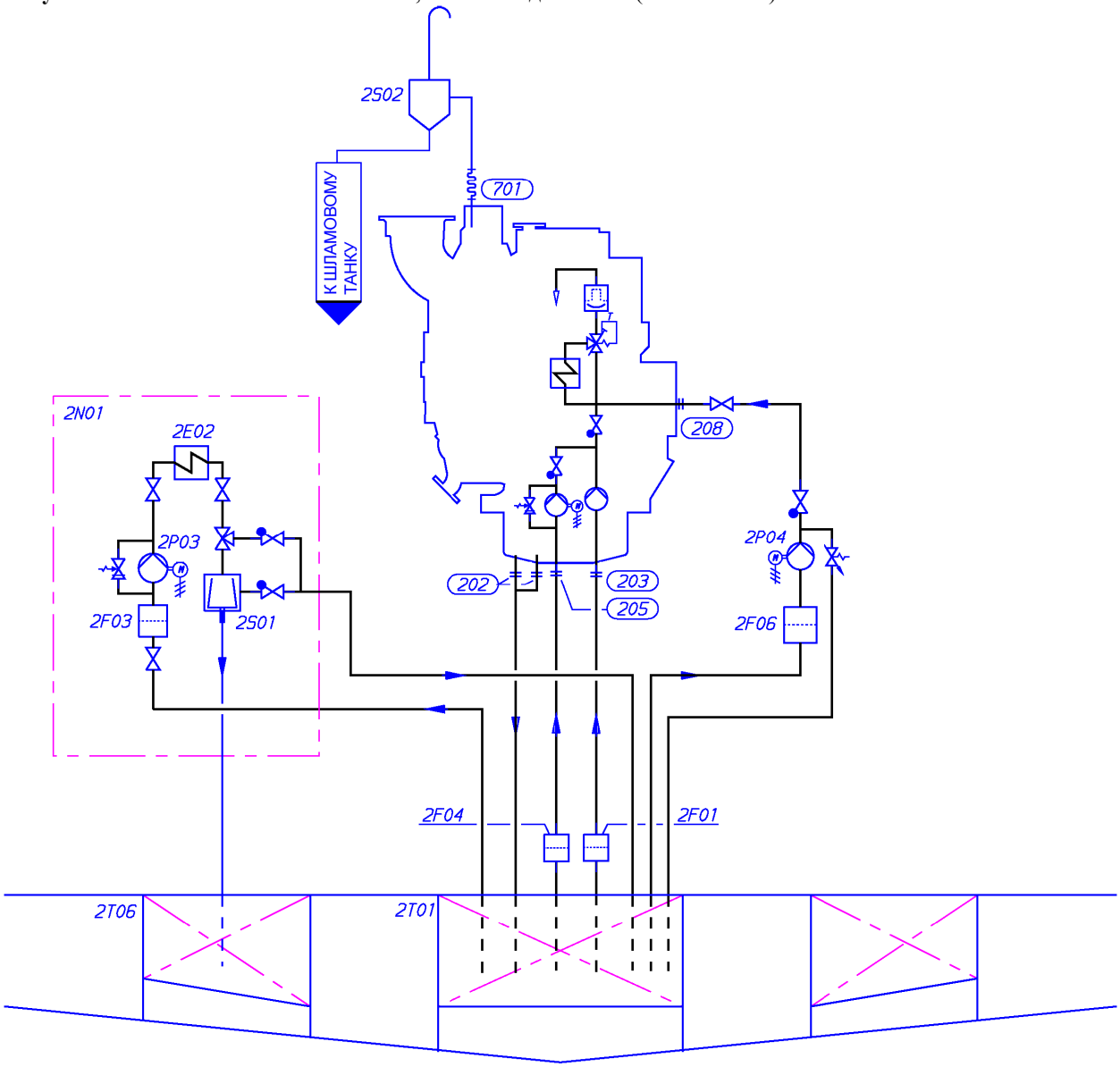
7.3 Внешняя система смазки маслом

Рисунок 7.3 Система смазки маслом, вспомогательные двигатели (3V76E4590b)



Элементы системы		Соединения труб		
2E02	Подогреватель (Блок сепаратора)	213	Смазочное масло от сепаратора и заливного отверстия	DN32
2F03	Всасывающий фильтр (Блок сепаратора)	214	Смазочное масло к сепаратору и сливному отверстию	DN32
2N01	Блок сепаратора	215	Заливное отверстие для смазочного масла	M48*2
2P03	Насос сепаратора (Блок сепаратора)	701	Вентиляция картера двигателя	DN65
2S01	Сепаратор			
2S02	Конденсационный горшок			
2T03	Танк свежего масла			
2T04	Танк восстанавливаемого масла			
2T05	Танк восстановленного масла			
2T06	Шламовый танк			

Рисунок 7.4 Система смазки маслом, основной двигатель (3V76E4591c)



Элементы системы		Соединения труб		
2E02	Подогреватель (Блок сепаратора)	202	Сток смазочного масла (из поддона картера)	DN100
2F01	Сетчатый фильтр (Основной насос смазочного масла)	203	Смазочное масло к насосу, приводимому от двигателя	DN100
2F03	Всасывающий фильтр (Блок сепаратора)	205	Смазочное масло к пусковому насосу	DN32
2F04	Сетчатый фильтр (Масляный насос предварительной прокачки маслом)	208	Смазочное масло от электрического насоса	DN80
2F06	Сетчатый фильтр (Резервный насос)	701	Вентиляция картера двигателя	DN65
2N01	Блок сепаратора			
2P03	Насос сепаратора (Блок сепаратора)			
2P04	Резервный насос			
2S01	Сепаратор			
2S02	Конденсационный горшок			
2T01	Системный масляный танк			
2T06	Шламовый танк			

7.3.1 Система сепарации

Блок сепаратора (2N01)

Каждый двигатель должен иметь специальный сепаратор смазочного масла, сепараторы должны быть настроены на непрерывную сепарацию. Если установка предназначена для работы только на дизельном топливе, тогда может быть достаточна периодическая сепарация.

Генераторные установки, работающие на топливе, имеющем вязкость макс. 380 сСт / 50˚С могут быть оборудованы общим блоком сепаратора смазочного масла. Три двигателя могут иметь общий блок сепаратора смазочного масла. В установках, имеющих четыре и более двигателя, следует установить два блока сепаратора смазочного масла.

Сепараторы обычно поставляются уже собранными блоками.

Обычно блоки сепаратора смазочного масла оборудованы:

- Подающим насосом с сетчатым фильтром и предохранительным клапаном
- Предварительным подогревателем
- Сепаратором
- Шкафом управления

Также блок сепаратора смазочного масла может быть оборудован промежуточным шламовым танком и шламовым насосом, что делает сепаратор более удобным для применения, так как нет необходимости располагать шламовый танк непосредственно под сепаратором.

Подающий насос сепаратора (2P03)

Подающий насос выбирается из расчёта, чтобы соответствовать рекомендованной пропускной способности сепаратора. Обычно насос подбирается и поставляется к сепаратору производителем сепаратора.

При настройке электродвигателя, необходимо принять во внимание самую низкую прогностическую температуру в масляном танке системы (после длинной остановки).

Подогреватель сепаратора (2E02)

Параметры подогревателя следует задать, исходя из производительности подающего насоса и температуры в масляном танке системы. Когда двигатель работает, температура в масляном танке системы, расположенном в днище корабля, обычно составляет 65…75˚С. Для того, чтобы сделать возможной сепарацию при остановленном двигателе, мощность подогревателя должна быть достаточной для поддержания требуемой температуры без подвода тепла от двигателя.

Рекомендуемая температура масла после подогревателя составляет 95˚С.

Температура поверхности подогревателя не должна превышать 150˚С во избежание перегрева масла.

Подогреватели должны быть оборудованы предохранительными клапанами и сливными трубами, ведущими к танку утечки (так, чтобы возможные утечки могли быть обнаружены).

Сепаратор (2S01)

Предпочтительно, чтобы сепаратор был с контролируемым сливом из корпуса, чтобы минимизировать потери смазочного масла.
Пропускная способность Q [л/ч] сепаратора может быть оценена по формуле:

$$Q = \frac{1.35 \times P \times n}{t}$$

где:

Q = объёмный расход [л/ч]

P = мощность двигателя [кВт]

n = число полных прокачек объёма танка в день (5 для тяжёлого топлива, 4 для дизельного)

t = время работы [ч/день] (24 ч при непрерывной сепарации, 23 ч при нормальной работе)

Шламовый танк (2T06)

Шламовый танк следует расположить непосредственно под сепараторами, или как можно ближе, насколько это возможно, под сепараторами, кроме случаев, когда шламовый танк интегрирован в блоке сепаратора. Шламовая труба должна находиться под постоянным уклоном вниз.

Танк восстанавливаемого масла (2T04)

Если двигатели с мокрым картером, тогда перед сепарацией содержимое поддона картера может стекать в этот танк.

Танк восстановленного масла (2T05)

В этом танке находится восстановленное масло, которое готово для замены масла, слитого для сепарации.

7.3.2 Системный масляный танк (2T01)

Рекомендуемый объём масляного танка указан в главе *Технические данные.*

Системный масляный танк обычно располагается под основанием двигателя. Танк не должен выдаваться из-под редуктора или генератора, а также должен быть расположен симметрично в поперечном направлении под двигателем. Более того, расположение танка должно быть таким, чтобы смазочное масло не охлаждалось ниже нормальной рабочей температуры. Высота всасывания крайне важна, если насос смазочного масла приводится от двигателя. Потери на фильтрах и т.д. добавляются к геометрической высоте всасывания

Соединение трубы между поддоном картера двигателя и масляным танком системы должно быть гибким, чтобы предотвратить повреждения, связанные с тепловым расширением. Возвратные трубы от поддона картера двигателя должны оканчиваться ниже минимального уровня масла в танке. Более того, возвратные трубы не должны располагаться в том же углу танка, где расположена всасывающая труба насоса.

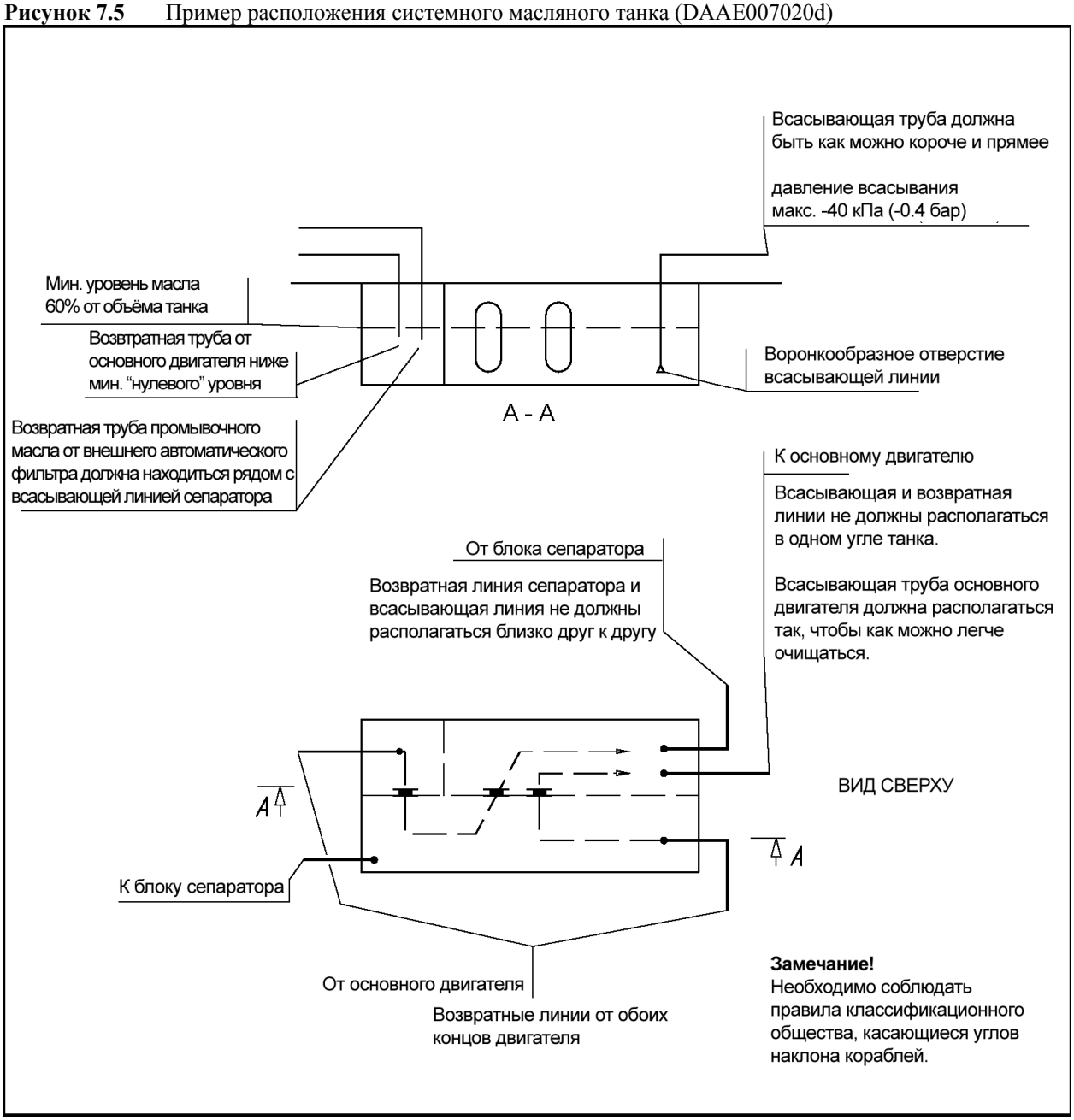
Всасывающая труба насоса должна быть с воронкообразным или коническим впускным отверстием, чтобы минимизировать потерю давления. По этой же причине всасывающая труба должна быть как можно короче и прямее (насколько это возможно) и иметь достаточный диаметр. Манометр должен быть расположен близко к впускному отверстию насоса смазочного масла. Далее всасывающая труба должна быть оборудована обратным клапаном створчатого типа без пружины. Обратный клапан чрезвычайно важен, если насос приводится от двигателя, обратный клапан необходимо установить в таком положении, чтобы обеспечить самозакрывание.

Всасывающая и возвратная трубы сепаратора не должны располагаться в танке близко друг к другу.

Вентиляционная труба из масляного танка системы не может быть совмещена с вентиляционными трубами картера двигателя.

После длительной остановки должна существовать возможность повысить температуру масла в танке. В холодных условиях, возможна необходимость иметь нагревательные элементы в масляном танке для обеспечения прокачиваемости. Подогреватель сепаратора обычно используется единожды для повышения температуры масла до достижения прокачиваемости. После тепло может передаваться маслу от предварительно прогретого двигателя, если вязкость масла и, соответственно, потребление мощности масляного насоса предварительной смазки не превышает мощности электродвигателя.

Рисунок 7.5 Пример расположения системного масляного танка (DAAE007020d)



Расчётные данные:	
Объём масла	1.2…1.5 л/кВт, см. также главу *Технические данные*
Уровень масла при работе	75 – 80 % от объёма танка
Аварийный уровень масла	60% от объёма танка.

7.3.3 Танк свежего масла (2T03)

В двигателях с мокрым картером, смазочное масло может заливаться в двигатель при помощи гибкого шланга или маслёнки через крышку картера двигателя или через трубу сепаратора. Расположение системы должно быть таким, чтобы иметь возможность измерять объём залитого масла.

7.3.4 Сетчатые фильтры грубой очистки (2F01, 2F04, 2F06)

Рекомендуется установить сетчатые фильтры перед каждым насосом, чтобы защитить насос от повреждения. Чтобы минимизировать потери давления, сетчатый фильтр и всасывающая труба должны быть установлены достаточно точно. Сетчатый фильтр всегда должен быть оборудован аварийной сигнализацией высокого перепада давления.

Расчётные данные:	

Тонкость фильтрации	0.5…1.0 мм

7.3.5 Резервный насос смазочного масла (2P04)

Обычно резервный насос смазочного масла – винтового типа и должен быть оборудован сливным клапаном.

Расчётные данные:	
Производительность	см. главу *Технические данные*
Расчётное давление, макс.	0.8 мПа (8 бар)
Расчётная температура, макс.	100˚C
Вязкость смазочного масла	SAE 40
Вязкость для задания параметров электромотора	500 мм^2/с (сСт)

7.4 Система вентиляции картера двигателя

Система вентиляции картера двигателя предназначена для удаления газов из картера двигателя, чтобы поддерживать давление в картере в заданных пределах.

Каждый двигатель должен быть оснащён собственной вентиляционной трубой, ведущей к открытому воздуху. Вентиляционные трубы картера недопустимо совмещать с другими вентиляционными трубами, например, вентиляционными трубами из масляного танка системы.

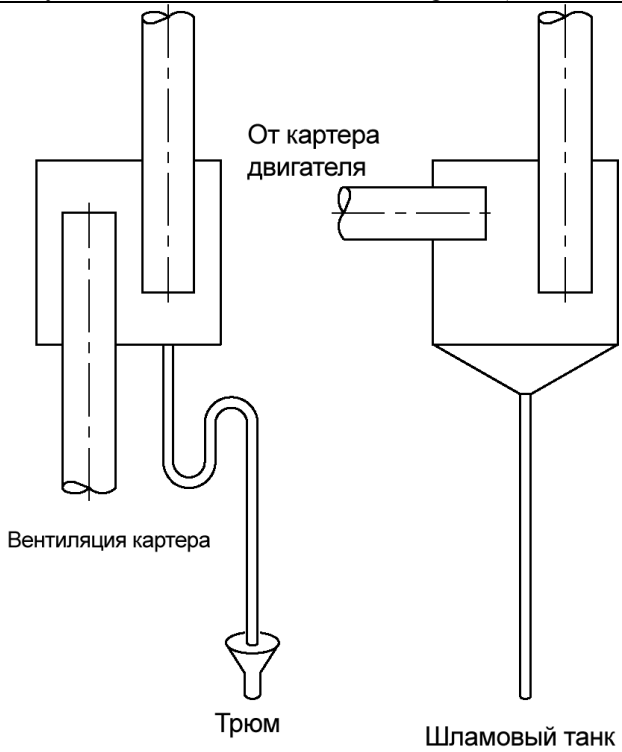
Диаметр трубы должен быть как минимум DN80 – во избежание чрезмерного противодавления. Другое оборудование трубопровода также должно быть разработано и настроено для избегания чрезмерного противодавления.

Конденсационный горшок необходимо расположить на вытяжной трубе рядом с двигателем.

Соединение между двигателем и трубой должно быть гибким.

Расчётные данные:	
Противодавление, макс.	см. главу *Технические данные*
Температура	80˚C

Рисунок 7.6 Конденсационный горшок (DAAE032780)



Минимальный размер вентиляционной трубы после конденсационного горшка составляет:

DN80

7.5 Инструкция по промывке

Если двигатель оборудован мокрым поддоном картера и вся система смазки маслом встроена в двигатель, тогда промывка не требуется. Все танки смазочного масла следует тщательно очистить, а масло сепарировать для удаления грязи и сварных окалин.
Если двигатель оборудован сухим поддоном картера, необходимо полностью промыть внешнюю систему трубопроводов перед подсоединением к двигателю. По этой причине для установки требуется временный промывочный фильтр. Тонкость фильтрации промывочного фильтра должна составлять 35 µм или более тонкая.

Если установлен электрический резервный или основной насос смазочного масла, тогда этот насос может быть использован для промывки. В противном случае, необходимо установить временный насос приблизительно той же производительности, что и насос, приводимый от двигателя. Труба подвода масла к двигателю отсоединяется, и масло заливается через дверцу картера двигателя в поддон картера двигателя. Все установленные фильтры удаляются за исключением промывочного фильтра.

Сепараторы смазочного масла должны работать до и во время промывки. Промывка будет более эффективной, если использовать специальное промывочное масло низкой вязкости. Масло необходимо подогревать, чтобы температура системы достигала, по крайней мере, нормальной рабочей температуры. Также может использоваться машинное смазочное масло, однако недопустимо использовать после этого промывочное масло, даже после сепарации.

Минимальное рекомендуемое время промывки составляет 24 часа. В течение этого времени следует аккуратно постукивать по сварным швам при помощи молотка, чтобы отделять окалины. Промывочный фильтр необходимо проверять и чистить через регулярные интервалы времени. Промывку продолжают до тех пор, пока в фильтре не будет собрано никаких частиц.

8. Система сжатого воздуха

Сжатый воздух используется для запуска двигателей и для приведения в действие устройств защиты и контроля. Использование пускового воздуха для других целей ограничено классификационными нормами. Чтобы элементы системы сжатого воздуха функционировали, необходимо, чтобы сжатый воздух был очищен от твёрдых частиц и масла.

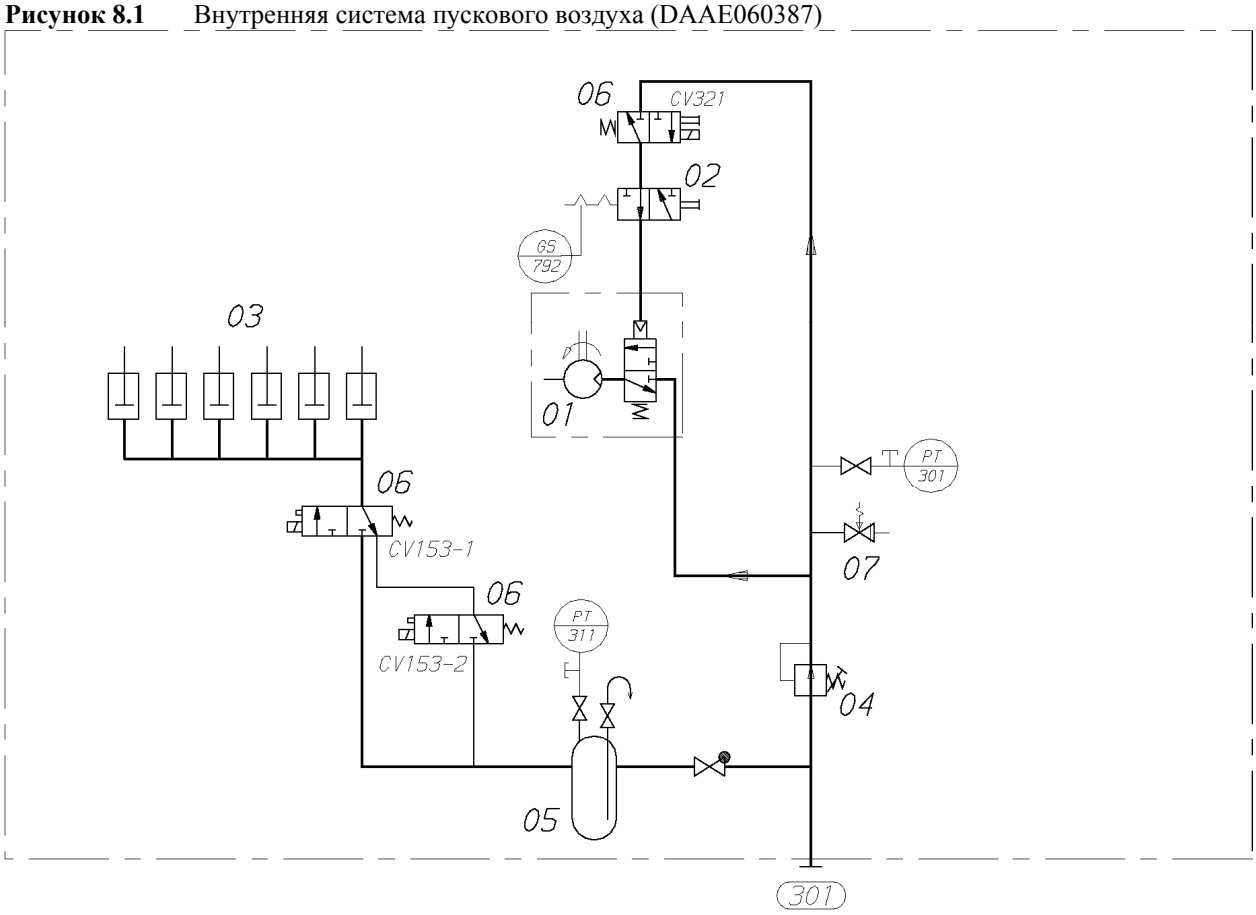
8.1 Внутренняя система сжатого воздуха

Двигатель оснащен пневмостартером, который раскручивает двигатель через зубчатый венец маховика.

Система сжатого воздуха электропневматического устройства отключения двигателя при превышении скорости соединена с системой пускового воздуха. По этой причине, подача воздуха в двигатель не должна прекращаться во время работы.

Номинальное давление пускового воздуха, равное 3 мПа (30 бар) понижается до 0,8 мПа (8 бар) регулятором давления, установленным на двигателе.

Рисунок 8.1 Внутренняя система пускового воздуха (DAAE060387)



Элементы системы		Датчики и индикаторы	
01	Стартер	PT311	Давление рабочего воздуха на входе двигателя
02	Запорный клапан, когда поворотный механизм зацеплен	PT301	Давление пускового воздуха на входе двигателя
03	Пневмоцилиндр на каждом ТНВД	GS792	Положение поворотного механизма
04	Регулятор давления		
05	Баллон с воздухом		
06	Электромагнитный клапан		
07	Предохранительный клапан		

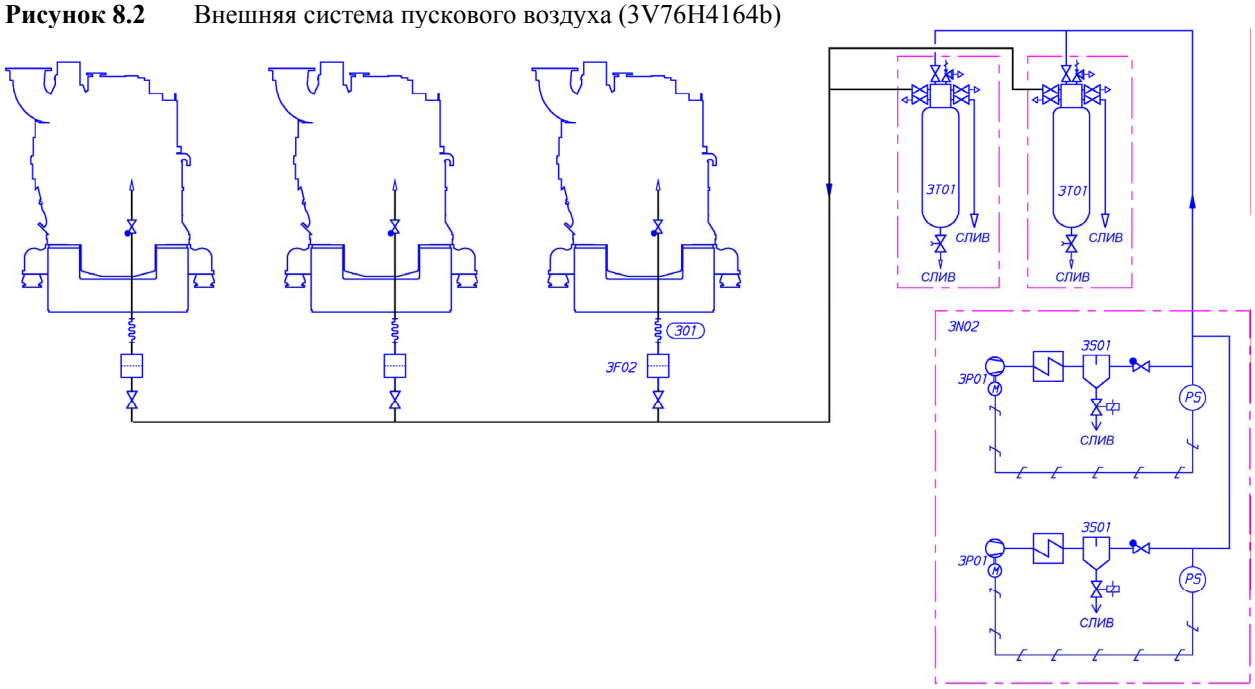
Соединения труб		Размер	Класс давления	Стандарт
301	Вход пускового воздуха, 3мПа	OD28	PN100	DIN 2353

8.2 Внешняя система сжатого воздуха

Конструкция системы пускового воздуха частично определяется классификационными нормами. Большинство классификационных обществ требуют, чтобы полный объем разделялся на два равных потока – к воздушным ресиверам и к компрессорам пускового воздуха. Требования, касающиеся составных двигательных установок, могут стать предметом специального рассмотрения классификационного общества.

Трубы пускового воздуха всегда должны иметь небольшой наклон и оснащаться ручной или автоматической системой слива в самых нижних точках.

Рисунок 8.2 Внешняя система пускового воздуха (3V76H4164b)



Элементы системы		Соединения труб	
3F02	Воздушный фильтр (На входе пускового воздуха)	301	Вход пускового воздуха
3N02	Компрессорная установка пускового воздуха		
3P01	Компрессор (Компрессорная установка пускового воздуха)		
3S01	Сепаратор (Компрессорная установка пускового воздуха)		
3T01	Ресивер пускового воздуха		

8.2.1 Компрессорная установка пускового воздуха (3N02)

Необходимо установить, по крайней мере, два компрессора пускового воздуха. Рекомендуется, чтобы компрессоры были способны заполнять баллон с пусковым воздухом от минимального (1.8 мПа) до максимального давления за 15…30 минут. Для точного определения минимальной производительности, необходимо следовать правилам классификационного общества.

8.2.2 Сепаратор масла и воды (3S01)

На трубе между компрессором и воздушной камерой должен быть всегда установлен сепаратор масла и воды. В зависимости от условий эксплуатации установки, может потребоваться сепаратор масла и воды на трубе между воздушной камерой и двигателем.

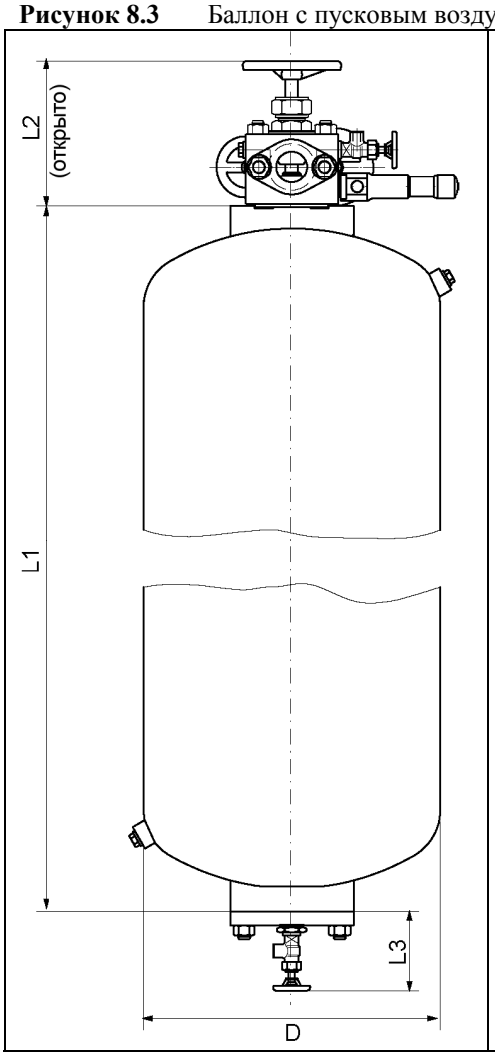
8.2.3 Баллон с пусковым воздухом (2T01)

Баллоны с пусковым воздухом должны быть рассчитаны на нормальное давление, равное 3 мПа. Количество и объём воздушный баллонов для главных двигателей зависит от требований классификационного общества и типа установки.

При расчёте требуемого объёма баллонов рекомендуется брать минимальное давление воздуха, равное 1.8 мПа.

Баллоны с пусковым воздухом должны быть оснащены, по крайней мере, клапаном с ручным управлением для удаления конденсата. Если баллоны располагаются горизонтально, тогда необходимо обеспечить наклон в 3…5° в сторону спускного клапана для обеспечения эффективности слива.

Рисунок 8.3 Баллон с пусковым воздухом



Объём [литры]	Размеры [мм]				Вес [кг]
	L1	L2[1)]	L3[1)]	D	
125	1807	243	110	324	170
180	1217	243	110	480	200
250	1767	243	110	480	274
500	3204	243	133	480	450

[1)] Размеры являются приблизительными.

Потребление пускового воздуха, указанное в технических данных, справедливо для удачных стартов. При дистанционном старте главный пусковой клапан держится открытым, пока двигатель не запустится, или пока не истечёт макс. время, отведённое для попытки пуска. При неудачном дистанционном старте расход может в 2 раза превысить объём воздуха, указанный в технических данных. Если на корабле введена система обозначений для необслуживаемого машинного отделения, тогда старты необходимо представлять как дистанционные, обычно таким образом, что только последняя попытка запуска является успешной.

Требуемый общий объём баллона пускового воздуха может быть посчитан по формуле:

$$V_R = \frac{p_E \times V_E \times n}{p_{Rmax} - p_{Rmin}}$$

где:

V_R = общий объём баллона с пусковым воздухом [м^3]
p_E = нормальное барометрическое давление (нормальные условия) = 0.1 мПа
V_E = потребление воздуха при старте [Нм^3] см. главу *Технические данные*
n = требуемое количество стартов в соответствии с классификационным обществом
p_{Rmax} = максимальное давление пускового воздуха = 3 мПа
p_{Rmin} = минимальное давление пускового воздуха = 1.8 мПа

ЗАМЕЧАНИЕ!	Общий объём баллона должен быть разделён по крайней мере на два равных по объёму баллона с пусковым воздухом.

8.2.4 Фильтр пускового воздуха (3F02)

Значительные сконденсированные образования могут возникать после сепаратора воды, особенно в тропических условиях. В зависимости от использованных материалов, это может приводить к появлению абразивных частиц ржавчины в трубопроводах, соединениях труб и баллонах. Поэтому рекомендуется установить сетчатый фильтр во внешней системе пускового воздуха перед двигателем.

Рекомендуемый размер ячейки сетки составляет 400 µм. Проходное сечение фильтрующего элемента должно составлять по крайней мере 250% от размера поперечного сечения рекомендованного диаметра трубы.

9. Система водяного охлаждения

9.1 Качество воды

В двигателях можно использовать только чистую пресную воду, содержащую одобренные ингибиторы коррозии. Важно, чтобы вода необходимого качества и одобренные ингибиторы коррозии были использованы при первом же заполнении системы водой после установки двигателя.
Пресная вода в системе водяного охлаждения двигателя должна соответствовать следующим требованиям:

водородный показатель (pH)	– мин. 6,5
жесткость	– макс. 10 °dH
Содержание хлоридов	– 80 мг/л
Содержание сульфатов	– 150 мг/л

Можно использовать водопроводную воду хорошего качества, но береговая пресная вода не всегда пригодна. Рекомендуется использовать воду, полученную с помощью бортовой испарительной установки. Содержание хлоридов в пресной воде, полученной с помощью установок обратного осмоса, часто превышает норму. Дождевая вода не годится для охлаждения двигателя в силу высокого содержания кислорода и углекислого газа.

9.1.1 Ингибиторы коррозии

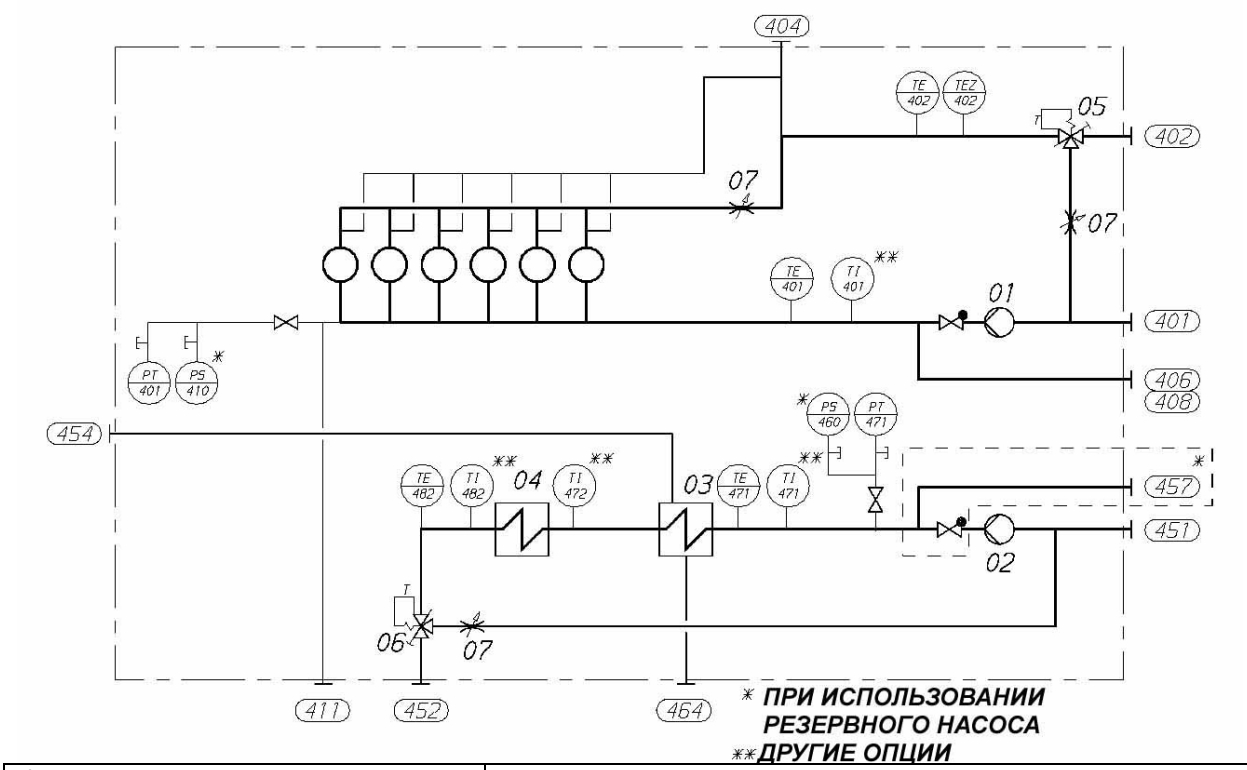
Обязательно использование одобренных присадок к охлаждающей воде. Обновляемый перечень одобренной продукции прилагается к каждой установке. Он также включен в руководство по эксплуатации двигателя вместе с указанием дозировок и дополнительными инструкциями.

9.1.2 Гликоль

Без особой необходимости не рекомендуется использовать гликоль в охлаждающей воде. Начиная от 10% содержания гликоля и выше двигатель должен дополнительно дератироваться на 0,67% на 1% содержания гликоля в воде. Разрешается максимум 40% содержания гликоля. Необходимо использовать ингибиторы коррозии независимо от наличия гликоля в охлаждающей воде.

9.2 Внутренняя система водяного охлаждения

Рис. 9.1 Внутренняя система водяного охлаждения



Компоненты системы		**Датчики и индикаторы**	
01	Насос охлаждающей жидкости, ВТ-контур	PT401	Давление воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур
02	Насос охлаждающей жидкости, НТ-контур	PS410	Реле давления воды, резервный насос, ВТ-контур
03	Холодильник наддувного воздуха	TE401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур
04	Масляный холодильник	TI401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур
05	Термостатный клапан ВТ-контура	TE402	Температура воды на выходе двигателя, ВТ-контур
06	Термостатный клапан НТ-контура	TEZ402	Температура воды на выходе двигателя, ВТ-контур
07	Регулируемое отверстие	PT471	Давление воды на входе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		PS460	Реле давления воды, резервный насос
		TE471	Температура воды на входе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		TI471	Температура воды на входе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		TI472	Температура воды на выходе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		TE482	Температура воды на выходе масляного холодильника, НТ-контур
		TI482	Температура воды на выходе масляного холодильника, НТ-контур

Соединения трубопроводов		**Размер**	**Класс по давлению**	**Стандарт**
401	Впуск воды, ВТ-контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
402	Выпуск воды, ВТ-контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
404	Вентиляция, ВТ-контур	OD12	PN250	DIN 2353
406	Вода от подогревателя в ВТ контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
408	Вода от резервного насоса, ВТ-контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
411	Дренаж воды, ВТ-контур	M10x1	-	Заглушка
451	Впуск воды, НТ-контур	DN80	PN16	ISO 7005-1
452	Выпуск воды, НТ-контур	DN80	PN16	ISO 7005-1

Соединения трубопроводов		Размер	Класс по давлению	Стандарт
454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур	OD12	PN250	DIN 2353
457	Вода от резервного насоса, НТ-контур	DN80	PN16	ISO 7005-1
464	Дренаж воды, НТ-контур	M18x1.5	-	Заглушка

Система охлаждения пресной водой состоит из высокотемпературного (ВТ) и низкотемпературного (НТ) контуров.
Вода ВТ-контура охлаждения циркулирует через рубашку охлаждения и цилиндровые крышки.
Вода НТ-контура охлаждения циркулирует через холодильник наддувного воздуха и масляный холодильник, который навешивается на двигатель.
Термостатные клапаны регулируют температуру поступающей от двигателя воды, направляя часть ее обратно к на насос охлаждающей воды. Термостатный клапан ВТ-контура охлаждения всегда монтируется на двигателе, в то время как термостатный клапан НТ-контура охлаждения может располагаться как на двигателе, так и вне его.
В установках с двигателем, работающем только на топливе морском дизельном топливе (MDF), можно установить термостатный клапан НТ-контура во внешней системе охлаждения и, таким образом, регулировать температуру воды НТ-контура охлаждения до двигателя.

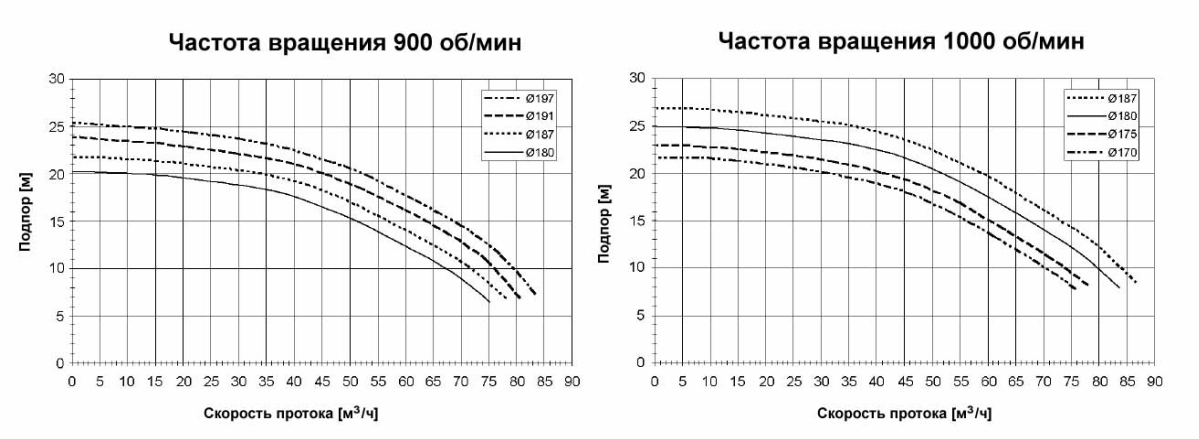
9.2.1 Циркуляционный насос с механическим приводом

Насосы охлаждающей воды ВТ и НТ контуров всегда работают от механического привода. Насосы с механическим приводом располагаются со свободной стороны двигателя.
Характеристические кривые насоса с механическим приводом показаны на диаграммах. Номинальное давление и мощность насоса описаны в разделе *Технические данные*.

Таблица 9.1 **Диаметры крыльчатки ВТ и НТ насосов с механическим приводом**

Двигатель	**Частота вращения [об/мин]**	**Диаметр крыльчатки ВТ насоса [мм]**	**Диаметр крыльчатки НТ насоса [мм]**
4L20	900 1000	187 170	180 170
6L20	900 1000	187 175	187 175
8L20	900 1000	191 180	197 187
9L20	900 1000	191 180	197 187

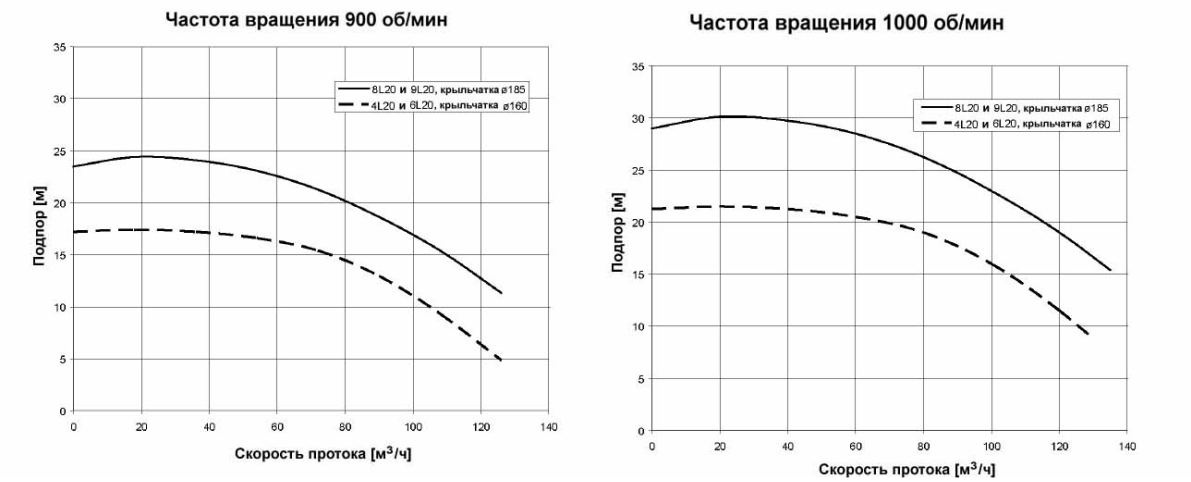
Рис. 9.2 **Характеристические кривые насосов**



9.2.2 Насос забортной воды с механическим приводом

Для главных двигателей может быть установлен насос забортной воды:

Рис. 9.3 Насос с механическим приводом при 900 об/мин	**Рис. 9.4** Насос с механическим приводом при номинальной частоте вращения (1000 об/мин)



9.2.3 Термостатный клапан НТ-контура

Термостатный клапан прямого действия регулирует температуру воды на выходе.

Уставка 49°C (43...54°C)

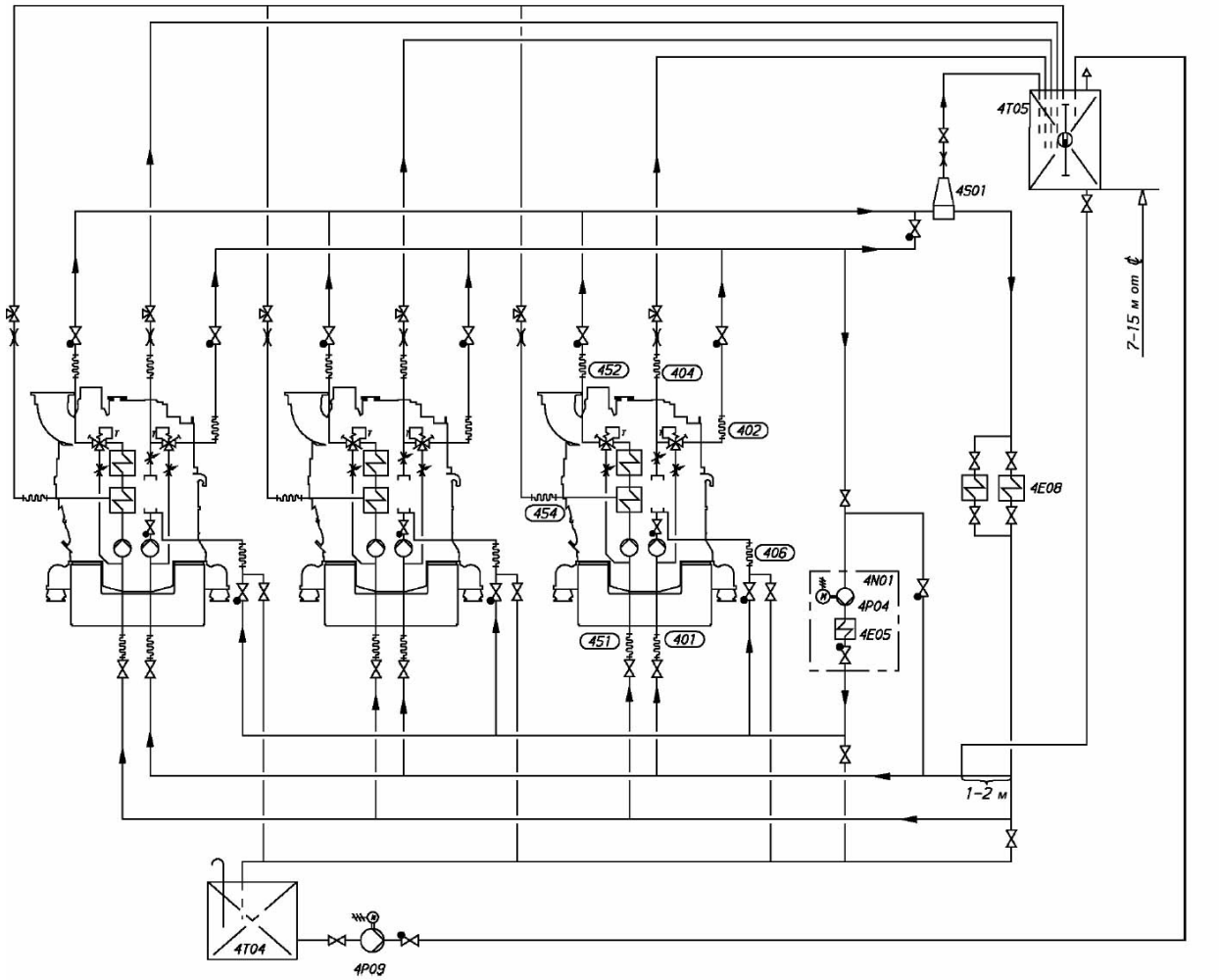
9.2.4 Термостатный клапан ВТ-контура

Термостатный клапан прямого действия регулирует температуру воды на выходе.

Уставка 91°C (87...98°C)

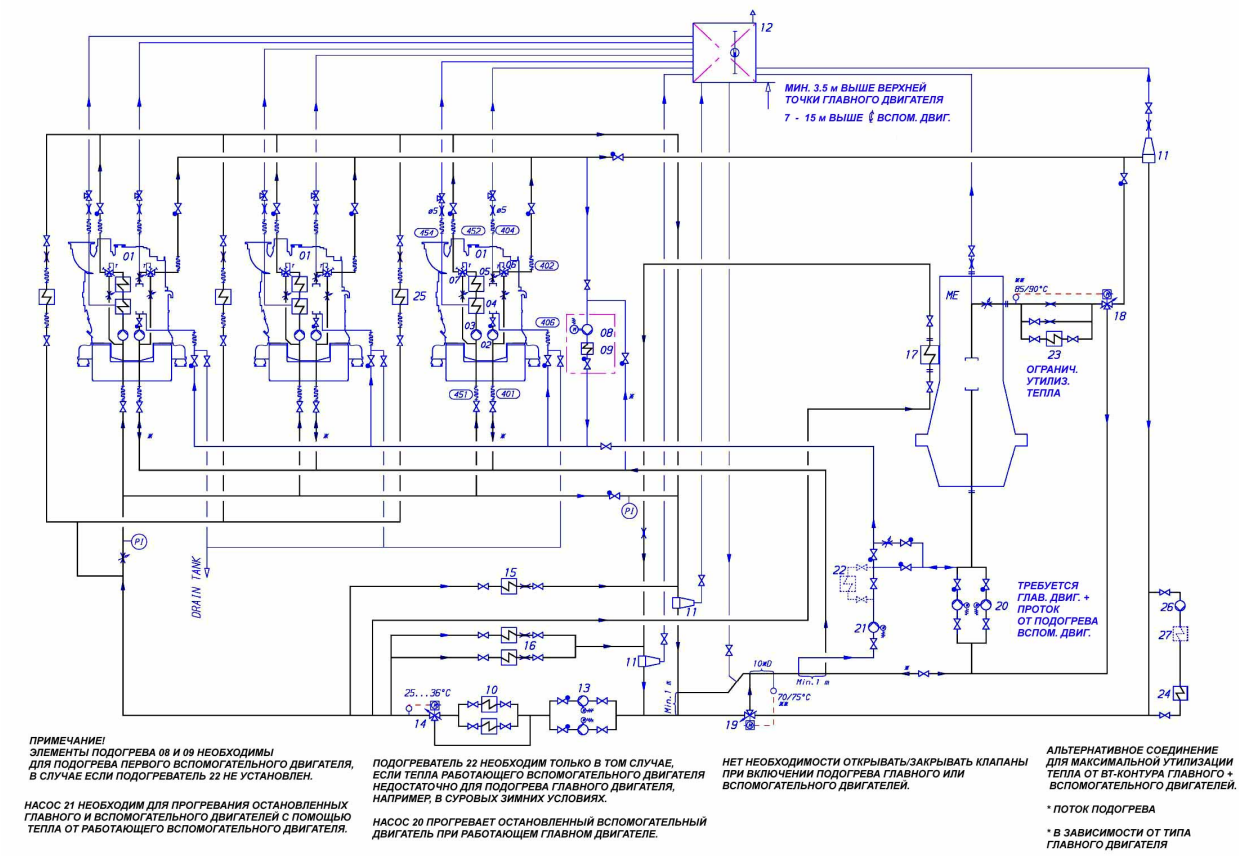
9.3 Внешняя система водяного охлаждения

Рис. 9.5 Система водяного охлаждения, вспомогательные двигатели, работающие на мазуте и дизельном топливе (3V76C5823a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	451	Впуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	452	Выпуск воды, НТ-контур
4T04	Дренажный танк	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T05	Расширительный танк		

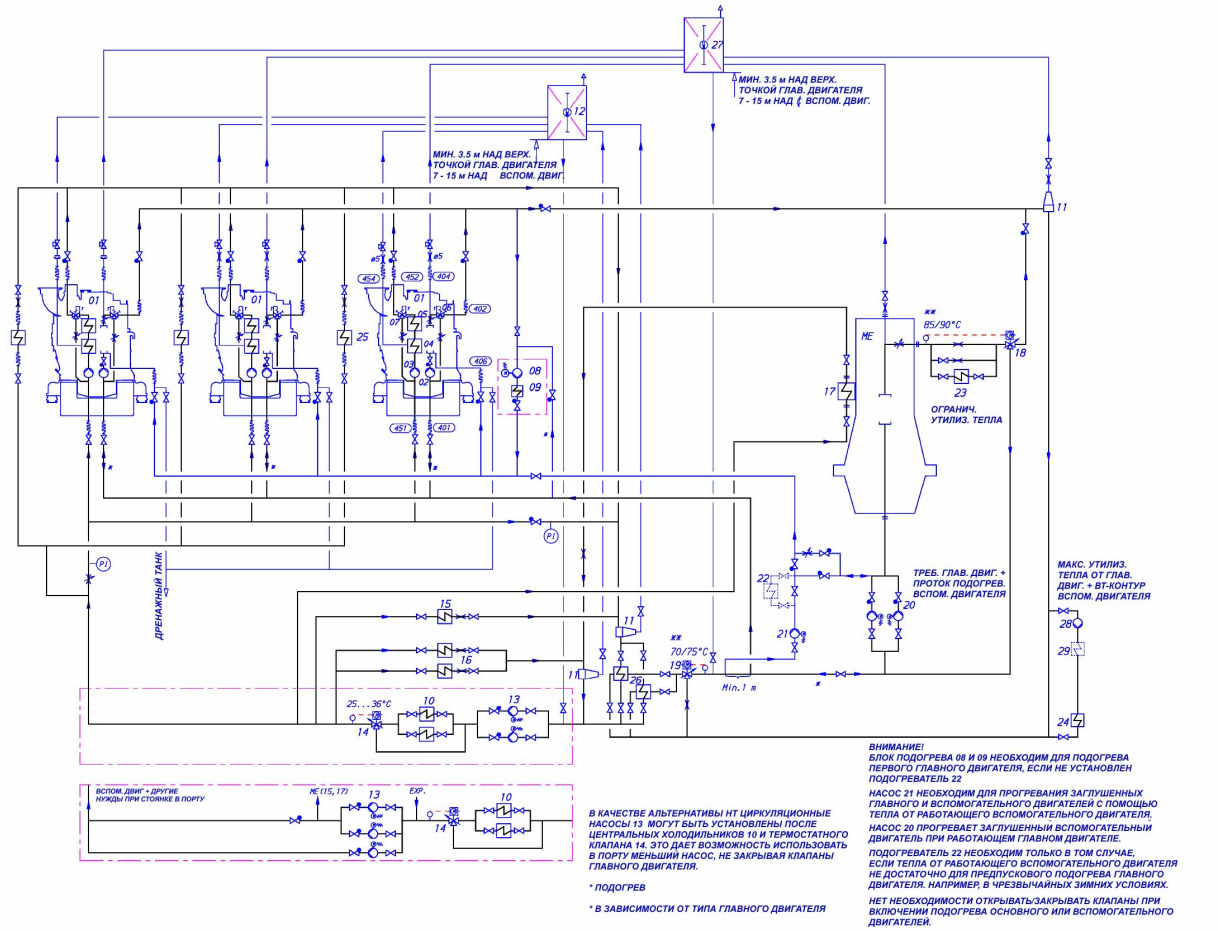
Рис. 9.6 Общая система водяного охлаждения для главного и вспомогательного двигателей, НТ- и ВТ- контуры смешанного типа, общая система утилизации тепла и подогрева для главного и вспомогательного двигателей (DAAE018225c)



Компоненты системы			
01	Дизель-генератор L20	15	Масляный холодильник, главный двигатель
02	ВТ циркуляционный насос	16	Вспомогательные установки
03	НТ циркуляционный насос	17	Охладитель продувочного воздуха, главный двигатель
04	Воздушный холодильник	18	ВТ термостатный клапан
05	Масляный холодильник	19	ВТ термостатный клапан, утилизация тепла/подогрев
06	ВТ термостатный клапан	20	ВТ циркуляционный насос, главный двигатель
07	НТ термостатный клапан	21	ВТ насос предпускового подогрева, главный двигатель + вспомогательный двигатель
08	Насос предпускового подогрева, вспомогательный двигатель	22	ВТ подогреватель
09	Подогреватель, вспомогательный двигатель	23	Утилизация тепла от ВТ контура, главный двигатель
10	Центральный холодильник	24	Утилизация тепла от НТ контура, главный двигатель + вспомогательный двигатель
11	Вентиляция	25	Холодильник генератора
12	Расширительный танк	26	Циркуляционный насос
13	НТ циркуляционный насос	27	Подогреватель бустерной установки (по выбору)
14	НТ термостатный клапан		

Соединения трубопроводов			
401	Впуск воды, ВТ-контур	451	Впуск воды, НТ-контур
402	Выпуск воды, ВТ-контур	452	Выпуск воды, НТ-контур
404	Вентиляция, ВТ-контур	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
406	Вода из подогревателя на ВТ-контур		

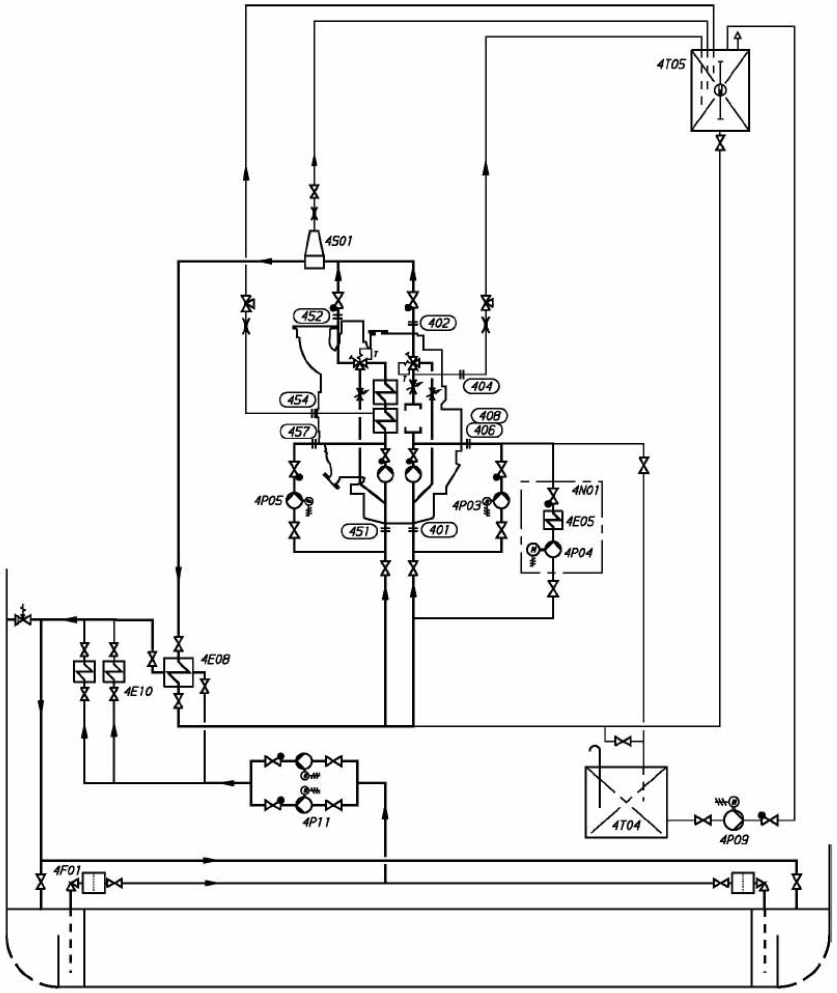
Рис. 9.7 Общая система водяного охлаждения для главного и вспомогательного двигателей, НТ- и ВТ- контуры раздельного типа, общая система утилизации тепла и подогрева для главного и вспомогательного двигателей (DAAE018600b)



Компоненты системы			
01	Дизель-генератор L20	16	Вспомогательные силовые установки
02	ВТ циркуляционный насос	17	Холодильник продувочного воздуха, главный двигатель
03	НТ циркуляционный насос	18	ВТ термостатный клапан
04	Воздушный холодильник	19	ВТ термостатный клапан, утилизация тепла/подогрев
05	Масляный холодильник	20	ВТ циркуляционный насос, главный двигатель
06	ВТ термостатный клапан	21	ВТ насос предпускового подогрева, главный двигатель + вспомогательный двигатель
07	НТ термостатный клапан	22	ВТ подогреватель
08	Насос предпускового подогрева, вспомогательный двигатель	23	Утилизация тепла от ВТ контура, главный двигатель
09	Подогреватель, вспомогательный двигатель	24	Утилизация тепла от НТ контура, главный двигатель + вспомогательный двигатель
10	Центральный холодильник	25	Холодильник генератора
11	Вентиляция	26	Холодильник ВТ-контура
12	Расширительный танк	27	Расширительный танк ВТ-контура
13	НТ циркуляционный насос	28	Циркуляционный насос
14	НТ термостатный клапан	29	Подогреватель бустера (по выбору.)
15	Масляный холодильни4, главный двигатель		

Соединения трубопроводов			
401	Впуск воды, ВТ-контур	451	Впуск воды, НТ-контур
402	Выпуск воды, ВТ-контур	452	Выпуск воды, НТ-контур
404	Вентиляция, ВТ-контур	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
406	Вода из подогревателя в ВТ контур		

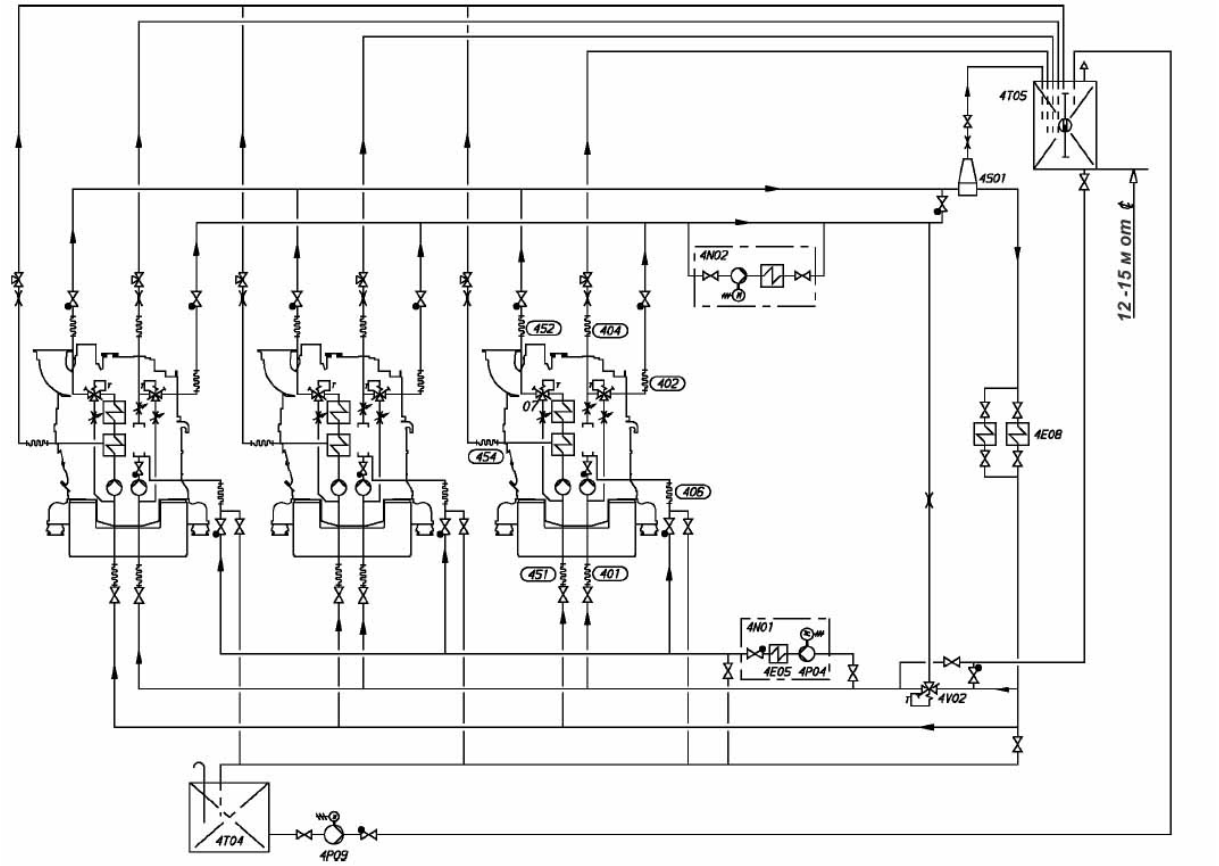
Рис. 9.8 Система водяного охлаждения, главный двигатель (3V76C5825a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель (блок подогревателя)	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4E10	Холодильник (редуктор)	404	Вентиляция, ВТ-контур
4F01	Всасывающий фильтр грубой очистки (забортная вода)	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	408	Вода из резервного насоса, ВТ-контур
4P03	Резервный насос (ВТ)	451	Впуск воды, НТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	452	Выпуск воды, НТ-контур

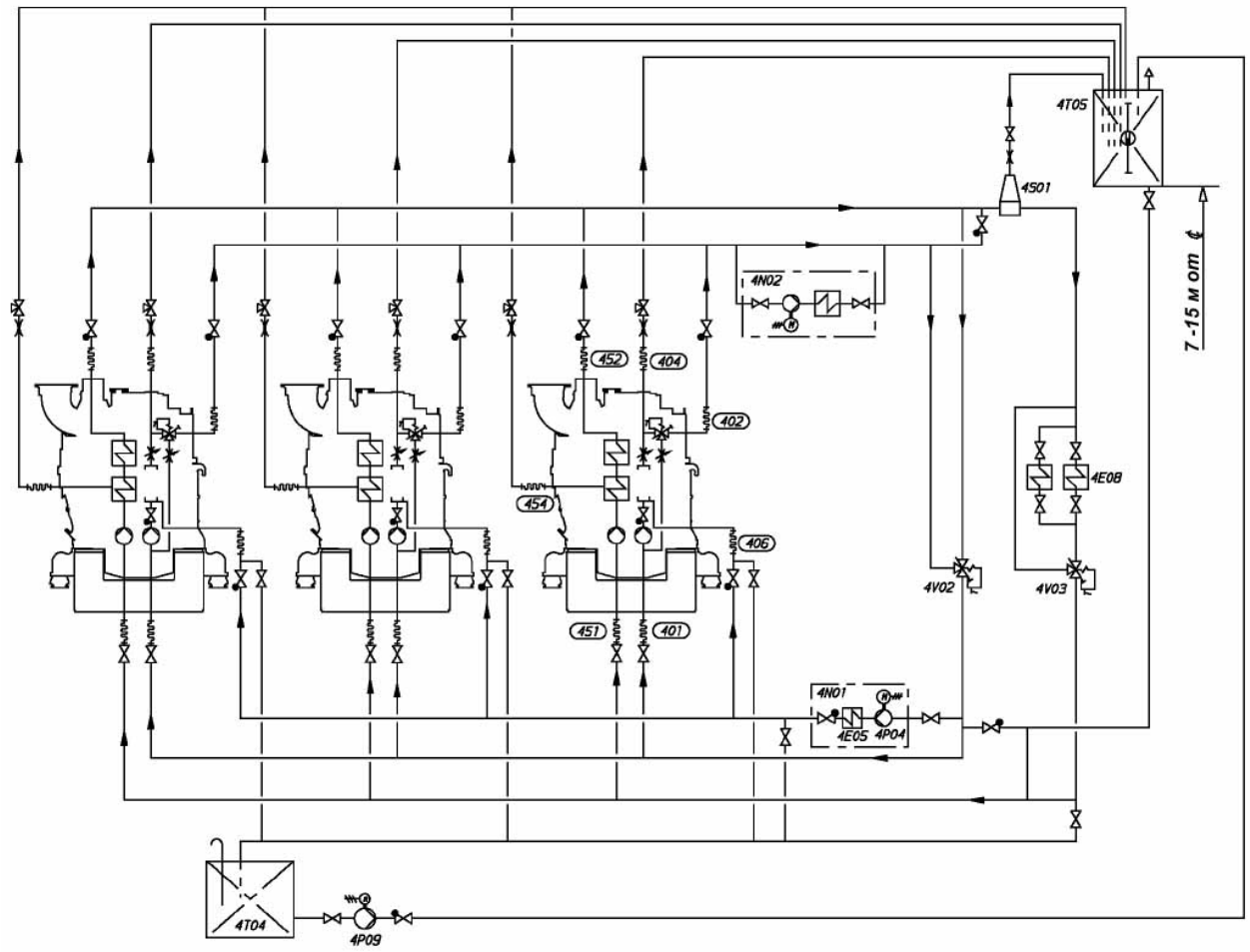
Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4P05	Резервный насос (НТ)	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	457	Вода от резервного насоса, НТ-контур
4P11	Циркуляционный насос (Забортная вода)		
4S01	Вентиляция		
4T04	Дренажный танк		
4T05	Расширительный танк		

Рис. 9.9 Система водяного охлаждения, двигатели на тяжелом топливе (HFO) с испарителем (3V76C5826a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель (блок подогревателя)	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4N02	Испаритель	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	451	Впуск воды, НТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	452	Выпуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T04	Дренажный танк		
4T05	Расширительный танк		
4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)		

Рис. 9.10 Система водяного охлаждения, двигатели, работающие на морском дизельном топливе (MDF) с испарителем (3V76C5827a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель (блок подогревателя)	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4N02	Испаритель	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	451	Впуск воды, НТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	452	Выпуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T04	Дренажный танк		
4T05	Расширительный танк		
4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)		
4V08	Термостатный клапан (НТ)		

В установках с несколькими даигателями рекомендуется разделить двигатели на несколько контуров. Одной из причин, разумеется, является дублирование, но также легче отрегулировать отдельные потоки в меньших системах. Можно также ограничить количество неисправностей, вызванных увлеченными газами или потерей охлаждающей воды в случае бóльших утечек. В некоторых установках желательно разделить ВТ контур и НТ контур с помощью теплообменника.
Внешний контур системы должен быть смоделирован таким образом, чтобы потоки, давление и температура были близки к своим номинальным значениям, указанным в разделе *Технических данных*, а охлаждающая вода была должным образом деаэрирована.

Нельзя использовать трубы с оцинкованной внутренней поверхностью в системе охлаждения пресной водой. Некоторые присадки к охлаждающей воде вступают в химическую реакцию с цинком, образуя вредный осадок. К тому же при высоких температурах цинк становится более инертным, чем сталь, что вызывает значительную коррозию деталей двигателя.
Суда (ледового класса), спроектированные для хождения в холодной морской воде, должны быть обеспечены средствами для рециркуляции воды из центрального охладителя в кингстонную коробку:

- Для натаивания льда и шуги, для избежания загрязнения фильтра забортной воды
- Для улучшения регулировки температуры НТ воды с помощью повышения температуры забортной воды

9.3.1 Резервный циркуляционный насос (4P03, 4P05)
Резервные насосы должны быть центробежного типа, с электроприводом. Необходимые параметры производительности и напорного давления указаны в разделе *Технические данные*.

Внимание! Некоторые классификационные общества требуют наличия на борту запасных насосов, даже если судно оснащено несколькими двигателями. В этом случае резервные насосы могут быть использованы для этих целей.

9.3.2 Насос забортной воды (4P11)
Производительность насосов забортной воды с электроприводом определяется типом охладителей и объемом тепла, которое нужно рассеять.
Значительные энергосбережения могут быть получены в большинстве установок с помощью регулятора частоты насоса забортной воды с электроприводом. Тем не менее, необходимо принимать во внимание минимальную скорость потока (засорение) и максимальную температуру морской воды (осаждение соли).

9.3.3 Термостатный клапан, НТ система (4V03)
Если нужно использовать НТ насос с механическим приводом для охлаждения внешнего оборудования, например, редуктора или генератора, то вместо отдельных клапанов на каждом двигателе необходим общий НТ термостатный клапан во внешней системе. Общий НТ термостатный клапан устанавливается за центральным холодильником и регулирует температуру воды до поступления в двигатель и внешнее оборудование, частично направляя ее в обход центрального холодильника. Клапан может быть прямого действия или с электроприводом.
Уставка НТ термостатного клапана - 38 ºC.

Двигатели, работающие на тяжелом топливе должны иметь отдельные НТ термостатные клапаны. В таких случаях для оборудования внешнего контура нужен отдельный насос.

9.3.4 Центральный холодильник пресной воды (4E08)
Холодильник пресной воды может быть пластинчатого, трубчатого или коробчатого типа. Наиболее часто используются пластинчатые охладители. Один охладитель может обслуживать несколько двигателей.
Может возникнуть необходимость в том, чтобы компенсировать максимальное гидродинамическое сопротивление в контуре падением давления на центральном охладителе.
Необходимо рассчитывать поток в холодильник пресной воды для каждого конкретного случая с учетом того, как спроектирован контур.
В случае если холодильник пресной воды используется для объединенных НТ и ВТ контуров, суммарный поток в параллельной системе может быть рассчитан по следующей формуле:

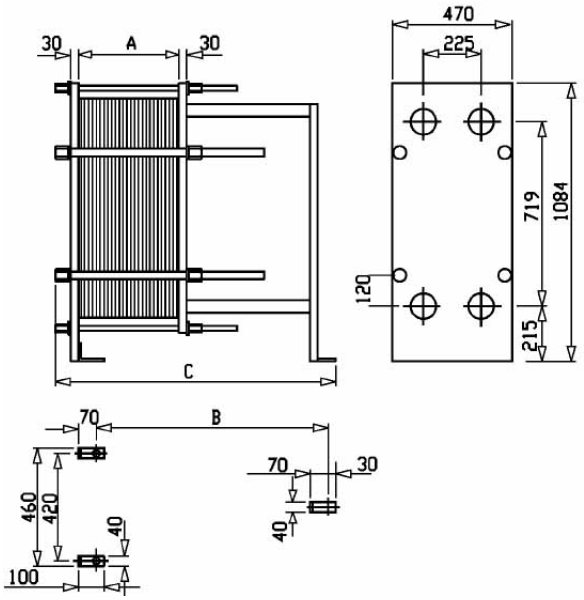
$$q = q_{LT} + \frac{3.6 \times \Phi}{4.19 \times (T_{OUT} - T_{IN})}$$

где:
q = суммарный поток пресной воды [м³/ч]
q_{LT} = номинальная производительность НТ насоса [м³/ч]
Ф = тепло, рассеиваемое в воде ВТ-контура [Кв]
Tout = температура ВТ воды после двигателя (91°C)
Tin = температура ВТ воды после холодильника (38°C)

Расчетные данные

Поток пресной воды	см. раздел *Технические данные*
Рассеваемое тепло	см. раздел *Технические данные*
Перепад давления со стороны пресной воды	макс. 60 кПа (0,6 бар)
Поток забортной воды	устанавливается производителем холодильника, обычно 1,2 – 1,5 к потоку пресной воды
Перепад давления со стороны забортной воды	в завис. от напора насоса, обычно 80 - 140 кПа (0,8 – 1,4 Бар)
Температура пресной воды после охладителя	макс 38°C
Запас (удельный расход тепла, засорение)	15%

Рис. 9.1.1 Центральный охладитель, основные габаритные размеры (4V47E0188b)



Двигатель		Охлаждающая жидкость			Забортная вода			Размеры			Вес	
Тип	Частота вращ.	Проток [м³/ч]	Темпер., вх. [°C]	Темпер., вых.[°C]	Проток [м³/ч]	Темпер., вх. [°C]	Темпер., вых.[°C]	A [мм]	B [мм]	C[мм]	Сухой [кг]	Мокрый [кг]
4L20	1000	27	54.3	38	36	32	44.3	106	505	695	275	298
6L20	1000	40	53.3	38	53	32	43.5	150	655	845	288	321
8L20	1000	53	53.6	38	71	32	43.8	198	655	845	298	341
9L20	1000	59	53.7	38	80	32	43.8	221	905	1095	305	354

В качестве альтернативы центральным холодильником пластиночного или трубчатого типа может быть установлен холодильник коробчатого типа. Принцип коробчатого охлаждения очень прост. Охлаждающая вода пропускается через пучок U-образных труб помещенных в кингстонную коробку, снабженную впускным и выпускным отверстиями. Эффект охлаждения достигается с помощью естественной циркуляции окружающей воды. Забортная вода нагревается и поднимается вверх под действием своей меньшей плотности, вызывая таким образом естественный восходящий поток циркуляции устраняющий тепло.
Коробчатое охлаждение обладает тем преимуществом, что снимает необходимость в системе сырой воды. Также коробчатые холодильники менее чувствительны к засорению и, таким образом, годятся для использования на мелководье или в грязной воде.

9.3.5 Утилизация отходящего тепла

Отходящее тепло в охлаждающей воде ВТ-контура может быть использовано для получения пресной воды, центрального отопления, подогрева танка и т.д. В этом случае, во избежание излишнего охлаждения, система должна быть снабжена термостатом, как это показано на диаграммах-примерах. С этим приспособлением можно усилить поток воды ВТ-контура, проходящей через систему утилизации тепла.

Тепло, поступающее от ВТ-контура охлаждения, подвержено влиянию условий окружающей среды. Также необходимо принимать во внимание, что объем регенерируемого тепла снижается за счет циркуляции в расширительный танк, излучения от труб и утечек в термостатных клапанах.

9.3.6 Вентиляция

Воздух может попасть в систему после ремонта, или же воздух или газ могут постоянно просачиваться в систему. Для удаления воздуха из контуров охлаждающей воды двигатель оборудован вытяжными трубами. Вытяжные трубы должны быть раздельно подведены к расширительному танку от каждого соединительного патрубка на двигателе.
Вытяжные трубы, ведущие к расширительному танку, должны быть установлены во всех высших точках в системе труб, где могут собираться воздух или газ.
Вентиляционный трубы должны все время идти на подъем.

Сепаратор воздуха (4S01)

В дополнение к идущим от двигателя вестовым трубам рекомендуется установить эффективные сепараторы воздуха с тем, чтобы обеспечить быстрое удаление вовлеченного воздуха. Такие сепараторы должны быть установлены:

1. Непосредственно после отверстия выпуска ВТ воды на двигателе
2. После места соединения ВТ и НТ контуров
3. Непосредственно после отверстия выпуска НТ воды на двигателе, если ВТ и НТ контуры циркуляции разделены.

9.3.7 Расширительный танк (4T05)

Расширительный танк выравнивает тепловое расширение охлаждающих средств, служит для удаления воздуха из контуров, и обеспечивает достаточное статическое давление для циркуляционных насосов.

Расчетные данные:

Давление из расширительного танка на входе насоса	70 - 150 кПа (0,7...1,5 Бар)
Объем	мин. 10% объема всей системы

Примечание:

В том случае если насос с электроприводом установлен значительно выше двигателя, нельзя превышать максимальное давление на двигатель.

Относительно объема воды в двигателе см. раздел *Технические Данные*.
Расширительный танк должен быть оборудован смотровым люком, уровнемером, сигналом низкого уровня и необходимыми приспособлениями для дозирования присадок к охлаждающей воде.
Вытяжные трубы должны подсоединяться к танку ниже уровня воды. Вытяжные трубы должны быть подведены к танку раздельно (см. "Вентиляция") и снабжены бирками у расширительного танка.
Уравнительная труба, идущая из расширительного танка вниз должна быть такого диаметра, чтобы скорость потока не превышала 1,0 – 1,5 м.с. с тем, чтобы обеспечить необходимое давление на входном канале насоса при работающем двигателе. Поток воды по трубам зависит от количества ведущих к танку вентиляционных труб и размеров отверстий в вентиляционных трубах. В качестве руководства можно принять приведенную ниже таблицу.

Таблица 9.2 **Минимальный диаметр уравнительной трубы**

Номинальный размер трубы	Макс. скорость потока (м/с)	Макс. к-во вент. труб с диам. ø 5 мм
DN 32	1.1	3
DN 40	1.2	6
DN 50	1.3	10
DN 65	1.4	17

9.3.8 Дренажный танк (4T04)

Рекомендуется собирать охлаждающую воду с присадками в дренажный танк в тех случаях, когда систему необходимо осушить для ремонтных работ. Для того чтобы охлаждающую воду можно было закачать обратно в систему и снова использовать, необходим насос.
Относительно объема воды в двигателе см. раздел *Технические Данные*. Объем воды в НТ-контуре двигателя небольшой.

9.3.9 Подогрев

Охлаждающая вода, циркулирующая через цилиндры должна быть подогрета, по крайней мере, до 60 ºC, желательно - до 70 ºC.
Это обязательное требование для установок, предназначенных для работы на тяжелом топливе, но также настоятельно рекомендуется для двигателей работающих только на морском дизельном топливе.
Энергия необходимая для подогрева охлаждающей воды ВТ-контура может быть получена от автономного источника или от работающего двигателя, часто комбинации того и другого. Во всех случаях необходимо использовать автономный циркуляционный насос. Обычно для подогрева главных двигателей используется тепло работающих вспомогательных двигателей. В установках с несколькими главными двигателями мощности автономного источника тепла должно хватать для подогрева двух двигателей при условии, что этого достаточно для функционирования судна. Если контуры охлаждающей воды разделены, энергия передается через теплообменник.

Подогреватель (4E05)

Источником энергии для подогревателя может служить электроэнергия, пар или термальное масло.
Рекомендуется подогревать ВТ воду до температуры близкой к обычной рабочей температуре. Мощность подогрева обусловливает время необходимое для прогревания остывшего двигателя.
Минимальная необходимая мощность подогрева 2 Квт/цил, позволяющая разогреть двигатель от 20 ºC до 60 … 70 ºC за 10 – 15 часов. Необходимая для более короткого времени прогревания мощность подогрева может быть рассчитана по приведенной ниже формуле. Около 1 Квт/цил требуется, чтобы поддерживать двигатель в разогретом состоянии.

Расчетные данные:

Температура подогрева	мин. 60°C
Необходимая мощность подогрева	2 Квт/цил
Необходимая мощность подогрева для поддержания двигателя в разогретом состоянии	1 Квт/цил

Необходимая мощность для подогрева двигателя, см. ниже приведенную формулу:

$$P = \frac{(T_1 - T_0)(m_{eng} \times 0.14 + V_{LO} \times 0.48 + V_{FW} \times 1.16)}{t} + k_{eng} \times n_{cyl}$$

Где:
P = Выходная мощность подогревателя [Квт]
T_1 = -Температура подогрева = 60 … 70 °C
T_0 = Температура окружающей среды [°C]
m_{eng} = Вес двигателя [тонны]
V_{LO} = Уровень смазочного масла [м3] (только двигатели с мокрым картером)
V_{FW} = Уровень ВТ воды [м$^{3]}$
t = Время подогрева [ч]
k_{eng} = Удельный коэффициент двигателя = 0.5 Квт
n_{cyl} = Число цилиндров

Формулу не следует использовать для P < 2 Квт/цил

Циркуляционный насос для подогревателя (4P04)

Расчетные данные:

Производительность	0.3 м^3/ч на цилиндр

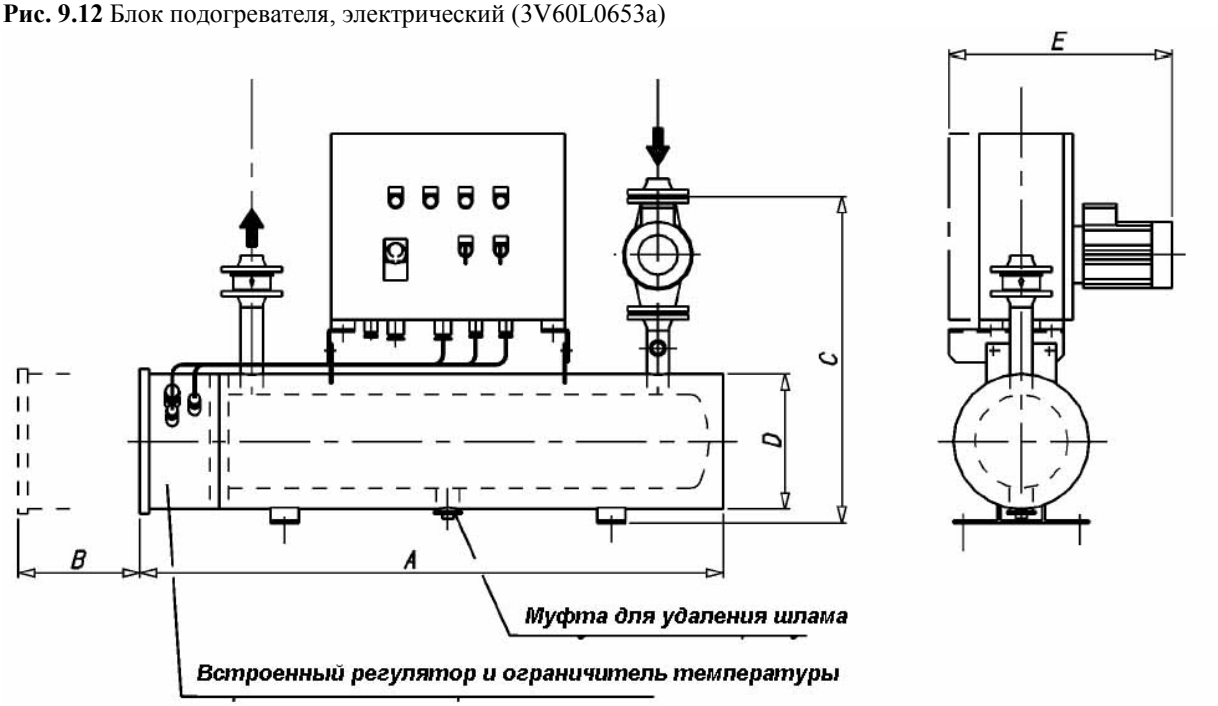
Расчетные данные:
Напорное давление 80 кПа (0,8 Бар)

Блок подогревателя (4N01)

Блок подогревателя может полностью входить в поставку. Блок включает:

- Электрические или паровые подогреватели
- Циркуляционный насос
- Шкаф управления подогревателями и насосом
- Набор термометров
- Невозвратный клапан
- Предохранительный клапан

Рис. 9.12 Блок подогревателя, электрический (3V60L0653a)



Теплоемкость	Производит.	Вес	Соединения труб	Размеры				
kW	насоса м³ / ч	кг	ВХ / ВЫХ	A	B	C	D	E
7.5	3	75	DN40	1050	720	610	190	425
12	3	93	DN40	1050	550	660	240	450
15	3	93	DN40	1050	720	660	240	450
18	3	95	DN40	1250	900	660	240	450
22.5	8	100	DN40	1050	720	700	290	475
27	8	103	DN40	1250	900	700	290	475
30	8	105	DN40	1050	720	700	290	475
36	8	125	DN40	1250	900	700	290	475
45	8	145	DN40	1250	720	755	350	505
54	8	150	DN40	1250	900	755	350	505

9.3.10 Дроссели

Дроссели должны быть установлены на всех обводных линиях с тем, чтобы обеспечить сбалансированные условия эксплуатации термостатных клапанов. Дроссели также должны быть установлены там, где необходимо сбалансировать поток воды между дополнительными протоками воды.

9.3.11 Термометры и манометры

Локальные термометры должны быть установлены в тех местах, где происходит изменение температуры, т.е. до и после теплообменников и т.д.
Локальные манометры должны быть установлены на стороне всасывания и стороне нагнетания каждого насоса.

10. Система воздуха горения

10.1 Вентиляция машинного отделения

Для поддержания необходимых условий работы двигателей и обеспечения безаварийного функционирования всего оборудования необходимо обратить внимание на вентиляцию машинного отделения и подачу воздуха горения.
Воздухозаборники машинного отделения должны быть расположены и спроектированы таким образом, чтобы водяные брызги, капли дождя, пыль и выхлопные газы не могли попасть в вентиляционные каналы и машинное отделение.
Размеры нагнетательных и вытяжных вентиляторов должны обеспечивать поддержание машинном отделении избыточного давления около 50 Па при любых эксплуатационных режимах.
Основные требования, предъявляемые к вентиляции в машинном отделении, и дополнительную информацию см. в соответствующих стандартах, таких как ISO 8861.

Необходимый для вентиляции объем воздуха рассчитывается исходя из совокупного выделения теплоты Φ,

которую нужно эвакуировать. Для определения Φ необходимо учесть все источники тепла. Например:

- Главные и вспомогательные дизельные двигатели
- Выхлопные трубы
- Генераторы
- Электрические приборы и освещение
- Бойлеры
- Паровые и конденсатные трубы
- Танки

Рекомендуется считать температуру окружающего воздуха не менее 35°C, повышение температуры для вентиляционного воздуха 11°C.
Таким образом, необходимый для вентиляции объем воздуха можно подсчитать по следующей формуле:

$$Q_v = \frac{\Phi}{\rho \times \Delta t \times c}$$

Где:
Qv = объем вентиляционного воздуха [м³/с]

Φ = совокупное выделение теплоты [Квт]

ρ = плотность вентиляционного воздуха 1,3 кг/м³

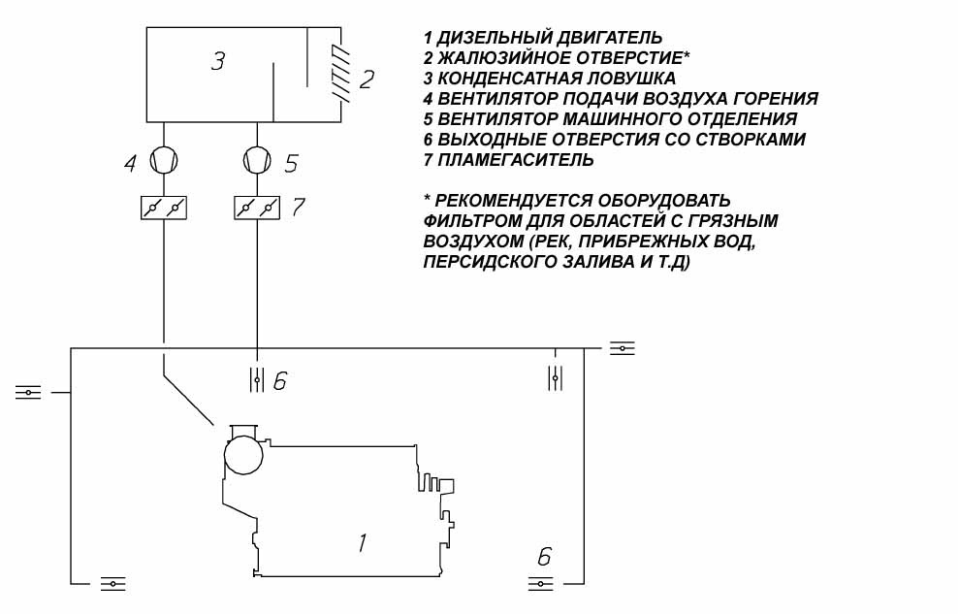
Δt = повышение температуры в машинном отделении [°C]

c = определенная теплоемкость вентиляционного воздуха 1.01 кДж/кгK

Выделяемые двигателями объемы тепла перечислены в разделе *Технические данные*.

Вентиляционный воздух должен подаваться в машинное отделение раздельными вентиляторами. Желательно, чтобы эти вентиляторы имели двухскоростные электрические моторы (или переменную скорость). Тогда можно будет снижать уровень вентиляции в зависимости от температуры окружающего воздуха и выделения тепла в машинном отделении, например, во время ремонта галвного двигателя, когда он не разогрет и, таким образом, не нагревает машинное отделение.
Вентиляционный воздух должен равномерно распределяться по машинному отделению с учетом воздушных потоков от точек подачи воздуха к выходам. Это обычно устраивается таким образом, что вентиляционная труба служит выходом для большей части воздуха. Для того чтобы избежать застоя воздуха, можно использовать вытяжные вентиляторы.
Принято снабжать площади со значительными источниками тепла, такие как сепараторные, собственным подводом воздуха и вытяжными вентиляторами.
Следует избегать недоохлаждения машинного отделения при любых условиях (эксплуатации, на медленном ходу и на стоянке). Также следует избегать холодных сквозняков, особенно в местах частых работ по техническому обслуживанию. Для очень холодных условий в системе должен быть предусмотрен подогреватель. Необходимыми для избежания замерзания средствами могут служить термальное масло или вода/гликоль. Если судно обогревается паром, подогреватель должен быть включен во вторичный контур.

Рис. 10.1 Вентиляция машинного отделения (4V69E8169b)



10.2 Схема системы подачи воздуха горения

Обычно воздух горения выводится из машинного отделения через фильтр на ГТН. Это снижает опасность слишком низких температур и загрязнения воздуха для горения. Важно чтобы в воздухе горения не было забортной воды, пыли, испарений, дыма и т.д.

Насколько это возможно, температура воздуха на впускном отверстии ГТН должна держаться между 5 и 35°C. На некоторое время допустимо макс. 45°C. О необходимом объеме воздуха горения см. раздел *Технические данные*.

Воздух горения доставляется раздельными вентиляторами воздуха горения, мощность которых должна слегка превышать максимальное потребление воздуха. Желательно, чтобы эти вентиляторы имели двухскоростные электрические моторы (или переменную скорость) для повышенной маневренности. В дополнение к ручному управлению скорость вентилятора может регулироваться с помощью нагрузки двигателя.

В установках с несколькими двигателями желательно, чтобы каждый из главных двигателей был оснащен собственным вентилятором воздуха горения. Таким образом, поток воздуха может быть адаптирован к количеству работающих двигателей.

Воздух горения должен поступать по специальному воздуховоду, расположенному около ГТН и направленному на воздухозаборник ГТН. Выпускное отверстие воздуховода должно быть оборудовано створкой для регулирования направления и количества воздуха. Другие потребители воздуха горения, например, другие двигатели, газовые турбины и бойлеры, должны также обслуживаться соответствующими воздуховодами воздуха горения.

В случае необходимости, воздуховод воздуха для горения может быть подсоединен непосредственно к ГТН с помощью гибкого соединительного шланга. К такому приспособлению в воздуховоде должен быть установлен внешний фильтр для защиты ГТН и предотвращения засорения охладителя зарядного воздуха. Максимальный разрешенный перепад давления в воздуховоде – 1,5 Кпа.

Воздуховод должен быть оснащен плавно переключающейся перекидной створкой с тем, чтобы забирать воздух из машинного отделения или снаружи, в зависимости от нагрузки двигателя и температуры воздуха.

Для очень холодных условий необходимо наладить подогрев приточного воздуха. Вентилятор воздуха горения остановлен во время запуска двигателя, и необходимый воздух горения поступает из машинного отделения. После запуска двигателя подача вентиляционного воздуха, воздуха горения или сочетания того и другого должна поддерживать минимальную требуемую температуру воздуха горения. В тех случаях, когда всасываемый воздух холодный, поток воздуха, подаваемый с помощью вентилятора воздуха горения, должен быть направлен от двигателя, чтобы воздух мог прогреваться в машинном отделении.

10.2.1 Отсечной клапан наддувного воздуха

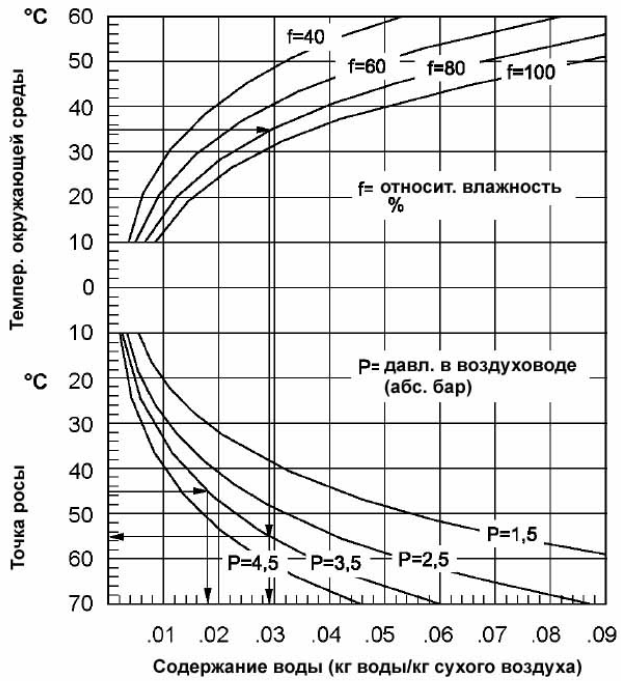
В установках, в которых воздух горения может содержать горючий газ или пар, двигатель может быть оборудован отсечным клапаном зарядного воздуха. Это обязательно там, где возможно всасывание двигателем горючего газа или дыма.

10.2.2 Конденсация в холодильниках наддувного воздуха

Содержащаяся в воздухе влага может конденсироваться в холодильнике наддувного воздуха, особенно в условиях тропиков. Двигатель оснащен небольшой дренажной трубкой для водяного конденсата, идущей от холодильника наддувного воздуха.
Количество водяного конденсата может быть подсчитано с помощью приведенной ниже диаграммы.

Пример показанный на диаграмме:
Температура окружающей среды 35°C и относительная влажность 80%, содержание воды в воздухе 0,029 кг воды/кг сухого воздуха. Давление воздуха во всасывающем коллекторе (давление в ресивере) при этих условиях - 2,5 Бар (= 3,5 Бар абсолютного давления) , точка росы будет равняться 55°C. Если температура воздуха во всасывающем коллекторе только 45°C, воздух может содержать только 0,018 кг/кг. Разница – 0,011 кг/кг (0,029 – 0,018) выпадет в виде конденсата.

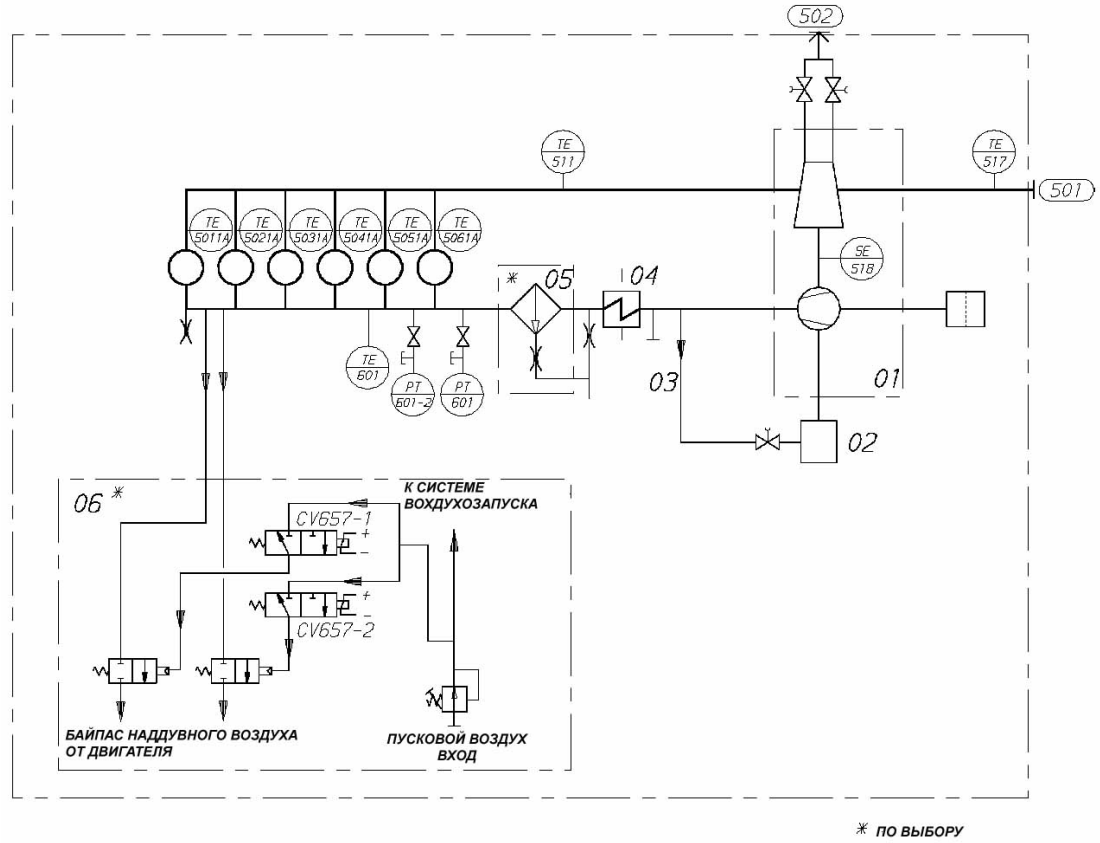
Рис. 10.2 Конденсация в холодильниках наддувного воздуха



11. Выхлопная система

11.1 Внутренняя выхлопная система

Рис. 11.1 Внутренняя выхлопная система (DAAE060390)

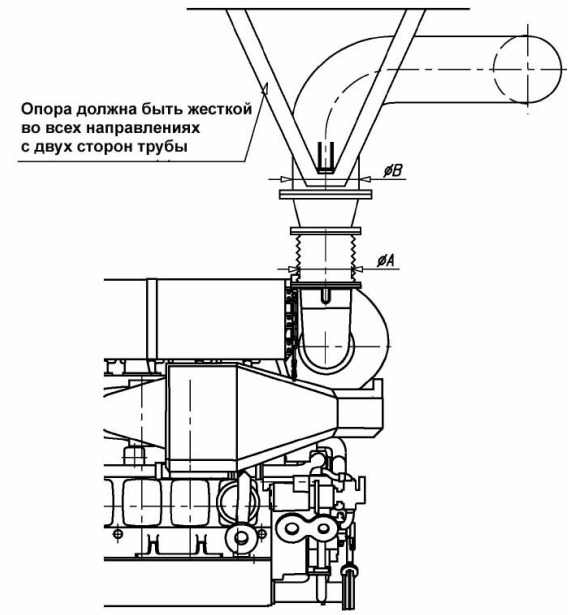


Компоненты системы		Датчики и индикаторы	
01	ГТН	TE517	Температура выхлопного газа, выход ГТН
02	Резервуар для воды	TE511	Температура выхлопного газа, вход ГТН
03	Подача давления из воздуховода	SE518	Частота вращения ГТН
04	Холодильник наддувного воздуха	TE5011A	Температура выхлопных газов после цилиндра 1
05	Сепаратор водяной взвеси	TE5021A	Температура выхлопных газов после цилиндра 2
06	Перепускной клапан наддувного воздуха	TE5031A	Температура выхлопных газов после цилиндра 3
		TE5041A	Температура выхлопных газов после цилиндра 4
		TE5051A	Температура выхлопных газов после цилиндра 5
		TE5061A	Температура выхлопных газов после цилиндра 6
		PT601	Давление наддувного воздуха, вход двигателя
		PT601-2	Давление наддувного воздуха, вход двигателя
		TE601	Температура наддувного воздуха, вход двигателя

Соединения трубопроводов		Размер трубы
501	Выпуск выхлопных газов	4L20 300, 5-6L20 350, 8-9L20 400
502	Промывочная вода к турбине	OD15

11.2 Выхлопной патрубок

Рис. 11.2 Выхлопной патрубок (4V76A2679)



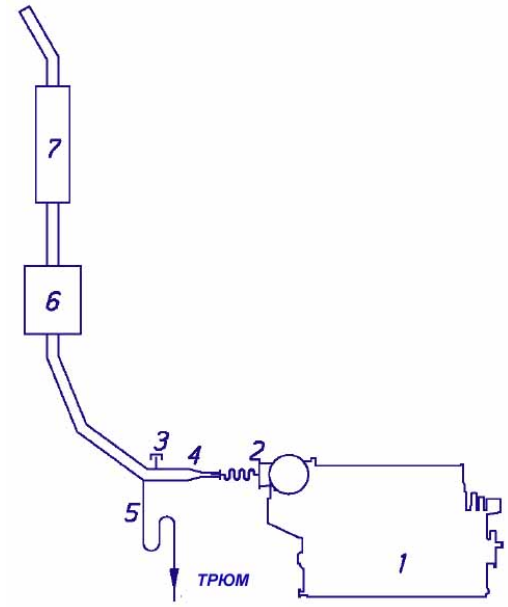
Двигатель	Выхлопоной сильфон, внутренний диаметр (ØA [мм])	Выхлопоная труба, внутренний диаметр (ØB [мм])
4L20	200	300
6L20	250	350-400
8L20	300	400-450
9L20	300	450

Выхлопной патрубок ГТН может быть повернут в нескольких позициях, позиции зависят от числа цилиндров. Другие направления его положения могут быть осуществлены с помощью адаптера на выпускном отверстии ГТН.

11.3 Внешняя выхлопная система

Каждый двигатель должен иметь отдельный выхлопной газоход, идущий наружу. Некоторыми важными факторами проектирования конструкции являются противодавление, тепловое расширение и опоры.
Гибкие сильфоны должны быть установлены непосредственно на выхлопной патрубок ГТН для компенсации теплового расширения и предотвращения повреждений ГТН из-за вибрации.

Рис. 11.3 **Внешняя выхлопная система**



1 Дизельный двигатель

2 Гибкие сильфоны

3 Соединение для измерения противодавления

4 Переходник

5 Водоотвод с водоотделителем, всегда открыт

6 Бойлер выхлопных газов

7 Глушитель

11.3.1 Трубы

Трубы должны быть как можно более короткими и прямыми. Сгибы и расширения должны быть плавными для минимизации обратного давления. Диаметр выхлопной трубы должен увеличиваться непосредственно за гибкими сильфонами на ГТН. Сгибы труб должны быть выполнены с максимально возможным радиусом изгиба, радиус изгиба должен быть не меньше 1,5 D.

Рекомендованная скорость газового потока в трубе 35…40 м/с при максимальной производительности. Если в трубах есть много факторов сопротивления, или труба слишком длинная, скорость потока должна быть ниже. Указанный в разделе *Технические данные* массовый расход выхлопного газа может быть переведен в скорость по следующей формуле:

$$v = \frac{4 \times m}{1.3 \times \left(\frac{273}{273 + t}\right) \times \pi \times D^2}$$

Где:
v = скорость газа [м/с]
m = массовый расход выхлопного газа [кг/с]
t = температура выхлопного газа [°C]
D = диаметр выхлопной трубы [м]

Каждый выхлопной газоход должен быть снабжен подключением для измерения противодавления.
Каждый выхлопной газоход должен быть снабжен сборником воды и водоотводом.
Выхлопной газоход должен быть изолирован по всей длине от ГТН, а изоляция должна быть защищена металлическими пластинами или чем-то подобным, чтобы уберечь изоляцию от повреждений. Непосредственно у ГТН изоляция должна иметь крюк на набивке для облегчения технического обслуживания. Особенно важно предотвратить отсоединение изоляции под действием сильного воздушного потока в ГТН.

11.3.2 Монтажные опоры

Крайне необходимо по всем направлениям закрепить выхлопной газоход на жесткой опоре непосредственно за гибкими сильфонами на ГТН. На обеих сторонах газохода должно быть по точке крепления к опоре. Сильфоны на ГТН не могут быть использованы для поглощения теплового расширения от выхлопной трубы. Первая точка крепления должна направлять тепловое расширение в противоположную сторону от двигателя. Следующая точка крепления должна предотвращать вращение трубы вокруг первой точки крепления.
В первой точке крепления после ГТН рекомендуется абсолютно жесткое крепление. Эластичные крепления могут использоваться в двигателях на эластичных креплениях с длинными гибкими сильфонами при условии, что крепления самозащелкивающиеся, и при полном их отказе максимальное радиальное отклонение относительно сильфонов будет составлять менее 2 мм, а осевое – менее 4 мм. Собственные частоты опоры должны достаточно отстоять от рабочей частоты вращения, частоты зажигания двигателя и частоты вращения лопастей винта. Эластичные крепления могут быть конусообразными резиновыми креплениями или же проволочными подушками из высокоамортизационной нержавеющей стали. Для защиты резиновых креплений от высоких температур они должны быть оснащены необходимой теплоизоляцией. При использовании эластичных креплений центровка выхлопных сильфонов должна проверяться регулярно и при необходимости корректироваться.
За первой точкой крепления рекомендуется установить гибкие крепления. Опоры креплений должны быть расположены на жестких поверхностях в конструкции судна, например, палубах, стенках шпангоутов, или на специально установленных опорах. Опоры должны выдерживать тепловое расширение и деформацию в конструкции судна.

11.3.3 Противодавление

Максимальное допустимое противодавление выхлопного газа – 3 Кпа при полной нагрузке двигателя.
Противодавление в системе должно подсчитываться на судоверфи с учетом конструкции труб и сопротивлении компонентов в выхлопной системе. Для расчетов можно использовать массовый расход выхлопных газов, указанный в разделе *Технические данные*.
Противодавление также должно замеряться при ходовых испытаниях.

11.3.4 Выхлопные сильфоны (5H01, 5H03)

Сильфоны должны использоваться в системе выхлопных труб там, где должны быть ликвидированы тепловое расширение или прогибы в конструкции судна. Упругие сильфоны, смонтированные непосредственно на выхлопном патрубке ГТН, служат для минимизации внешнего воздействия на ГТН и, таким образом, предотвращают избыточную вибрацию и возможные повреждения. Все выхлопные сильфоны должны быть сертифицированы.

11.3.5. Блок селективного каталитического восстановления SCR (11N03)

Выхлопная труба должна быть прямой, по крайней мере, 3…5 м. до блока SCR. Если устанавливаются и бойлер и блок SCR, бойлер должен быть установлен после блока SCR.
Необходимо принять меры, чтобы вода не попадала в блок SCR при промывке бойлера.

11.3.6 Выхлопной глушитель (5R02)

Производитель/конструктор должен принять во внимание, что неудачная планировка системы газовыхлопа (длина прямых частей в системе газовыхлопа) может вызвать усиление шума между выхлопным патрубком и глушителем. Следовательно, затухание шумов в глушителе не дает абсолютной гарантии для уровня шума после глушителя.
При включении в объем поставки стандартный глушитель поглощающего типа оборудован искрогасителем. Он также снабжен сажеуловителем и сливом конденсата. В объем поставки не входят монтажные опоры и изоляция. Глушитель может устанавливаться как горизонтально, так и вертикально.
Шумоподавление стандартного глушителя – 25 или 35 децибел. Шумоподавление осуществляется при скорости потока до макс. 40 м.с.

Рис. 11.4 Выхлопной глушитель (4V49E0137b)

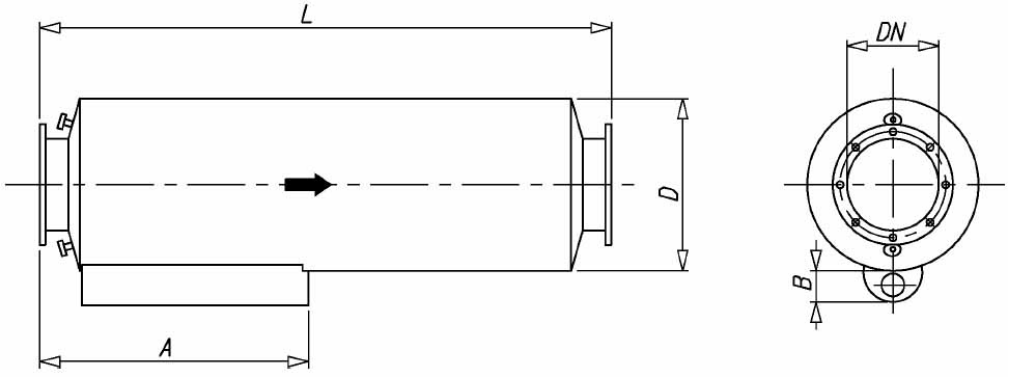


Таблица 11.1 **Типовые размеры выхлопного глушителя**

Затухание				25 dB(A)		35 dB(A)	
NS	D[мм]	A[мм]	B[мм]	L[мм]	Вес [кг]	L [мм]	Вес [кг]
300	860	1205	150	2530	360	3530	455
350	950	1405	115	2780	440	3780	580
400	1060	1500	150	3280	570	4280	710
450	1200	1700	180	3430	685	4280	855
500	1200	1700	200	3430	685	4280	860
Фланцы: DIN 2501							

11.3.7 Бойлеры выхлопных газов

При установке бойлеров на выхлопной системе каждый двигатель должен иметь отдельный бойлер. В качестве альтернативы приемлем общий бойлер с раздельными газовыми секциями для каждого двигателя.
Размеры бойлера, объемы и температуры выхлопного газа даны в разделе *Технические данные*.

12. Очистка ГТН

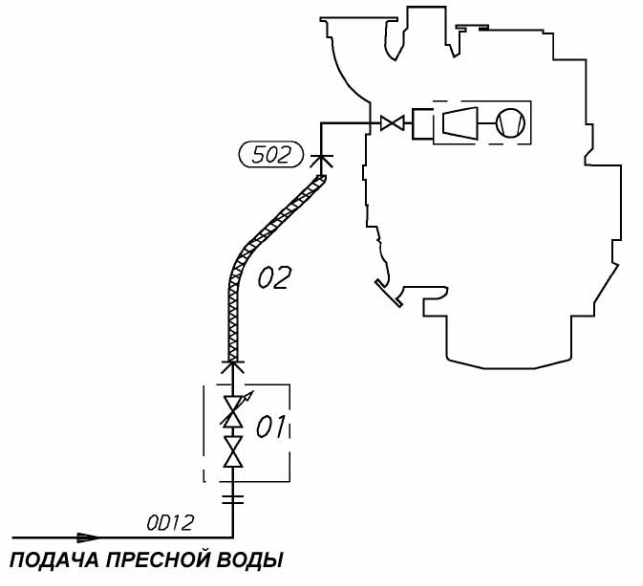
12.1 Система очистки турбины

Периодическая промывка турбины снижает образование отложений и увеличивает интервалы между капремонтами. Необходимо использовать только пресную воду и тщательно соблюдать инструкции по очистке, изложенные в руководстве пользователя.
Регулярная промывка турбины снижает образование отложений и увеличивает интервалы между капремонтами. Интервалы между очистками варьируются от 100 до 250 часов, в зависимости от качества топлива. Пресная вода впрыскивается перед турбиной при малых нагрузках двигателя. Нельзя использовать присадки, растворители или соленую воду, также необходимо тщательно соблюдать инструкции по очистке, изложенные в руководстве пользователя.

Подача воды:

- Пресная вода
- Минимальное давление 0,3 МПа (3,0 Бар)
- Максимальное давление 2,0 МПа (20,0 Бар)
- Максимальная температура 80 °C
- Поток 6-10 л/мин
- Впрыскивание в течение 30 сек., 3-5 раз

Рис 12.1 Система очистки ГТН (DAAE003884)



Компоненты системы		Трубные соединения	
01	Блок отключения подачи и регулировки протока	502	Промывочная вода на турбину и компрессор, быстросъемная муфта
02	Резиновый шланг		

ПРИМЕЧАНИЕ!
1. Блок отключения подачи и регулировки протока установлен в машинном отделении на переборке.
2. Длина резинового шланга – 10м.

13. Выхлопные газы

13.1 Общие сведения

Выхлопные газы дизельного двигателя в основном состоят из азота, кислорода и продуктов горения, таких как углекислый газ (CO2), водяного пара, а также небольших количеств угарного газа (CO), оксидов серы (SOx), оксидов азота (NOx), частично реагированный и несгоревшего углеводорода (HC) и твердых частиц (PM).
Существуют различные способы регулировки выброса в зависимости от того, какое загрязняющее вещество следует устранить. В основном, они делятся на две категории – первичные методы, применяемые к самому двигателю, и вторичные методы, применяемые к потоку выхлопного газа.

13.2 Компоненты выхлопных газов дизельного двигателя

Азот и кислород в выхлопных газах являются основными компонентами всасываемого воздуха, не участвующими в процессе горения.
Основными продуктами горения являются CO2 и вода. Вторичными продуктами горения являются угарный газ, углеводороды, оксиды азота, оксиды серы, сажа и твердые частицы.
В дизельном двигателе выбросы угарного газа и углеводородов низки по сравнению с другими двигателями внутреннего сгорания, благодаря высокому коэффициенту избытка воздуха при горении. Избыток воздуха дает возможность практически полного сгорания HC и окисления CO и CO2, поэтому их количество в выхлопных газах очень мало.

13.2.1 Оксиды азота (NOx)

В качестве вторичного продукта процесс горения образует оксиды азота. При высоких температурах азот обычно инертен, при реакции с кислородом образует окись азота (NO) и диоксид азота (NO2), которые обычно выделяются в группу NOx выбросов. Их количество напрямую зависит от температуры горения. NO также могут образовываться посредством окисления азота в топливе и химической реакции с топливными радикалами. NO в потоке выхлопногогаза находится под действием высоких температур и в среде высокой концентрации кислорода, и, таким образом, быстро окисляется до NO2. Количество выбросов NO2 составляет приблизительно 5% от общего выброса NOx.

13.2.2 Оксиды серы (SOx)

Оксиды серы (SOx) являются непосредственным результатом серной составляющей горючего. В процессе горения связанная топливом сера быстро окисляется до двуокиси серы (SO2). Небольшая часть SO2 может затем окислиться до трехокиси серы (SO3).

13.2.3 Твердые частицы (PM)

Фракция твердых частиц выхлопных газов представляет собой смесь неорганических и органических веществ, по большей части включающих сажу (элементарный углерод), топливную золу (в смеси с сульфатами и связанной водой), нитраты, углекислые соли и ряд несгораемых или частично сгорающих углеводородных компонентов топлива и смазочного масла.

13.2.4 Дым

Несмотря на то, что дым обычно является видимым признаком частиц в выхлопе, соотношение между выбросом частиц и дымом непостоянно. Более легкие и летучие углеводороды не будут видны, равно как и частицы, выбрасываемые из правильно обслуживаемого и эксплуатируемого дизельного двигателя.
На вид дым может быть черным, синим, белым, желтым или коричневым. Черный дым в основном состоит из углеродных частиц (сажа). Синий цвет дыма свидетельствует о наличии продуктов неполного сгорания топлива или смазочного масла. Белый дым обычно представляет собой конденсированный водяной пар. Желтый цвет дыма вызван выбросом NOx. Когда выхлопной газ охлаждается значительно раньше, чем выбрасывается в атмосферу, конденсированный компонент NO2 может давать коричневый цвет.

13.3 Морское законодательство по выбросам выхлопных газов

13.3.1 Международная морская организация (IMO)

Результатом растущей озабоченности по поводу загрязнения воздуха явилось введение в судостроении контроля за выбросом выхлопных газов. Во избежание роста числа несогласованных нормативов IMO (Международная морская организация) разработала Приложение IV к МАРПОЛ 73/78 (Международная конвенция по предотвращению загрязнений вод с судов), в которой изложен первый ряд нормативов, касающихся выброса выхлопных газов судами.

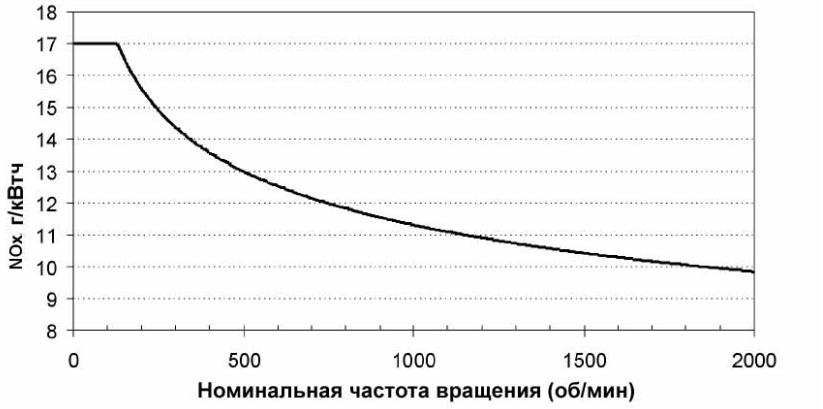
МАРПОЛ, Приложение VI

Приложение VI к конвенции МАРПОЛ 73/78 включает нормативы по, например, таким выбросам как оксиды азота, оксиды серы, летучие органические соединения и вещества с озоноразрушающей способностью. Приложение VI вступило в силу 19 мая 2005 г. Наиважнейший норматив Приложения VI к МАРПОЛ – контроль за выбросом NOx.

Установлены следующие ограничения IMO на NOx:

NOx [г/кВт.ч] = 17 при об/мин < 130
= 45 x об/мин -0.2 при 130 < об/мин < 2000
= 9,8 где об/мин > 2000

Рис. 13.1 Ограничения IMO на выброс NOx



Директивы по NOx касаются дизельных двигателей свыше 130 кВт, установленных на судах, построенных (за дату постройки принята дата установки киля или аналогичная стадия постройки судна) с 1 января 2000 г. включительно, а также двигатели, подвергшиеся значительному переоборудованию с 1 января 2000 г. включительно.
Двигатели Wärtsilä соответствуют нормативам выброса NOx, установленным IMO в Приложении VI к МАРПОЛ.
Для двигателей Wärtsilä 20 с номинальной скоростью вращения 900 об/мин уровень выброса NOx до 11,5 г/кВт.ч, а для двигателей с 1000 об/мин – до 11,3 г/кВт.ч. Проведены испытания, соответствующие нормативам IMO (Технический код NOx).

Сертификат EIAPP

Каждый двигатель будет иметь сертификат EIAPP (Международное соглашение о предотвращении загрязнения воздуха от двигателей) в качестве свидетельства того, что он соответствует нормативам выброса NOx, установленным IMO.
При испытаниях двигателя на выброс NOx эталонным топливом является топливо для судовых дизелей (дистиллят), а испытания проводятся в соответствии с циклом тестирования ISO 8178. Впоследствии величина NOx должна подсчитываться с учетом различных весовых коэффициентов для различных нагрузок в соответствии со стандартом ISO 8178. Наиболее часто используемый цикл тестирования ISO 8178 представлен в данной таблице:

Таблица 13.1 Цикл тестирования ISO 8178

E2: Дизель-электрическая пропульсивная установка или ВРШ	Частота вращ. (%)	100	100	100	100	
	Мощность (%)	100	75	50	25	
	Весовой коэфф.	0.2	0.5	0.15	0.15	
E3: ВФШ	Частота вращ. (%)	100	91	80	63	
	Мощность (%)	100	75	50	25	
	Весовой коэфф.	0.2	0.5	0.15	0.15	
D2: Вспомогательный двигатель	Частота вращ. (%)	100	100	100	100	100
	Мощность (%)	100	75	50	25	10
	Весовой коэфф.	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

Для сертификации EIAPP может быть применена концепция "семейства двигателей" или "группы двигателей". Это было сделано для дизельного двигателя Wärtsilä 20. Семейства двигателей представлены своими исходными двигателями, и только для них необходимы сертификационные испытания на выброс. Последующие двигатели могут быть сертифицированы по документам, комплектующим, установочным параметрам и т.д., которые доказывают их соответствие с теми же характеристикам исходного двигателя. Все нестандартные двигатели, например форсированные двигатели, двигатели с нестандартной частотой вращения и т.д. должны сертифицироваться в индивидуальном порядке, т.е. к ним неприменима концепция "семейства двигателей" или "группы двигателей".
В соответствие с нормативами IMO для каждого двигателя должен быть заведен Технический журнал. Этот Технический журнал содержит информацию о комплектующих двигателя, влияющих на выброс NOx, и каждый важный компонент помечен специальным номером IMO. Такими важными комплектующими являются форсунка, ТНВД, распределительный вал, головка цилиндра, поршень, шатун, холодильник наддувного воздуха и ГТН. Допустимые заданные значения и параметры для работы двигателя также указываются в Техническом журнале.
Помеченные комплектующие могут быть впоследствии идентифицированы инспектором на борту корабля, и, таким образом, может быть выдан сертификат для судна на основании EIAPP (Международное соглашение о предотвращении загрязнения воздуха) и бортовой инспекции.

Зона контроля за содержанием серы в выбросах (SECA)

ПриложениеVI к MARPOL устанавливает общий лимит на содержание серы в топливе 4,5% от общего веса. ПриложениеVI также содержит положения, позволяющие устанавливать особые Зоны контроля за содержанием серы в выбросах (SECA) с более определенными нормативами выброса серы. В зонах SECA содержание серы в топливе, используемом на судах, не должно превышать 1,5% от общего веса. В качестве альтернативы необходимо применить систему очистки выхлопных газов для снижения совокупного выброса оксидов серы вспомогательного и главного пропульсивных двигателей судна до 6,0 г/кВт.ч или менее, подсчитываемую как суммарная масса выброса оксидов серы. В настоящий момент Балтийское и Северное моря включены в зону SECA.

13.3.2 Другие законодательные акты

В отдельных регионах действуют другие законодательные акты.

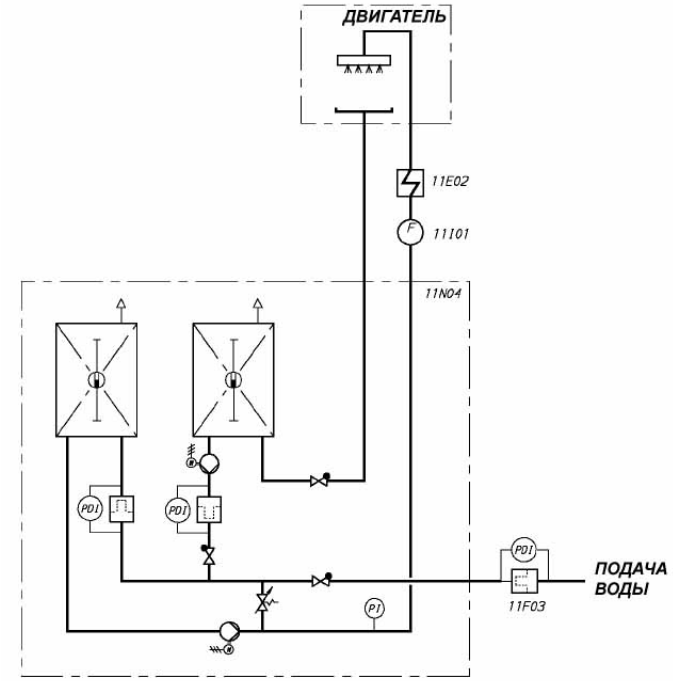
13.4. Методы снижения выброса отработавших газов

Все стандартные двигатели Wärtsilä соответствуют нормативам выброса NOx, установленным IMO (Международной морской организацией) и большинству местных нормативов выброса без дополнительных модификаций. Wärtsilä также выработала решения для значительного снижения выброса NOx там, где это требуется.
Выбросы отработавших газов дизельного двигателя могут быть снижены с помощью основных и добавочных методов. Основные методы ограничивают образование удельной эмиссии в процессе сгорания топлива. Добавочные методы снижают объем компонентов выброса после их образования в процессе прохождения по системе газовыхлопа.

13.4.1 Увлажнение зарядного воздуха (Wetpac H)

Технология Wetpac H позволяет снизить выброс NOx до 40%. Она основана на впрыскивании воды после ГТН. Водяные брызги снижают максимальную температуру в цилиндрах, уменьшая таким образом выброс NOx.
Wetpac H подходит для видов топлива с содержанием серы менее 1,5%.
Система Wetpac H включает систему водоочистки, насосный агрегат, подогреватель впрыскиваемой воды (только для небольших двигателей с односекционным охладителем наддувного воздуха), расположенного вне двигателя блока управления и группы/групп водораспылителей с соленоидными клапанами, установленными на воздуховоде наддувного воздуха. Насосный агрегат должен быть размещен рядом с двигателем.

Рис. 13.2 Внешняя схема Wetpac H (DAAE039819)



Компоненты системы	
11N04	Увлажняющий насосный агрегат
11E02	Подогреватель
11F03	Фильтр грубой очистки
11I01	Расходомер

Система сконструирована таким образом, чтобы количество впрыскиваемой воды можно было регулировать, а система Wetpac H при необходимости могла быть отключена. При сбое система автоматически выключается. Количество необходимой воды варьируется в зависимости от нагрузки и необходимого механику уровня выброса NOx.
Как правило необходимое для полного сокращения NOx количество воды – 1,5…2 раза превышает потребление топлива двигателем.
Вода, используемая для Wetpac H, должна быть очень хорошего качества, получена с помощью испарителя или двухступенчатой установки обратного осмоса, см. табл. 13.2 *Требования к качеству воды*.
Необходимо иметь в виду, что при работе Wetpac H меняется тепловой баланс двигателя, и всегда запрашивать точную информацию о конструкции.
Вода, используемая в Wetpac H должна удовлетворять следующим требованиям:

Таблица 13.2 **Требования к качеству воды**

Свойства	Единицы имз.	Максимал. величина
Водородный показатель (pH)		6…8
Жесткость	°dH	0.4
Содержание хлоридов (Cl)	мг/л	5
Содержание взвешенных твердых частиц	мг/л	5
Температура перед насосным узлом	°C	40

Для того чтобы добиться безопасной эксплуатации системы Wetpac H и двигателя, необходимо использовать воду, полученную с помощью установки для получения пресной воды / опреснителя или двухступенчатой установки обратного осмоса. Вода не должна быть загрязнена маслом, жиром, поверхностно-активными веществами или аналогичными примесями. Такие виды примесей могут вызвать засорение фильтров или другие неисправности в системе Wetpac H.

Таблица 13.3 Расход воды

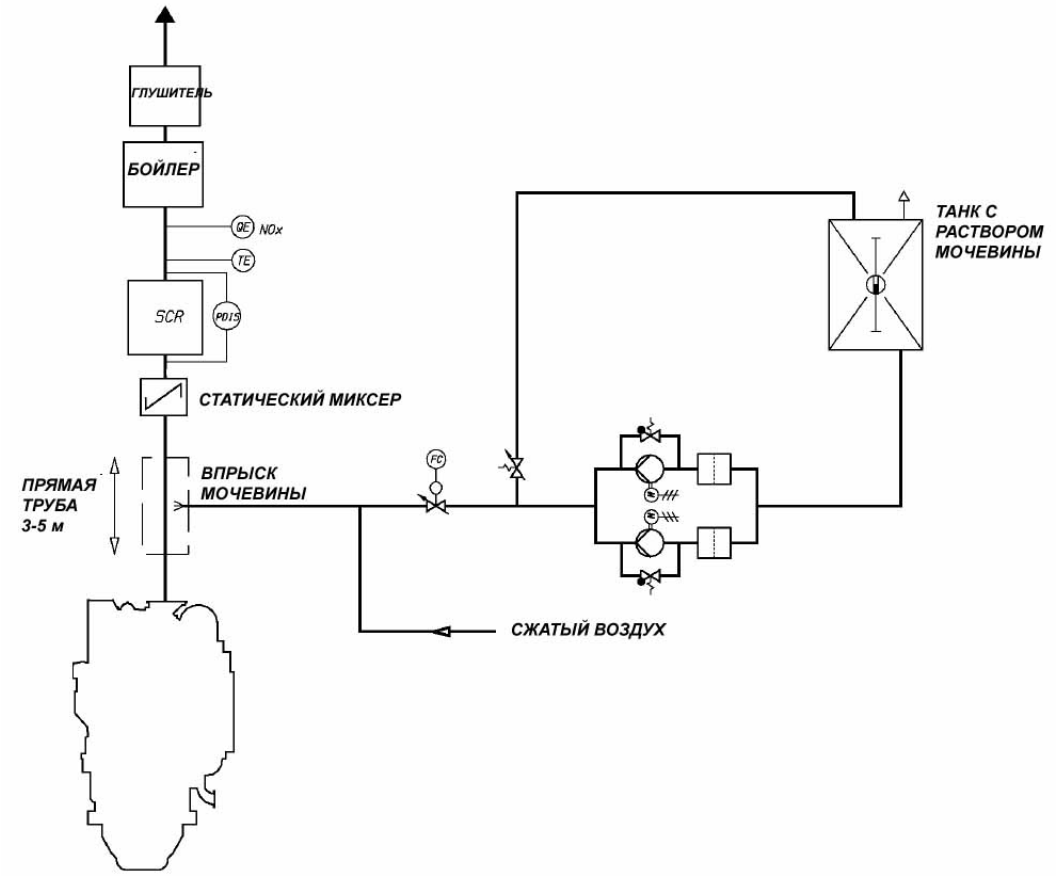
Тип двигателя	Потребление воды [л/ч]
4L20	280
6L20	420
8L20	560
9L20	630

Расход воды рассчитывается для максимального сокращения NOx и 85% нагрузке двигателя.

13.4.2 Избирательное каталитическое восстановление (SCR)

Единственным способом снизить уровень выброса NOx до 85-95% является избирательное каталитическое восстановление (SCR). Недостатками SCR являются большие размеры и относительно высокая стоимость установки и эксплуатации.
Восстановитель, водный раствор мочевины (40 %) впрыскивается в выхлопной газ непосредственно за ГТН. Мочевивна быстро распадается на аммиак (NH3) и углекислый газ. Смесь пропускается через катализатор, где NOx превращается в безвредные азот и воду.
Обычная система SCR включает резервуар-хранилище раствора мочевины, систему нагнетания раствора мочевины, систему впрыскивания восстановителя, и корпус с катализаторными элементами. На следующем рисунке показана стандартная система SCR.

Рис. 13.3 Стандартная схема расположения труб и приборов для системы SCR



Катализаторные элементы пористого типа, как правило, имеют керамическую структуру с активным каталитическим веществом, рассыпанным по всей поверхности элемента. Катализаторные элементы расположены слоями. Во избежание засорения катализатора перед каждым слоем должна быть установлена сажеобдувочная система.
Впрыск мочевины регулируется с помощью обратной связи от измерителя NOx, расположенного за катализатором. Коэффициент сокращения NOx зависит от количества добавленной мочевины, что может быть выражено соотношением NH3/NOx. Повышение уровня катализатора может также повысить коэффициент сокращения.

При работе двигателя на мазуте температура выхлопного газа перед SCR должна быть не ниже 330°C, в зависимости от серного компонента топлива. При работе на морском дизельном топливе (MDF) температура выхлопного газа может быть ниже. Если в спецификацию включен бойлер, он должен быть установлен после системы SCR.
Срок службы катализатора зависит, в основном, от качества горючего, а также, в некоторой степени, от качества смазочного масла. Срок службы катализатора обычно 3-5 лет для жидкого топлива и несколько больше, если двигатель работает на газе. Полный объем катализатора обычно делится на три слоя и, таким образом, можно за один раз заменять один уровень, и использовать остаточную активность старых уровней.

Расход мочевины и замена слоев катализатора образуют основные эксплуатационные расходы катализатора. Расход мочевины составляет около 15 г/кВт.ч. 40%-го раствора мочевины. Раствор мочевины может быть приготовлен путем смешивания гранулированной мочевины с водой, или же мочевина может быть приобретена в виде 40%-го раствора. Резервуар-хранилище раствора мочевины должен быть достаточно большим с тем, чтобы судно обладало необходимой автономностью.

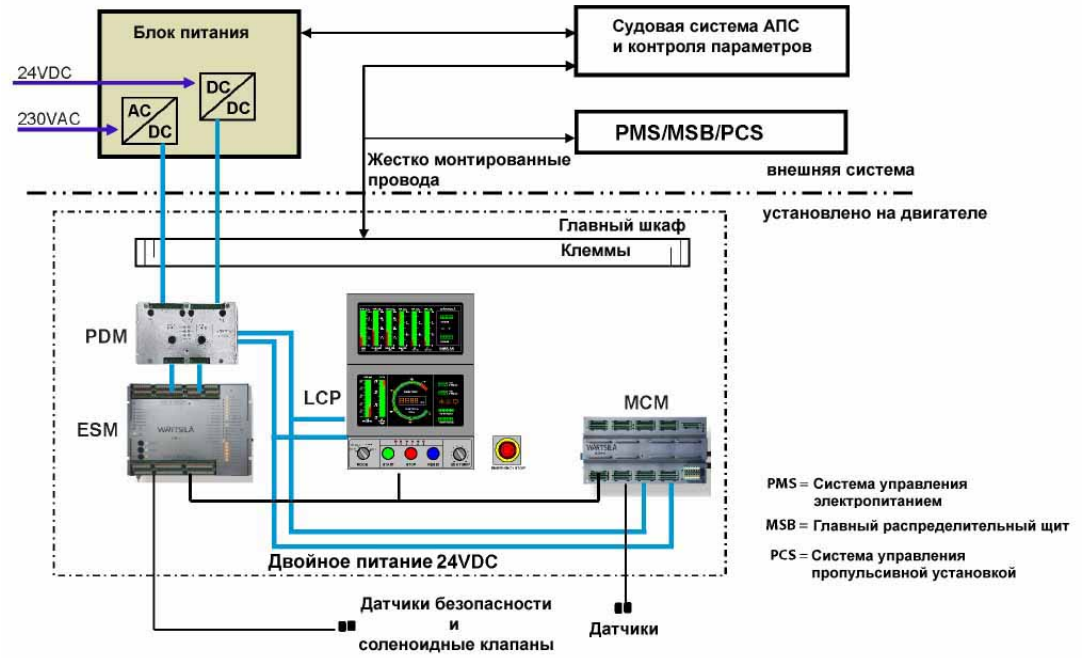
14. Система автоматики

Унифицированная система управления Wärtsilä UNIC это встроенная модульная система автоматики, доступная в трех версиях. Основные функции одинаковы во всех версиях, но функции могут быть увеличены, в зависимости от типа установки. Системы UNIC C1 и UNIC C2 применяются для двигателей со стандартным впрыском топлива, в то время как система UNIC C3 имеет дополнительно функцию управления впрыска топлива для двигателей с общей системой электронного впрыска типа «common rail». Система UNIC C1 имеет интерфейс с внешними системами только через жестко монтированные провода, в то время как системы UNIC C2 и UNIC C3 имеют интерфейс через жестко монтированные провода только функций управления, а интерфейс для аварийно-предупредительных сигналов (АПС) мониторинга параметров осуществляется через шину.

14.1 Система управления UNIC C1

Оборудование на двигателе, включенное в систему UNIC C1, осуществляет все функции управления двигателя, например, последовательность пуска, блокировка пуска, нормальная остановка двигателя, автоматическое отключение системой безопасности, управление частотой вращения и распределение мощности. На пульте местного управления (ПМУ) имеются кнопки для управления по месту наиболее важными функциями. Все клеммы сигналов на внешние системы и от них расположены в главном шкафу на двигателе.

Рис. 14.1 Структура системы UNIC C1



Оборудование в главном шкафу двигателя:

MCM	Главный модуль управления, осуществляющий все оперативные функции управления, например, выполнение последовательности запуска, блокировка пуска, регулировка частоты вращения/нагрузки.
ESM	Модуль безопасности, выполняющий базовые функции безопасности, например, отключение по забросу оборотов или низкому давлению масла. Модуль безопасности является интерфейсом между устройствами автоматического отключения на двигателе и всем остальным оборудованием управления.
LCP	Пульт местного управления, оборудованный кнопками и переключателями для местного управления двигателем и графическим дисплеем, на котором отображаются наиболее важные рабочие параметры.
PDM	Модуль распределения энергии содержит предохранители, фильтры и осуществляет распределение энергии и контроль сбоя в заземлении. Модуль обеспечивает два независимых дублирующих источника питания 24 V DC для всех модулей и устройств управления.

Оборудование, установленное на двигателе:

- Датчики
- Соленоиды
- Актуаторы

Указанное оборудование подключено к главному шкафу двигателя. Уровень защиты IP54.

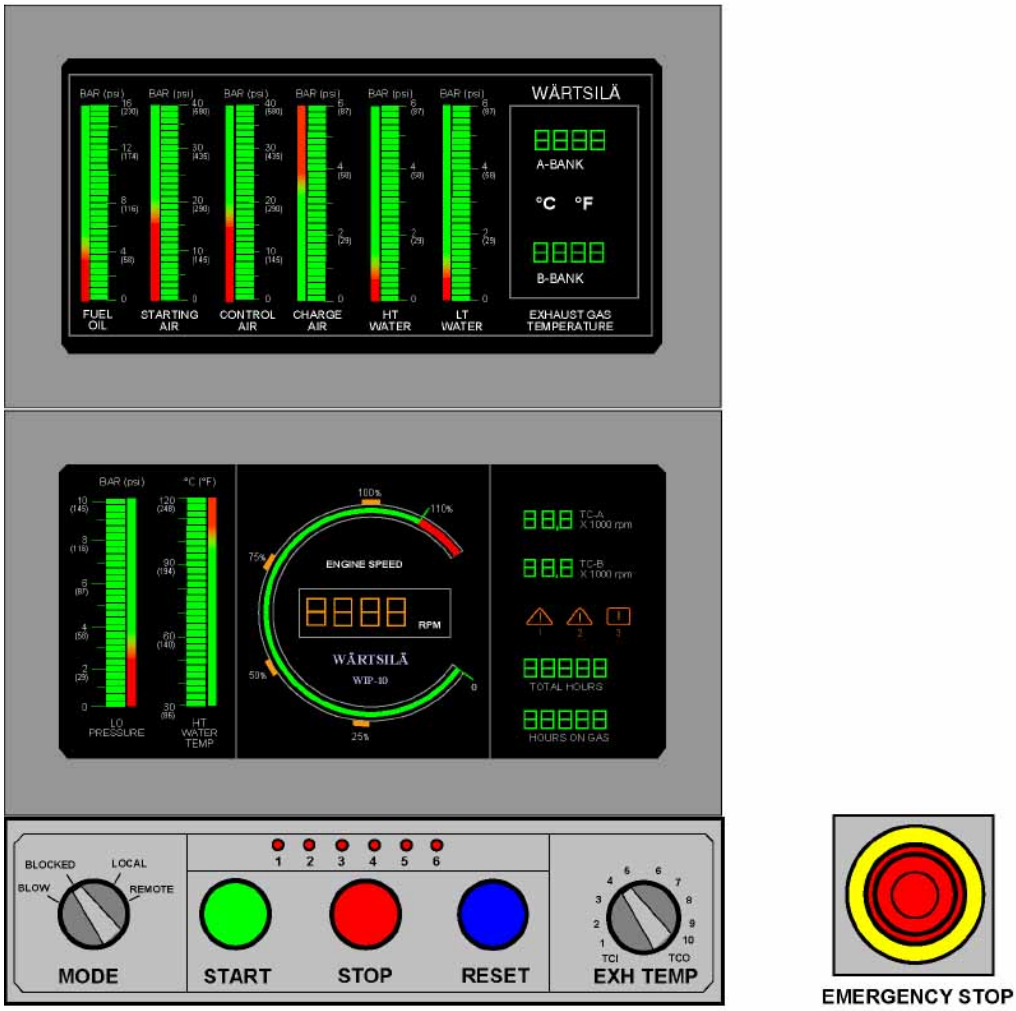
Внешнее оборудование

Блок питания

Два дублирующих питающих преобразователя/изолятора установлены в стальном шкафу и крепятся к переборке. Уровень защиты IP44.

14.1.1 Пульт местного управления

Рис. 14.2 Пульт местного управления



На пульте имеются следующие функции:

- Местный пуск (START)
- Местная остановка (STOP)
- Местная аварийная остановка (EMERGENCY STOP)
- Местный сброс данных по автоматической остановке (RESET)
- Переключатель температуры выхлопных газов (EXH TEMP)

- Местный переключатель режимов с положениями: продувка, блокировка, местный и дистанционный:
  - Местный (LOCAL): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только с ПМУ.
  - Дистанционный (REMOTE): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только дистанционно.
  - Продувка (BLOW): В данном положении возможно произвести «продувку» (проверку вращения двигателя с открытыми индикаторными клапанами и отключенной подачей топлива), нажав кнопку «ПУСК».
  - Блокировка: Блокировка нормального пуска двигателя.

Индикация параметров на дисплее LCP:

- Частота вращения двигателя
- Частота вращения ГТН
- Счетчик моточасов
- Давление топлива
- Давление масла
- Давление пускового воздуха
- Давление воздуха систем управления
- Давление наддувного воздуха
- Давление воды НТ-контура охлаждения
- Температура воды ВТ-контура охлаждения
- Температура выхлопных газов после каждого цилиндра, до и после ГТН

14.1.2 Система безопасности двигателя

Система безопасности двигателя основана на жестко монтированных проводах с дублирующими устройствами по критическим функциям безопасности. Модуль безопасности выполняет базовые функции безопасности как, например, защиту по забросам оборотов. Модуль также служит интерфейсом между устройствами отключения на двигателе и остальной системой управления.
Основные характеристики:

- Конструкция предусматривает дублирование источника питания, входов по частоте вращения и управления остановочным соленоидом.
- Модуль определяет сбой на датчиках, соленоидах или обрыв проводов.
- Состояние или обнаруженный сбой отображается светодиодами.
- Модуль имеет цифровые выходы состояния.
- Модуль осуществляет фиксирование состояния по автоматической остановке и функцию сброса данных.
- Модуль подает сигнал оповещения об автоматической остановке.
- Модуль предусматривает функцию игнорирования сигнала автоматической остановки (конфигурация зависит от типа установки).
- Модуль имеет аналоговые выходы по частоте вращения двигателя и ГТН
- Реле частоты вращения можно настраивать.

14.1.3 Блок питания

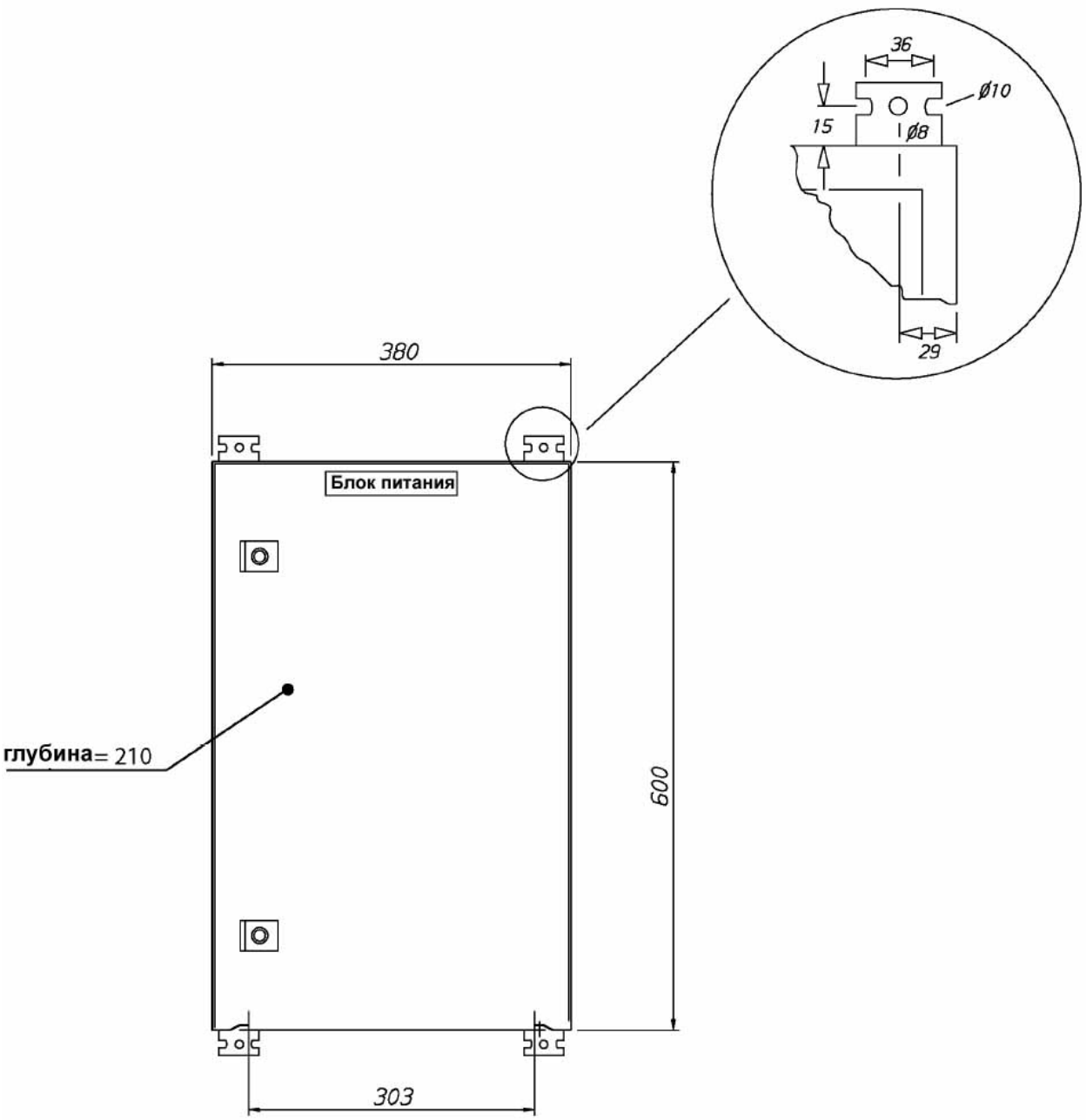
Блок питания поставляется с каждым двигателем для отдельной установки. Блок питания подает постоянный ток на электросхемы системы на двигателе и обеспечивает изоляцию от других систем, работающих на постоянном токе на судне. Шкаф блока питания рассчитан на установку на переборке судна. Уровень защиты IP44, макс. температура окружающей среды 50°C.
Блок питания имеет дублирующие преобразователи мощности. Каждый преобразователь рассчитан на 100% нагрузки. Как минимум один из двух источников должен быть подсоединен к к источнику бесперебойного питания. Источник подает на оборудование напряжение 2 x 24 V DC.

Питание от судовой системы:

- Питание 1: 230 VAC / ок. 150 W

Питание 2: 24 VDC / ок. 150 W

Рис. 14.3 Блок питания



14.1.4. Расключение кабелей и обзор системы

На рисунке и в таблице ниже дан общий обзор системы, подсоединение и типы кабелей в механических пропульсивных и дизель-генераторных установках.

Рис. 14.4 Общая схема системы UNIC C1

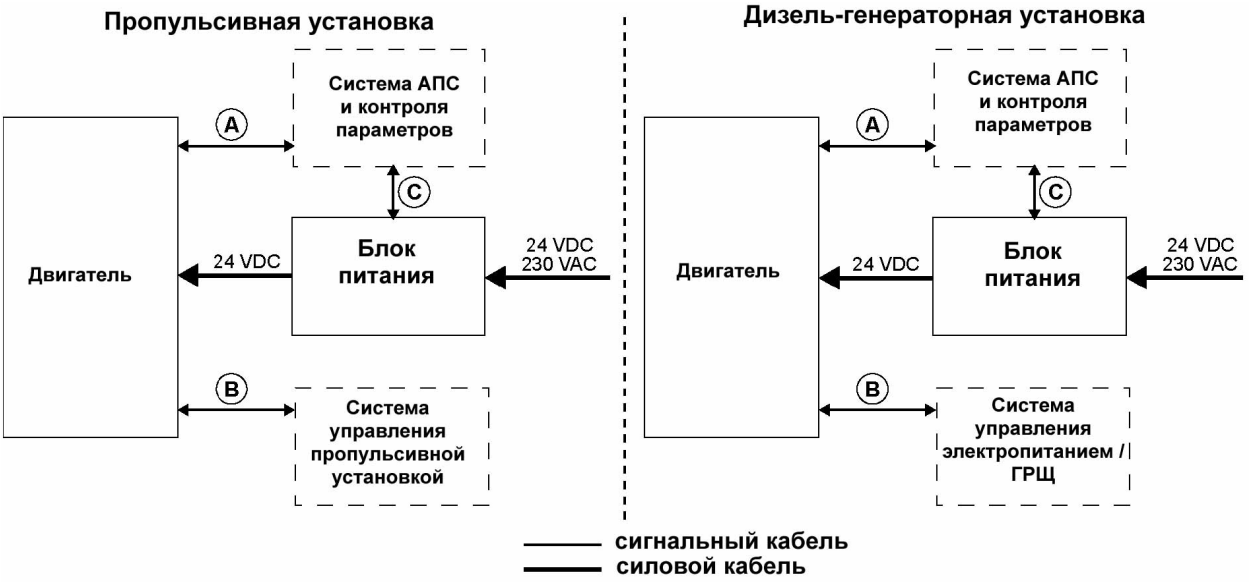


Таблица 14.1 Стандартное количество кабелей для системы UNIC C1

Кабель	От ⇔ к	Тип кабеля (стандартный)
A	Двигатель ⇔ система АПС и контроля параметров	11 x 2 x 0.75 mm^2 9 x 2 x 0.75 mm^2 32 x 0.75 mm^2 22 x 0.75 mm^2
B	Двигатель ⇔ система управления пропульсивной установкой Двигатель ⇔ система управления электропитанием / ГРЩ (главный распределительный щит)	1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 14 x 0.75 mm^2 10 x 0.75 mm^2
C	Блок питания ⇔ система АПС и контроля параметров	1 x 2 x 0.75 mm^2
D	Двигатель ⇔ блок питания	4 x 2.5 mm^2 (питание)

ПРИМЕЧАНИЕ! Типы кабелей и группировка сигналов в различных кабелях будет разной в зависимости от типа установки и конфигурации цилиндров.

Требования к питанию отображены в разделе ***Блок питания.***

Рис. 14.5 Обзор основных сигналов (главный двигатель)

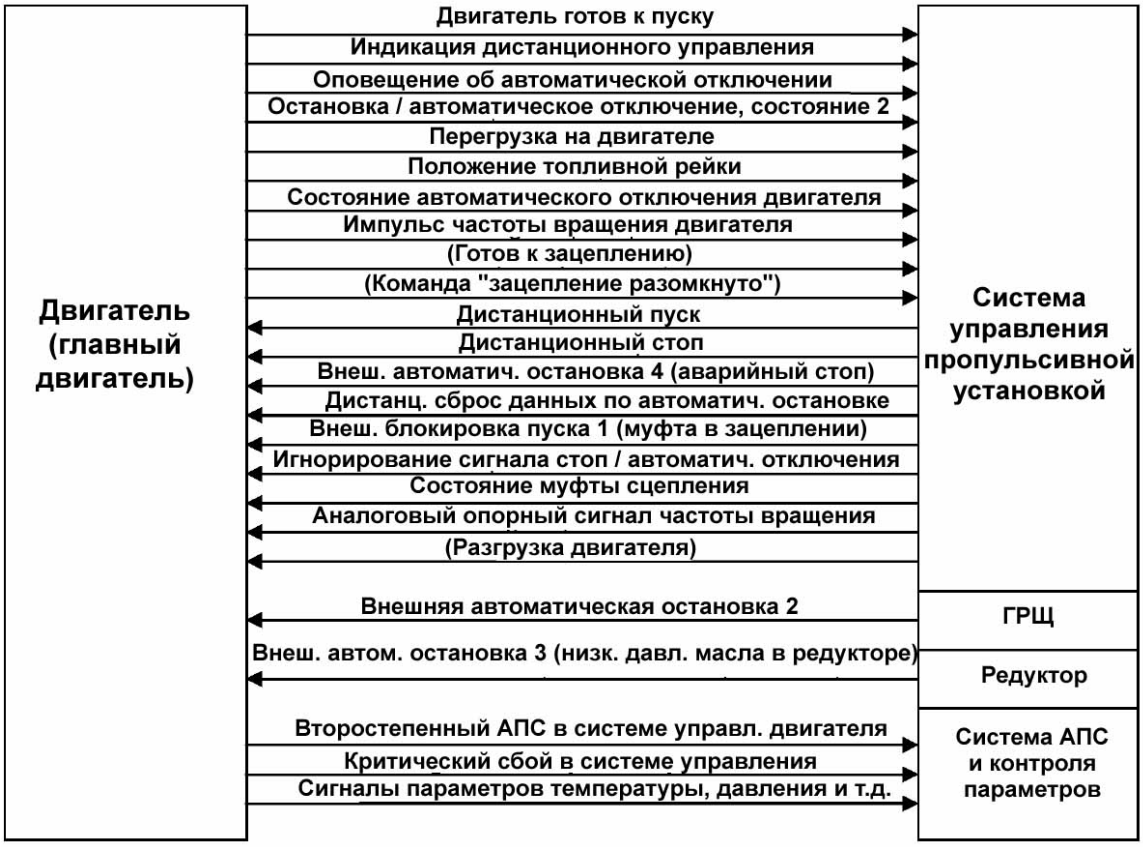


Рис. 14.6 Обзор основных сигналов (дизель-генераторная установка)

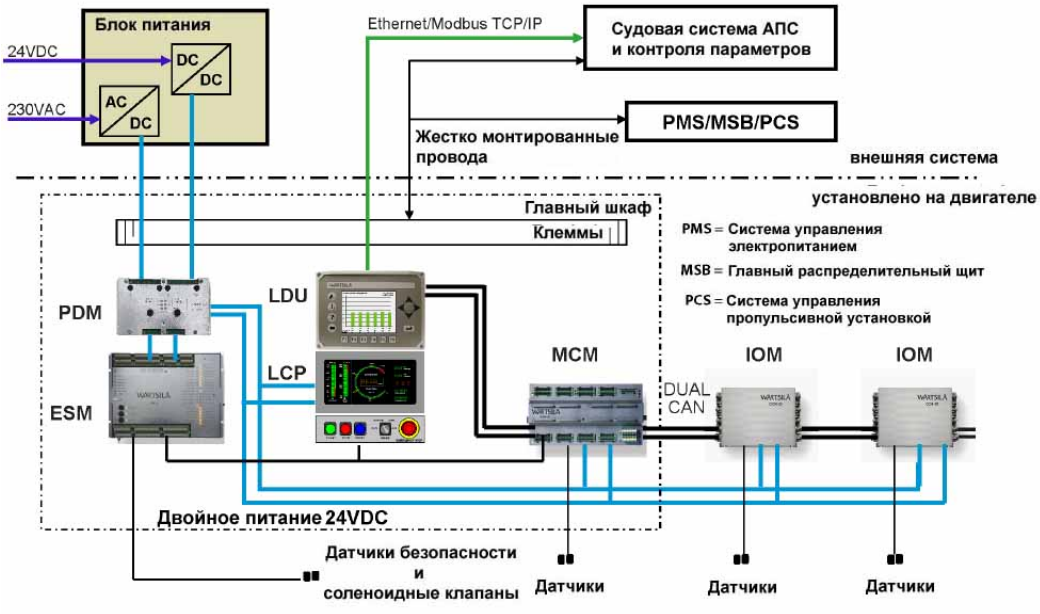


14.2 Система UNIC C2

Система UNIC C2 это встроенная система управления с распределенным управлением двигателем, которая осуществляет такие функции управления как последовательность пуска, блокировка пуска, распределение нагрузки, нормальный стоп и автоматическое отключение системой безопасности.

Модули распределенного управления производят обмен данными через шину CAN. Шина CAN это шина обмена данными, специально разработанная для компактных локальных сетей, где особую роль играет скорость передачи данных и безопасность.
Шина CAN и питание на каждый модуль дублируются в целях безопасности.
Сигналы управления к внешним системам и от них основаны на жестко монтированных проводах, подсоединенных к клеммам в главном шкафе двигателя.
Обрабатываемые данные для системы АПС и контроля параметров передаются через протокол MODBUS TCP на внешние системы.

Рис. 14.7 Структура системы UNIC C2



Оборудование в главном шкафу двигателя:

MCM	Главный модуль управления, осуществляющий все оперативные функции управления, например, выполнение последовательности запуска, блокировка пуска, регулировка частоты вращения/нагрузки. Модуль также отслеживает функции контроля впрыска топлива для двигателей с электронной системой впрыска типа «common rail».
ESM	Модуль безопасности, выполняющий базовые функции безопасности, например, отключение по забросу оборотов или низкому давлению масла. Модуль безопасности является интерфейсом между устройствами автоматического отключения на двигателе и всем остальным оборудованием управления.
LCP	Пульт местного управления, оборудованный кнопками и переключателями для местного управления двигателем и индикацией моточасов, а также наиболее важных рабочих параметров.
LDU	Местный дисплей с рядом информационных меню и графическим дисплеем, на котором отображаются наиболее важные рабочие параметры, данные вычисления процессором и архив событий на установке.
PDM	Модуль распределения энергии содержит предохранители, фильтры и осуществляет распределение энергии и контроль сбоя в заземлении. Модуль обеспечивает два независимых дублирующих источника питания 24 V DC для всех модулей и устройств управления.

Оборудование, установленное на двигателе:

IOM	Модуль входов/выходов, осуществляет измерения и ограниченные функции управления в конкретных зонах двигателя

- Датчики
- Соленоиды
- Актуаторы

Указанное оборудование подключено к главному шкафу двигателя. Уровень защиты IP54.

Внешнее оборудование

Блок питания

Два дублирующих питающих преобразователя/изолятора установлены в стальном шкафу и крепятся к переборке. Уровень защиты IP44.

14.2.1 Пульт местного управления и местный дисплей

На пульте имеются следующие функции:

- Местный пуск (START)
- Местная остановка (STOP)
- Местная аварийная остановка (EMERGENCY STOP)
- Местный сброс данных по автоматической остановке (RESET)
- Местный переключатель режимов с положениями: продувка, блокировка, местный и дистанционный:
  - Местный (LOCAL): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только с ПМУ.
  - Дистанционный (REMOTE): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только дистанционно.
  - Продувка (BLOW): В данном положении возможно произвести «продувку» (проверку вращения двигателя с открытыми индикаторными клапанами и отключенной подачей топлива), нажав кнопку «ПУСК».
  - Блокировка: Блокировка нормального пуска двигателя.

Индикация параметров на дисплее LCP:

- Частота вращения двигателя
- Частота вращения ГТН
- Счетчик моточасов
- Давление масла
- Температура воды ВТ-контура охлаждения

Местный дисплей имеет ряд информационных меню графический дисплей, на котором отображаются наиболее важные рабочие параметры, данные вычисления процессором и архив событий на установке.

Рис. 14.8 Пульт местного управления и местный дисплей



14.2.2 Система безопасности двигателя

Система безопасности двигателя основана на жестко монтированных проводах с дублирующими устройствами по критическим функциям безопасности. Модуль безопасности выполняет базовые функции безопасности как, например, защиту по забросам оборотов. Модуль также служит интерфейсом между устройствами отключения на двигателе и остальной системой управления.
Основные характеристики:

- Конструкция предусматривает дублирование источника питания, входов по частоте вращения и управления остановочным соленоидом.
- Модуль определяет сбой на датчиках, соленоидах или обрыв проводов.
- Состояние или обнаруженный сбой отображается светодиодами.
- Модуль имеет цифровые выходы состояния.
- Модуль осуществляет фиксирование состояния по автоматической остановке и функцию сброса данных.
- Модуль подает сигнал оповещения об автоматической остановке.
- Модуль предусматривает функцию игнорирования сигнала автоматической остановки (конфигурация зависит от типа установки).
- Модуль имеет аналоговые выходы по частоте вращения двигателя и ГТН
- Реле частоты вращения можно настраивать.

14.2.3 Блок питания

Блок питания поставляется с каждым двигателем для отдельной установки. Блок питания подает постоянный ток на электросхемы системы на двигателе и обеспечивает изоляцию от других систем, работающих на постоянном токе на судне. Шкаф блока питания рассчитан на установку на переборке судна. Уровень защиты IP44, макс. температура окружающей среды 50°C.
Блок питания имеет дублирующие преобразователи мощности. Каждый преобразователь рассчитан на 100% нагрузки. Как минимум один из двух источников должен быть подсоединен к к источнику бесперебойного питания. Источник подает на оборудование напряжение 2 x 24 V DC.

Питание от судовой системы:

- Питание 1: 230 VAC / ок. 150 W
- Питание 2: 24 VDC / ок. 150 W

14.2.4. Расключение кабелей и обзор системы

Рис. 14.9 Общая схема системы UNIC C2

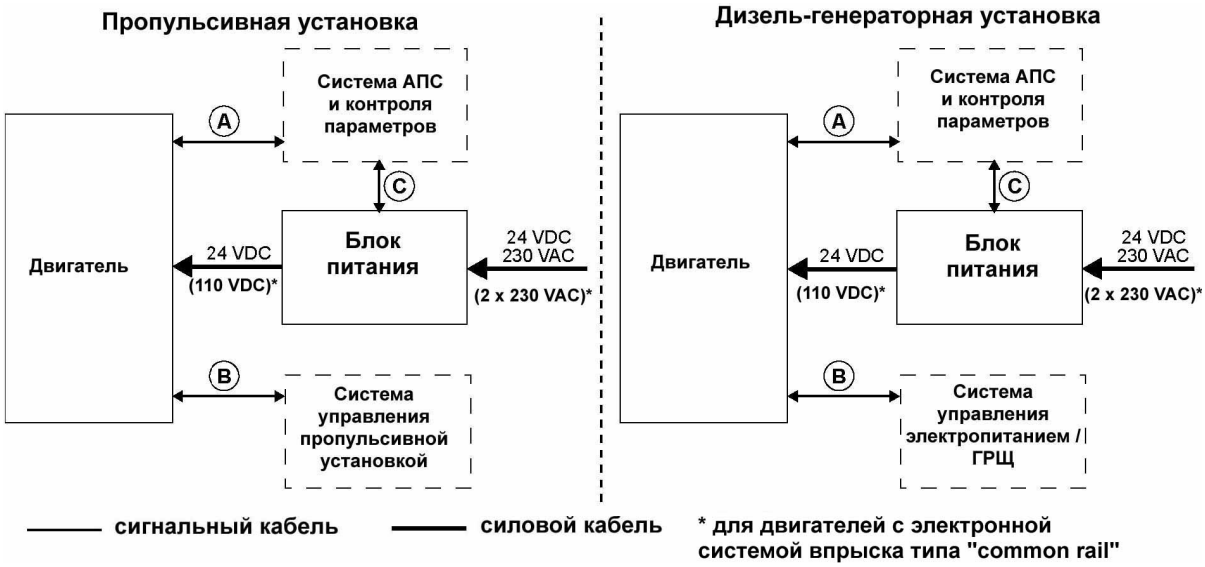


Таблица 14.2 Стандартное количество кабелей для системы UNIC C2

Кабель	От ⇔ к	Тип кабеля (стандартный)
A	Двигатель ⇔ система АПС и контроля параметров	3 x 2 x 0.75 mm^2 1 x Ethernet CAT 5
B	Двигатель ⇔ система управления пропульсивной установкой Двигатель ⇔ система управления электропитанием / ГРЩ (главный распределительный щит)	1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 14 x 0.75 mm^2 14 x 0.75 mm^2
C	Блок питания ⇔ система АПС и контроля параметров	2 x 0.75 mm^2
D	Двигатель ⇔ блок питания	2 x 2.5 mm^2 (питание) 2 x 2.5 mm^2 (питание)

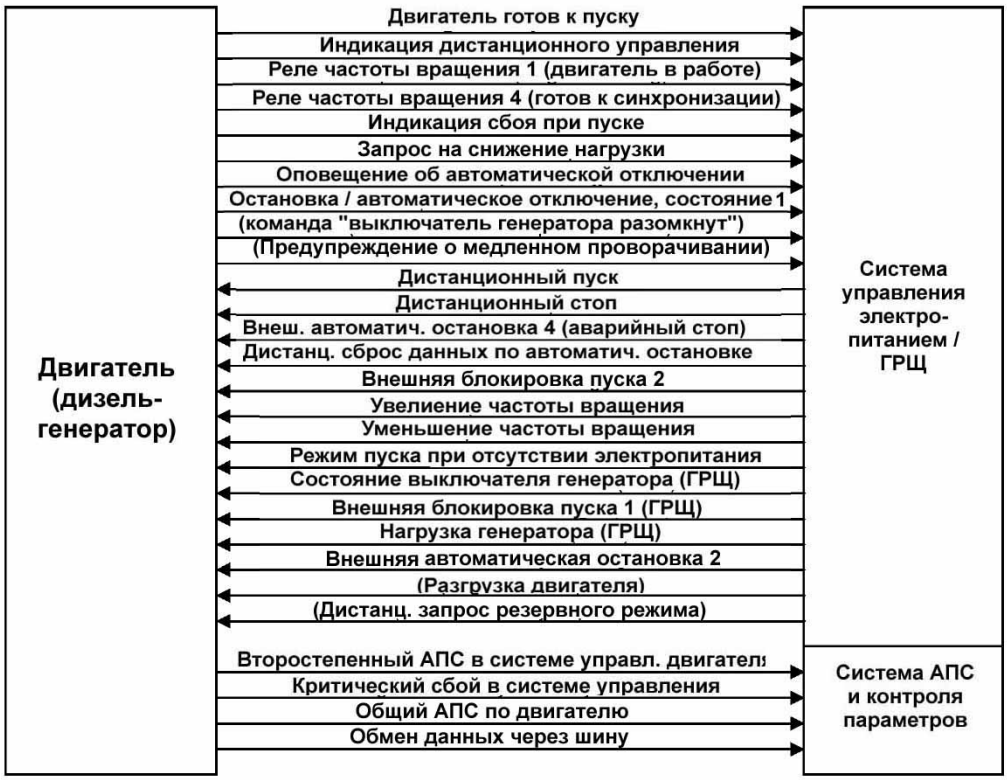
ПРИМЕЧАНИЕ! Типы кабелей и группировка сигналов в различных кабелях будет разной в зависимости от типа установки и конфигурации цилиндров.

Требования к питанию отображены в разделе ***Блок питания.***

Рис. 14.10 Обзор основных сигналов (главный двигатель)



Рис. 14.11 Обзор основных сигналов (дизель-генераторная установка)



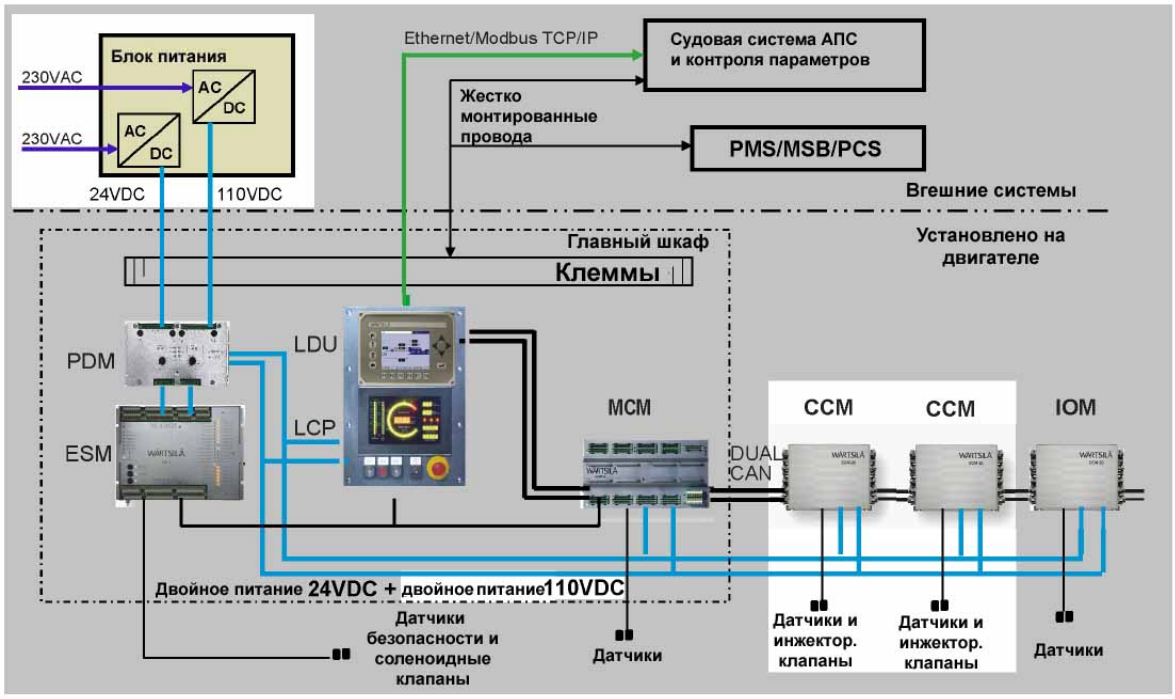
14.3 Система UNIC C3

Основные функции системы UNIC C3 те же, что и у системы UNIC C2, но в систему UNIC C3 добавлено управление впрыском топлива для двигателей с электронной системой впрыска типа «common rail».

Отличия от системы UNIC C2:

- Питание от судовой системы 2 x 230 VAC, каждое по 600 W (24 VDC не требуется).
- Блок питания также подает 2 x 110 VDC на топливные инжекторы.
- Система имеет модули управления цилиндрами (CCM) для контроля впрыска топлива.

Рис. 14.12 Структура системы UNIC C3



14.4 Функции системы UNIC

14.4.1 Пуск

Двигатель оборудован пневматическим стартером, управляемым соленоидным клапаном. На соленоидный клапан может быть подано питание как по месту кнопкой «ПУСК», так и с дистанционного поста управления. В аварийной ситуации также клапан может управляться вручную
Пуск заблокирован как пневматически, так и электрически, если валоповоротная шестерня находится в зацеплении. Подача топлива заблокирована, если остановочный рычаг находится в положении «СТОП». (обычная механическая системы впрыска).
Блокировки пуска управляются системой на двигателе (главным модулем управления MCM)/

Блокировка пуска

- Пуск блокируется по следующим функциям:
- Валоповоротная шестерня в зацеплении
- Остановочный рычаг в положении «СТОП»
- Низкое давление предварительной прокачки масла
- Местный переключатель режимов в положении «БЛОКИРОВКА»
- Активен сигнал «СТОП» или «АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОСТАНОВКА»
- Внешний сигнал блокировки пуска 1 (напр., низкое давление масла в редукторе)

- Внешний сигнал блокировки пуска 2 (напр., положение муфты)
- Двигатель в работе

При перезапуске дизель-генератора в условиях отсутствия электропитания блокировка пуска по низкому давлению масла может быть отключена на 30 минут.

14.4.2 Стоп и автоматическое отключение

Нормальная остановка двигателя производится с пульта местного управления кнопкой «СТОП» или с поста дистанционного управления. Контрольные приборы на двигателе переводятся в режим остановки на определенное время, пока двигатель не будет полностью остановлен. После этого система автоматически переводится в режим «ГОТОВ К ПУСКУ», если при этом не активна какая-либо из функций блокировки пуска, иными словами, при нормальной остановке не требуется производить сброс данных по состоянию остановки.
Ручная аварийная остановка производится копкой «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» на ПМУ или дистанционно с ПДУ на дистанционному посту управления двигателем.
Модуль безопасности двигателя управляет автоматическим отключением по функции безопасности. Отключение двигателя по функции безопасности может производиться независимо модулем безопасности или же производится данным модулем через запрос на отключение, полученный с любого другого узла системы автоматики.
Типичные функции автоматического отключения следующие:

- Низкое давление масла
- Заброс оборотов
- Низкое давление масла в редукторе

В зависимости от установки оператор может отключить функцию автоматической остановки. Однако функцию остановки по заброску оборотов или аварийную остановку отключить невозможно.
Перед последующим запуском необходимо определить причину автоматической остановки и устранить ее.

14.4.3. Регулировка частоты вращения

Главные двигатели (механические пропульсивные установки)

Электронный регулятор частоты вращения интегрирован в систему автоматики двигателя. Для двигателей с (обычная механическая системы впрыска).
используется актуатор топливной рейки с резервным механико-гидравлическим регулятором. Механический резервный регулятор также подлежит установке на двухвинтовых судах с одним двигателем на гребной вал. Механический резервный регулятор не является опционом для установок с двумя двигателями, подсоединенными к одному редуктору.
Дистанционная установка частоты вращения с системы управления пропульсивной установкой представляет собой аналоговый сигнал 4-20 mA. Также возможно выбрать рабочий режим, в котором опорный сигнал частоты вращения в системе электронного регулирования буте настраиваться сигналами увеличения/уменьшения.
Система электронного регулирования частоты вращения осуществляет распределение нагрузки между двигателями, работающими параллельно, управляет топливными ограничителями и другими функциями (напр., размыкание/замыкание муфты, фильтрация частоты вращения). Защита по перегрузке и контроль уровня увеличения нагрузки должен быть включен в систему управления пропульсивной установки в соответствии с разделом ***Рабочие диапазоны.***

Дизель-генераторы

Электронный регулятор частоты вращения интегрирован в систему автоматики двигателя. Используются гидравлические актуаторы топливной рейки с приводом от двигателя на двигателях с обычной механической системой впрыска.
Распределение нагрузки может основываться на стандартных статических характеристиках, или может осуществляться независимо узлами регулировки частоты вращения без статизма. Последний способ регулировки относится обычно к изохронному типу распределения нагрузки. При изохронном распределении нагрузки нет необходимости балансировки нагрузки, настройки частоты или контроля нагружения/разгружения генератора на внешней системе управления.
В системе регулировки по статизму каждый узел управления частотой увеличивает свою внутреннюю опорную частоту, если узел определил увеличение нагрузки на генераторе. Уменьшение частоты в электросети с большой нагрузкой в системе приводит к тому, что все генераторы пропорционально распределят между собой общую увеличенную нагрузку. Двигатели с одинаковым статизмом и опорной частотой распределят между собой нагрузку одинаково. Нагружение и разгружение генератора осуществляется настройкой опорной частоты каждого узла регулировки частоты вращения. Величина статизма стандартно 4%, т.е. разница в частоте между нулевой и максимальной нагрузками составляет 4%.

В изохронном режиме опорный сигнал частоты вращения остается неизменным, независимо от уровня нагрузки. Оба режима, изохронного распределения и статизма, являются стандартными в системах управления частотой вращения, т.е. возможно выбрать любой из двух. Если судно имеет несколько распределительных секций с прерывателями между секциями, то необходимо значение состояния каждого прерывателя для управления распределением нагрузки в изохронном режиме.

14.5 АПС и сигналы параметров системы

Количество датчиков и сигналов параметров может отличаться в зависимости от типа установки. Реальная конфигурация сигналов и уровней срабатывания аварийно-предупредительных сигналов (АПС) описана в конкретной документации по конкретному проекту, поставляемая для всех контрактных проектов.

В таблице ниже перечислены типичные датчики и сигналы системы АПС и контроля параметров судна. Тип сигнала обозначен для системы UNIC C1, которая имеет интерфейс полностью на жестко монтированных проводах. Системы UNIC C2 и C3 передают информацию через канал связи MODBUS на судовую систему АПС и контроля параметров.

Таблица 14.3 Типичные датчики и сигналы

Код	Описание	Тип ВХ/ВЫХ	Тип сигнала	Диапазон
PT101	Давление топлива, вход двигателя	Аналог.	4-20 mA	0-16 Бар
TE101	Температура топлива, вход двигателя	Аналог.	PT100	0-160 °C
LS103A	Утечка топлива, труба высокого давления (ряд A)	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
PDS113	Давление топлива, перепад на предохранительном фильтре	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
PT201	Давление масла, вход двигателя	Аналог.	4-20 mA	0-10 Бар
TE201	Температура масла, вход двигателя	Аналог.	PT100	0-160 °C
LS204	Уровень масла, масляный отстойник	Цифр.	Без потенц.	0-10 Бар
PDT243	Перепад давления на масляном фильтре	Аналог.	4-20 mA	0-2 Бар
PT271	Давление масла, вход ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-10 Бар
TE272	Давление масла, выход ГТН A	Аналог.	PT100	0-160 °C
PT301	Давление пускового воздуха	Аналог.	4-20 mA	0-40 Бар
PT311	Давление воздуха системы управления	Аналог.	4-20 mA	0-40 Бар
PT401	Давление воды ВТ-контура, вход рубашки охлаждения	Аналог.	4-20 mA	0-6 Бар
TE401	Температура воды ВТ-контура, вход рубашки охлаждения	Аналог.	PT100	0-160 °C
TE402	Температура воды ВТ-контура, выход рубашки охлаждения	Аналог.	PT100	0-160 °C
TEZ402	Температура воды ВТ-контура, выход рубашки охлаждения	Аналог.	PT100	0-160 °C
PT471	Давление воды НТ-контура, вход холодильника наддувного воздуха	Аналог.	4-20 mA	0-10 Бар
TE471	Темпер. воды НТ-контура, вход холодильника наддувного воздуха	Аналог.	PT100	0-160 °C
TE5011A … TE5091A	Температура выхлопных газов, выход цилиндра A1 … Температура выхлопных газов, выход цилиндра A9	Аналог.	4-20 mA	0-750 °C
TE511	Температура выхлопных газов, вход ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-750 °C
TE517	Температура выхлопных газов, выход ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-750 °C
PT601	Давление наддувного воздуха, выход холодильника наддув. воздуха	Аналог.	4-20 mA	0-6 Бар
TE601	Температура наддувного воздуха, выход двигателя	Аналог.	PT100	0-160 °C
IS1741	АПС, автоматическое отключение по забросу оборотов	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS2011	АПС, низкое давление масла, автоматическое отключение	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS7311	АПС, низкое давление масла в редукторе, автоматическое отключение	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS7305	Аварийная остановка	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
NS881	Второстепенный АПС в системе управления	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS7306	АПС, игнорирование автоматического отключения	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
SI196	Частота вращения двигателя	Аналог.	4-20 mA	0-1200 об/мин
SI518	Частота вращения ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-75000 об/мин
IS875	Сбой при запуске	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
	Сбой питания	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ

14.6 Потребители энергии

14.6.1 Пускатели и насосы с электроприводом

Сепараторы, подогреватели, компрессоры и узлы подачи топлива поставляются стандартно как предварительно собранные узлы вместе с необходимыми пускателями. Валоповоротное устройство и различные насосы с электроприводом требуют специальных пускателей. Пускатели к электрическим насосам подбираются в соответствии с параметрами насоса и электромотора.
Пускатели не являются частью поставляемой системы автоматики, но могут быть поставлены в качестве опциона.

Насос предварительной прокачки маслом (2P02)

Насос предварительной прокачки маслом должен постоянно работать после остановки двигателя. Насос должен запускаться после остановки двигателя и останавливаться после его пуска. Система автоматики управляет автоматическим пуском/остановкой насоса через пускатель.
Рекомендуется предусмотреть резервное питание от аварийного источника питания. Дизель-генераторы, используемые в качестве основного источника выработки энергии, должны запускаться в условиях отключения электропитания с помощью аккумулируемой энергии. В зависимости от конструкции и классификационных норм, возможно использование аварийного генератора.

Резервный насос, смазочное масло (если установлен) (2P04)
Система автоматики двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление масла падает ниже установленного уровня при работающем двигателе. Для этого на двигателе установлен специальный датчик.
Насос не должен работать при остановленном двигателе, а также не должен использоваться для предварительной прокачки маслом. Насос также не должен работать параллельно с главным насосом, когда главный насос исправен.

Резервный насос, ВТ-контур охлаждения (если установлен) (4P03)
Система автоматики двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление охлаждающей жидкости падает ниже установленной величины при работающем двигателе. Для этого на двигателе установлен специальный датчик.

Резервный насос, НТ-контур охлаждения (если установлен) (4P05)
Система автоматики двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление охлаждающей жидкости падает ниже установленной величины при работающем двигателе. Для этого на двигателе установлен специальный датчик.

Циркуляционный насос подогревателя (4P04)
Если главный насос охлаждающей жидкости (ВТ-контур) приводится от двигателя, то насос подогревателя должен запускаться после остановки двигателя (для обеспечения циркуляции через двигатель в горячем состоянии) и должен останавливаться после пуска двигателя. Система автоматики управляет автоматическим пуском/остановкой насоса через пускатель.

Насосы забортной воды (4P11)
Насосы можно останавливать, когда все двигатели остановлены при условии, что нет необходимости в охлаждении другого оборудования в данной схеме.

Сепаратор смазочного масла (2N01)
Постоянно находится в работе.

Циркуляционный насос подогревателя (1N01)
Постоянно находится в работе.

15. Фундамент

15.1 Опорная поверхность двигателя

Двигатели могут либо жестко монтироваться на колодках, либо иметь упругое крепление на резиновых элементах. Необходимо проинформировать компанию Wärtsilä о наличествующих величинах возбуждения (иных, чем величины возбуждения двигателей, поставляемых компанией Wärtsilä) и собственных частотах корпуса судна, в особенности, если предполагается применить упругое крепление.
Фундамент должен быть как можно более жестким во всех направлениях, с тем, чтобы он мог амортизировать динамические воздействия от двигателя, редуктора и упорного подшипника. Габариты и конструкция фундамента должны быть рассчитаны так, чтобы можно было избежать вредоносных деформаций.
Динамические воздействия от двигателя указаны в главе *Вибрации и шумы.*

15.1.1 Масляный танк системы

Масляный танк системы не должен заходить под редуктор, если применяется тип двигателя с сухим картером, и масляный танк располагается ниже фундамента двигателя. Точно так же танк не должен заходить под опорный подшипник в случае, если на свободном конце установлен механизм отбора мощности. Масляный танк должен располагаться симметрично в поперечном направлении под двигателем.

15.2 Фундамент редукционной передачи

У двигателя и редуктора должны быть общие фундаментные балки.

15.3 Фундаменты оборудования, приводимого от механизма отбора мощности на свободном конце

Фундамент оборудования с приводом от механизма отбора мощности должен быть объединен с фундаментом двигателя.

15.4 Жесткое крепление двигателя

Главные двигатели могут иметь жесткое крепление на фундамент на стальных, либо на резиновых колодках. Перед тем, как осуществить установку, верфь должна направить подробный план и расчеты по установке колодок в классификационную организацию и в компанию Wärtsilä для утверждения.
У двигателя имеется четыре стойки, составляющие одно целое с блоком двигателя. На каждой стойке есть по два отверстия Ø22 мм для нижних крепежных болтов M20 и резьбовое отверстие M16 для винтового домкрата. В верхней плите опорной поверхности отверстия Ø22 для нижних крепежных болтов можно просверлить через отверстия в опорах двигателя. Во избежание возникновения напряжения при изгибе на болтах и для обеспечения надежного крепления, поверхность контакта снизу верхней плиты опорной поверхности должна быть зенкована.

15.4.1 Нижние крепежные болты

Нижние крепежные болты представляют собой сквозные анкерные болты со стопорными гайками. Возможно использование самоконтрящихся гаек, но с самоконтрящимися (nyloc) гайками нельзя использовать болты, гальванизированные горячим способом. Два нижних крепежных болта являются призонными болтами, а остальные - (крепежными) болтами с допуском. Крепежные болты, в соответствии со стандартом DIN 931, должны быть болтами M20 8.8, либо эквивалентными им болтами. Оба призонных болта Ø23 H7/m6 располагаются в ближайшем к маховику положении по одному с каждой стороны двигателя. Призонные болты должны быть рассчитаны и установлены так, чтобы имелась достаточная направляющая длина в верхней плите опорной поверхности, что, при необходимости, достигается установкой рапорной втулки между верхней плитой опорной поверхности и нижней гайкой. Направляющая длина в верхней плите опорной поверхности должна равняться по меньшей мере диаметру болта.
Призонные болты должны быть изготовлены из высокопрочной стали, например, 42CrMo4 или подобной ей, и болт должен иметь уменьшенный диаметр в хвостовой части над направляющей частью, обеспечивающий надлежащее удлинение. Рекомендуемый диаметр корпуса для призонных болтов - 17 мм.
Максимальное допустимое растягивающее напряжение в болтах составляет 80% от предела текучести материала, а эквивалентное напряжение при затяжке не должно превышать 90% предела текучести.

Удлинение нижних крепежных болтов можно рассчитать по формуле:

$$\Delta L = 6.18 \times 10^{-6} \times F \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{D_i^2}$$

где:
ΔL = удлинение болта [мм]
F = сила растяжения в болте [N]
L_i = длина части болта с диаметром D_i [мм]
D_i = диаметр части болта с длиной L_i [мм]

15.4.2 Боковые опоры

Боковые опоры, как показано на *Рисунке 16.3 Колодки главных двигателей* (2V69A0238b) должны устанавливаться против блока двигателя. Если двигатель предполагается установить на резиновых колодках, опоры следует приварить к фундаменту прежде, чем производить отливку колодок. Клинья в опорах должны устанавливаться без зазора, когда двигатель прогрелся до нормальной рабочей температуры. Клинья закрепляются на месте сварными соединениями. Клинья опор должны иметь приемлемую поверхность прилегания к блоку двигателя.

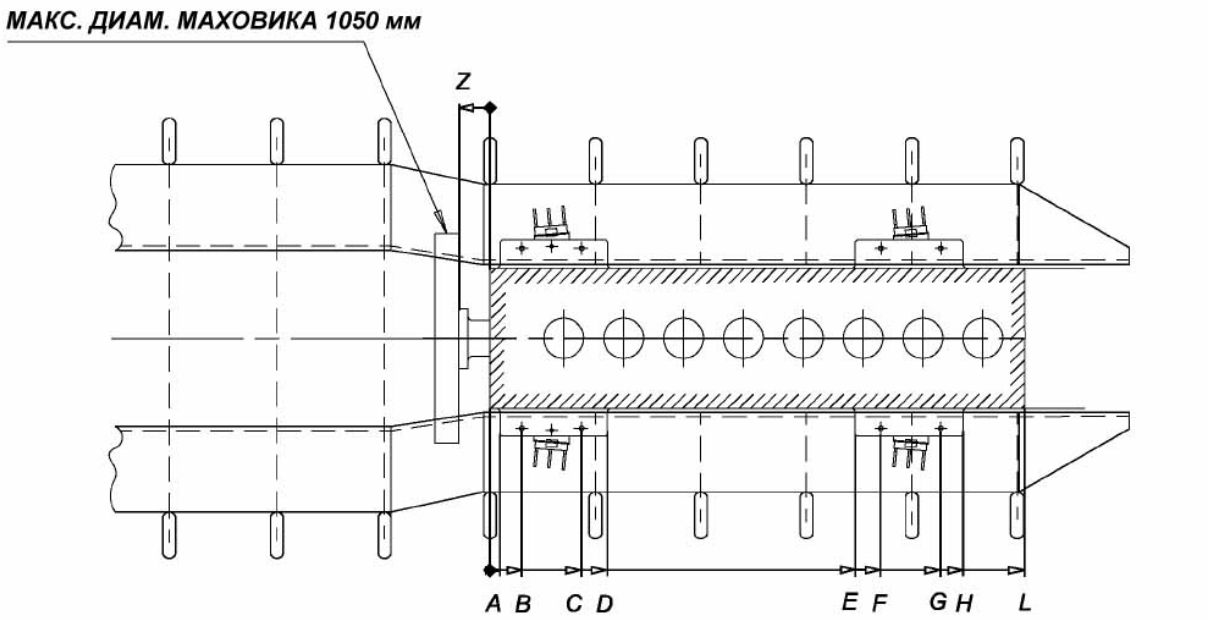
15.4.3 Стальные колодки

Верхние плиты фундамента двигателя обычно имеют наклон наружу относительно центровой линии двигателя. Наклон несущей поверхности должен составлять 1/100. Верхняя плита опорной поверхности должна быть сконструирована так, чтобы клиновидные стальные колодки можно было легко вставить на их места. Несущая поверхность опорной поверхности верхней плиты должна быть механически обработана до получения по крайней мере 75%-ной поверхности контакта.
Размер колодок должен составлять приблизительно 115 x 170 мм в месте расположения призонных болтов (2 детали) и приблизительно 115 x 190 мм в месте расположения крепежных болтов (6 деталей). Конструкция их должна быть такова, чтобы колодки можно было снять, когда боковые опоры привариваются к фундаменту, и двигатель поддерживают винтовые домкраты. У колодок должен быть наклон в 1:100 (внутрь относительно центровой линии двигателя). Вырез в колодках для крепежных болтов должен составлять 24 - 26 мм (болты M20), а отверстие в колодках для призонных болтов необходимо просверлить и развернуть до нужного размера (ø23 H7), когда осуществляется окончательная центровка двигателя с редуктором. Предпочтительно, чтобы колодки были изготовлены из стали, но допустимы также колодки из чугуна.
Нижние крепежные болты M20 должны быть затянуты до 430 Nm (слегка смазаны маслом); для болтов с допуском приемлем класс 8.8, а для призонных болтов сопротивление растяжению должно составлять по меньшей мере 640 N/мм^2 и минимальный диаметр корпуса - 17 мм. В случае, если используется смазочное вещество с низким коэффициентом трения, как, например, MoS2, необходимо выверить максимально допустимую величину затяжки.

15.4.4 Резиновые колодки

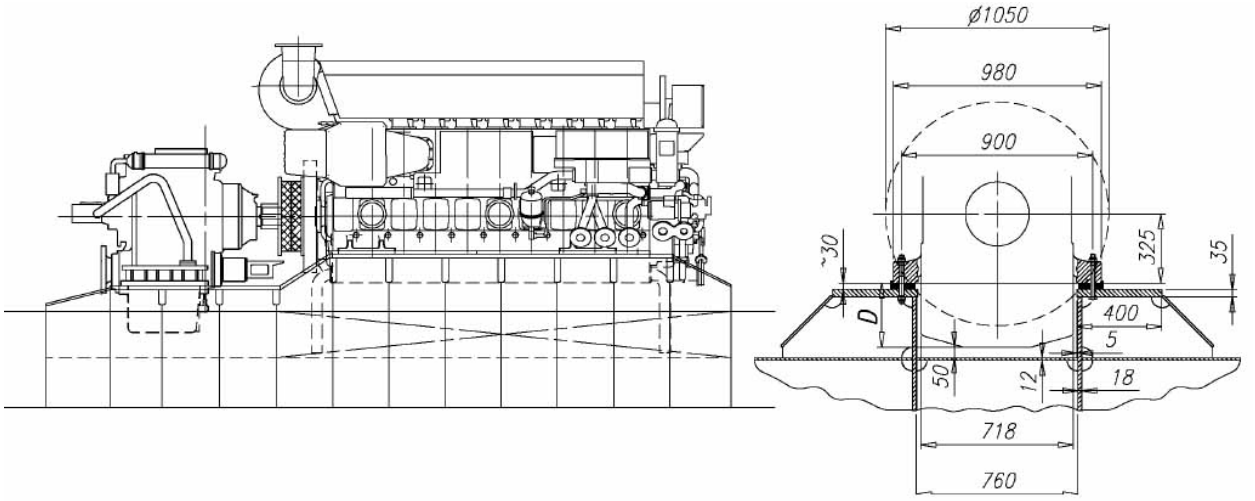
Когда используются резиновые колодки, верхние плиты фундамента двигателя могут быть горизонтальными.
Установка двигателя на резиновых колодках возможна, при условии выполнения требований классификационных организаций. При нормальных условиях максимальная температура несущей поверхности опоры двигателя составляет около 75°C, что следует принимать во внимание при выборе типа резины.
Размер резиновых колодок должен составлять 105 x 540 мм. Максимальное давление на поверхность резины не должно превышать максимального значения, определенного для данного типа резины и установленного требованиями классификационной организации. Рекомендуется выбрать тип резины, утвержденный соответствующей классификационной организацией для максимального давления на поверхность в 5 N/мм^2. (Типовое установившееся значение - p_{tot} 3.5 N/мм^2).
Для указанного диаметра болта допустимое растягивающее усилие на болт ограничивается либо пределом прочности материала болта, либо максимально допустимым давлением на поверхность резины. Для колодок размером 105 x 540 мм, для крепежных болтов M20 класса 8.8 и призонных болтов с сопротивлением растяжению по крайней мере в 640 N/мм^2 и минимальным диаметром корпуса в 17 мм величины затяжки (при легком смазывании маслом) составляют:
* При максимальном давлении на поверхность < 3.5 N/мм^2 => 300 Nm
* При максимальном давлении на поверхность около. 4.5 N/мм^2 => 400 Nm

Рис. 15.1 Опорная поверхность главного двигателя, вид сверху (DAAE017514a)



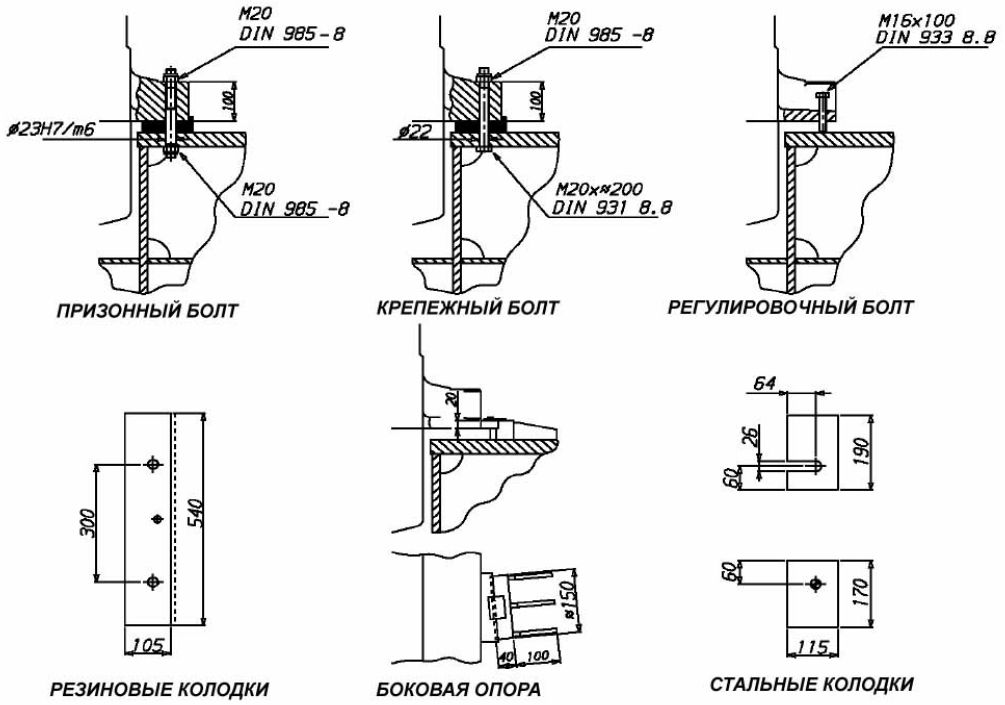
Тип двигателя	A [мм]	B [мм]	C [мм]	D [мм]	E [мм]	F [мм]	G [мм]	H [мм]	L [мм]	Z [мм]
4L20	50	160	460	590	930	1060	1360	1470	1480	155
6L20	50	160	460	590	1530	1660	1960	2070	2080	155
8L20	50	160	460	590	1830	1960	2260	2370	2380	155
9L20	50	160	460	590	2130	2260	2560	2670	2680	155

Рис. 15.2 Опорная поверхность главного двигателя, вид сбоку и с торца (DAAE017514a)



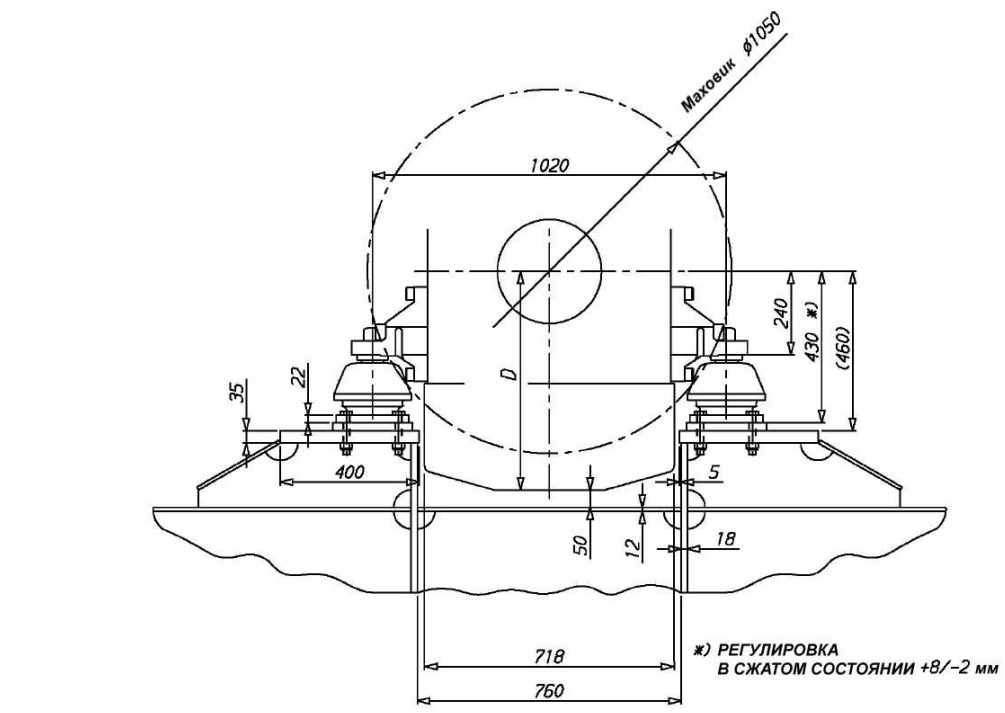
Тип двигателя	(D) Глубокий картер [мм]	(D) Мокрый картер [мм]	(D) Сухой картер [мм]
4L20	-	400	-
6, 8, 9L20	500	300	300

Рисунок 15.3 Колодки главных двигателей (2V69A0238b)



15.5 Упругое крепление двигателя

Рисунок 15.4 Упругое крепление (DAAE003263)



Тип двигателя	(D) Глубокий картер [мм]	(D) Мокрый картер [мм]	(D) Сухой картер [мм]
4L20	-	725	-
6, 8, 9L20	825	625	625

Чтобы уменьшить вибрации и шумы, возникающие от установки, основные двигатели можно монтировать с упругим креплением на резиновых опорах. Передача усилий, излучаемых двигателем, установленным на упругом креплении, составляет 10-20% в сравнении с двигателем на жестком креплении.
Для двигателей на упругом креплении допустимый диапазон частот вращения обычно составляет 750-1000 об/мин.
Для обычного монтажа используются конические резиновые опоры, и в этом случае для них не требуется дополнительных амортизаторов. Для более широких диапазонов частоты вращения (например, установок с ВФШ) может потребоваться другая схема монтажа.
Для двигателей с 4 цилиндрами монтаж на упругом креплении не допускается.

15.6 Монтаж дизель-генераторов

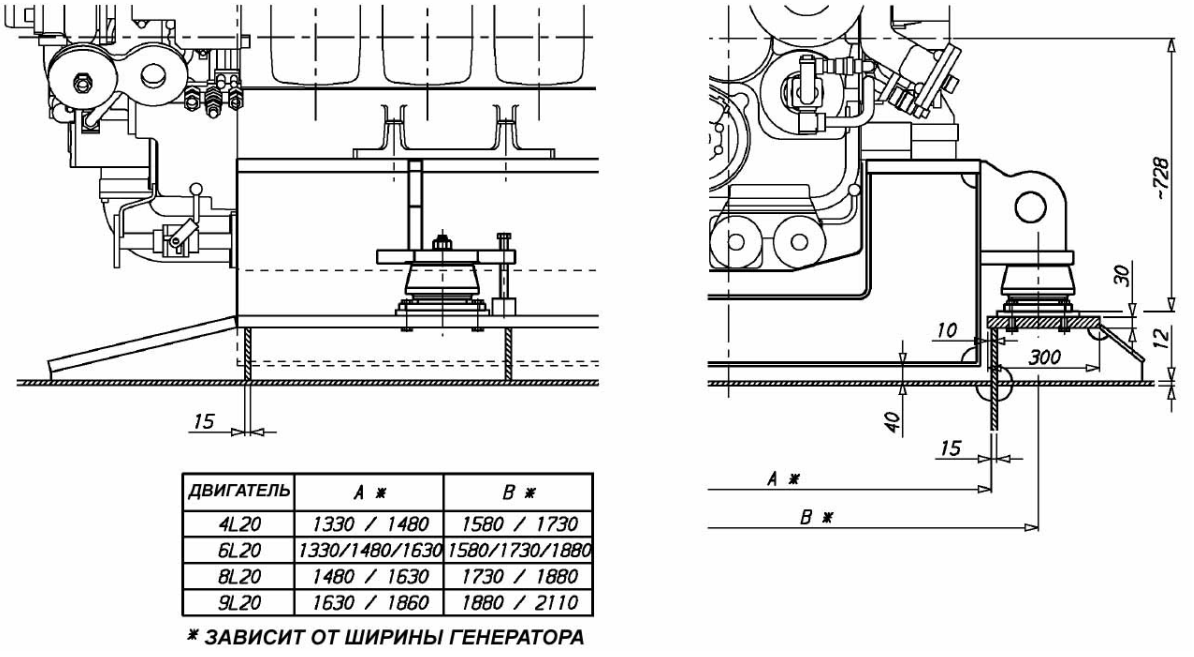
Дизель-генераторы, состоящие из двигателя и генератора, монтированных на общей опорной плите, устанавливаются на упругих опорах на фундаменте в судне.
Упругие опоры снижают возникающие от установки шумы, передающиеся судну, а также предохраняют подшипники дизель-генератора от возможного коррозионного истирания в результате вибрации корпуса судна.
Количество опор и их расположение рассчитываются так, чтобы не возникало резонанса с возбуждениями от двигателя дизель-генераторной установки, главного двигателя и гребного винта.

Примечание! Чтобы избежать наведенных колебаний дизель-генератора, верфь на этапе проектирования установки должна послать компании Wärtsilä следующие данные:
• Частоту вращения главного двигателя [об/мин.] и количество цилиндров
• Частоту вращения вала гребного винта [об/мин.] и количество лопастей гребного винта
Выбранное количество опор и их окончательное расположение показаны на чертеже дизель-генератора

15.6.1 Опорная поверхность

Опорная поверхность для общей опорной плиты должна быть достаточно жесткой для того, чтобы выдерживать вес дизель-генератора. На рисунке ниже показана рекомендуемая конструкция опорной поверхности.

Рис. 15.5 Рекомендуемая конструкция опорной поверхности дизель-генератора (3V46L0720d)



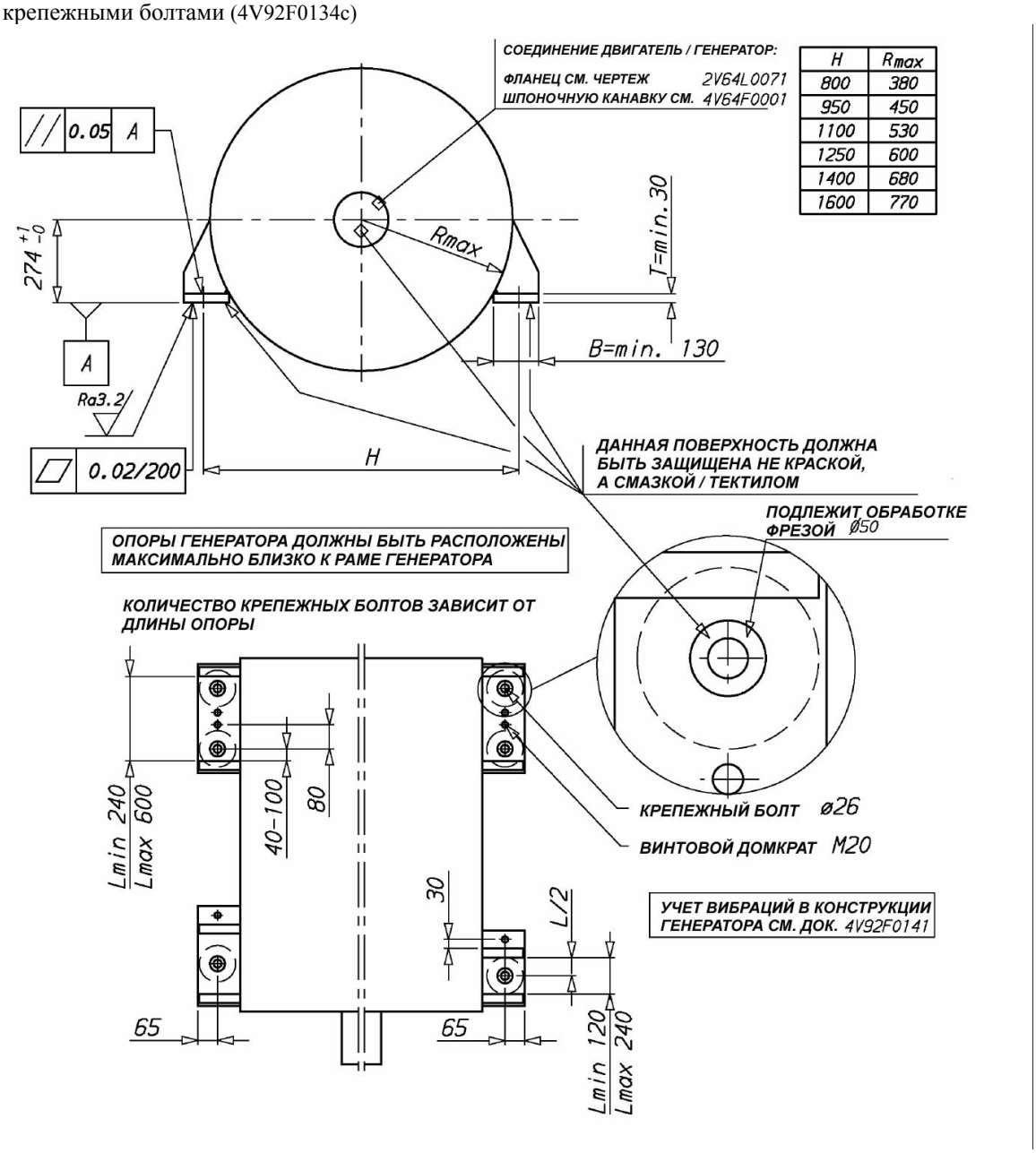
ДВИГАТЕЛЬ	A *	B *
4L20	1330 / 1480	1580 / 1730
6L20	1330/1480/1630	1580/1730/1880
8L20	1480 / 1630	1730 / 1880
9L20	1630 / 1860	1880 / 2110

* ЗАВИСИТ ОТ ШИРИНЫ ГЕНЕРАТОРА

Если дизель-генератор устанавливается непосредственно на палубу или поверх танка, допускается альтернативная конструкция, показанная на чертеже 4V46L0296.
Поперечное расстояние между опорами колеблется от 1340 мм до 1640 мм, в зависимости от количества цилиндров у двигателя и от типа генератора.

15.6.2 Конструкция стоек генератора

Рис. 15.6 Инструкции по разработке конструкции стоек генератора и расстояние между их нижними крепежными болтами (4V92F0134c)

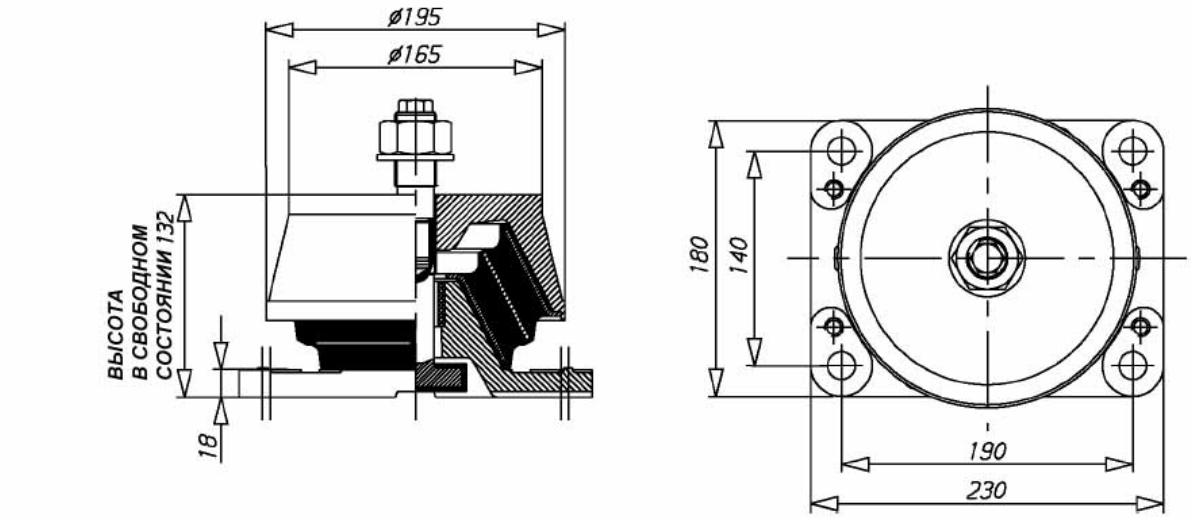


15.6.3 Резиновые опоры

Дизель-генератор монтируется на конических упругих опорах, сконструированных так, чтобы они могли выдерживать как сжатие, так и поперечные нагрузки. Опоры дополнительно снабжены внутренним амортизатором, который ограничивает движения дизель-генератора, вызываемые ходом судна. Следовательно, никаких боковых или концевых амортизаторов не требуется.
Резина опор представляет собой натуральный каучук, и его следует предохранять от попадания масла, маслянистой воды и топлива.

Когда дизель-генератор находится на опорах, опоры должны нагружаться равномерно. Максимально допустимая разница в сжатии разных опор составляет 2,0 мм. При необходимости следует воспользоваться клиньями или регулировочными шайбами, чтобы компенсировать локальные допуски. Под каждой опорой можно использовать только по одной регулировочной шайбе.
При использовании конических опор передача усилий, излучаемых двигателем, составляет 10-20%.

Рис. 15.7 Резиновые опоры (3V46L0706a)



Тип резины	Твердость	Допустимая нагрузка
RD 314	45	2600 кг
RD 314	50	3200 кг
RD 314	55	3700 кг
RD 314	60	4300 кг
RD 314	65	4900 кг
RD 315	45	1400 кг
RD 315	50	1900 кг
RD 315	55	2300 кг
RD 315	60	2700 кг
RD 315	65	3100 кг

15.7 Гибкие соединения труб

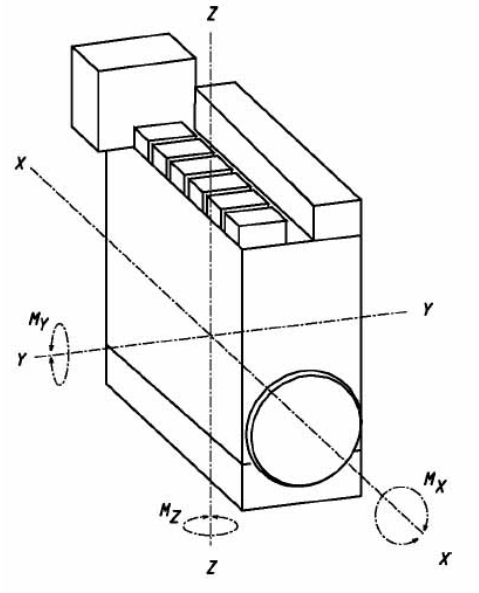
Если двигатель или дизель-генератор установлен на упругом креплении, все соединения должны быть гибкими, и на дизель-генератор нельзя прикреплять ограждений или лестниц. При установке гибких соединений труб следует избегать лишних изгибов и растяжений. Внешняя труба должна быть с точностью центрована с фитингом или фланцем на двигателе. Очень важно, чтобы трубные зажимы для трубы, находящейся с наружной стороны гибкого соединения, обязательно были очень жесткими, и чтобы они были приварены к стальной конструкции фундамента для защиты от вибраций, которые могут повредить гибкое соединение.

16. Вибрации и шумы

16.1 Общие сведения

Динамические силы и моменты, вызванные двигателем, указаны в таблице. В силу допусков, принятых производителем, могут быть некоторые отклонения от указанных данных.

Рис. 16.1 Система координат по внешним крутильным колебаниям (1V93C0029)



16.2 Внешние силы и динамические пары

Таблица 16.1 Внешние силы

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	Fz [kN]
4L20	900 1000	60 66.7	1.1 1.4
8L20	900 1000	60 66.7	2.2 2.7

F_Z = 0, F_Y = 0 и F_X = 0 для 6- и 9-цилиндровых двигателей

Таблица 16.2 Внешние динамические пары

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	MY [kNm]	MZ [kNm]
9L20	900 - 1000 -	15 30 16.7 33.3	7 4.8 8.6 5.9	7 — 8.6 —

M_Z = 0, M_Y = 0 для 4-, 6- и 8-цилиндровых двигателей

Таблица 16.3 Момент бортовой качки

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]
4L20	900 1000	30 33.3	4.8 1.5	10 13	60 66.7	7.4 7.4	1.4 1.3

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]
6L20	900 1000	45 50	9.8 7.8	4.7 6.8	90 100	4.7 4.7	1.3 1.3
8L20	900 1000	60 66.7	15 15	2.8 2.6	120 133.3	2.2 2.2	0.7 0.7
9L20	900 1000	67.5 75	14 14	3.6 3.6	135 150	1.6 1.6	0.5 0.5

16.3 Суммарный момент инерции

Суммарные моменты инерции пропульсивных двигателей (включая маховик, внешнюю часть муфты и демпфер) обычно следующие:

Двигатель	J[кгм²]
90 – 120	4L20
90 – 150	6L20
110 – 160	8L20
100 – 170	9L20

16.4 Воздушные шумы

Воздушные шумы двигателя измеряются как уровень мощности звука в соответствии со стандартом ISO 9614-2. Результаты измерений представляются в октавных диапазонах (A-weighing), опорный уровень 1 pW. Дается два значения: минимальное значение и значение 90%. Минимальное значение это мимнмальная мощность звука, выявленная при измерениях. Величина 90% означает, что в 90% измерений полученные измерения были ниже данной величины.

Рис. 16.2 Уровни мощности звука



17. Передача мощности

17.1 Упругая муфта

Передача мощности в пропульсивных установках производится с помощью упругой муфты или с помощью комбинированной упругой муфты и муфты сцепления, установленной на маховике. Коленвал оборудован дополнительным защитным подшипником со стороны маховика. Поэтому даже достаточно тяжелая муфта может быть установлена на маховик без промежуточных подшипников.

Тип упругой муфты выбирается каждый раз индивидуально на основании вычислений крутильных вибраций.

В случае на установке используется генератор с одним подшипником, необходимо устанавливать между генератором и двигателем упругую муфту.

17.1.1 Подсоединение к генератору

Рис. 17.1 Подсоединение двигателя к генератору с одним подшипником (2V64L0071)

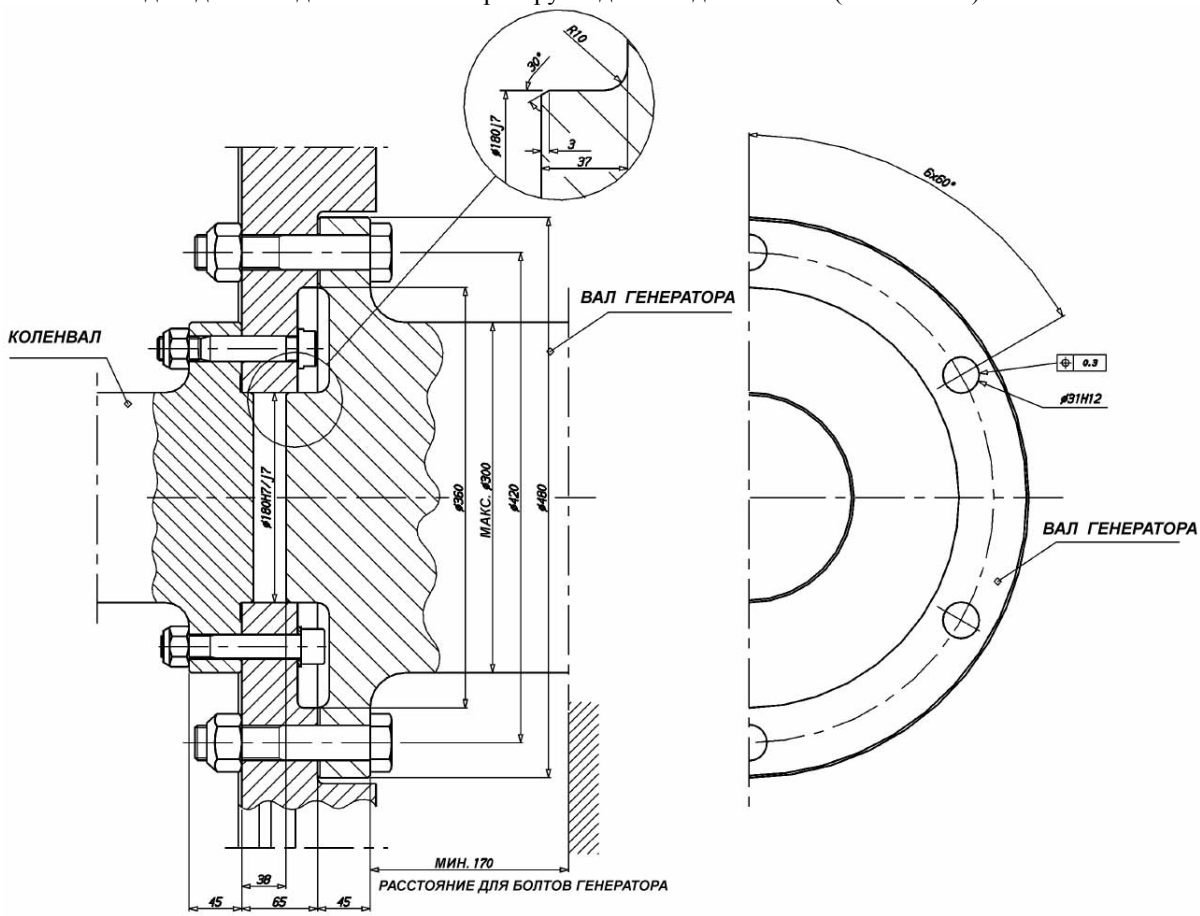


Рис. 17.2 Подсоединение двигателя к генератору с двумя подшипниками (4V64F0001a)

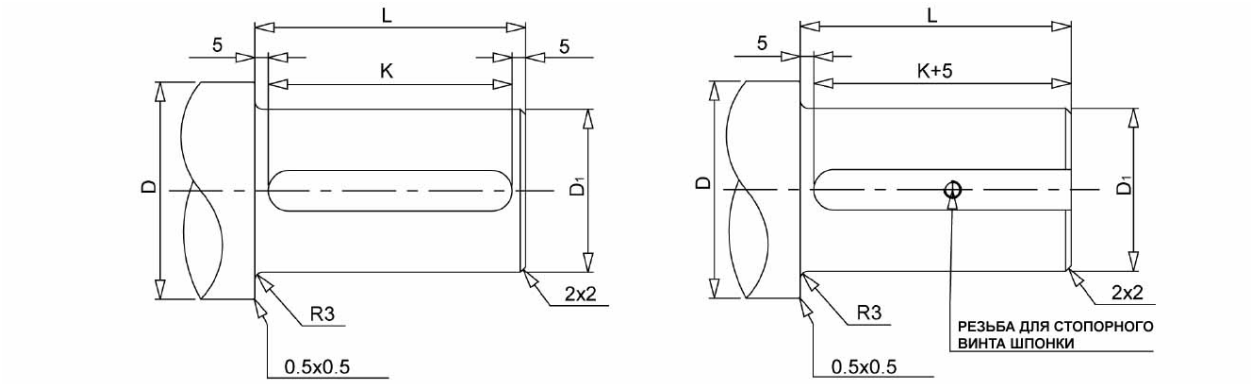


Таблица 17.1

Двигатель	D_1	L	K	мин. D
4L20	120	150	140	130
6L20	150	190	180	160
8L20	150	190	180	160
9L20	150	190	180	160

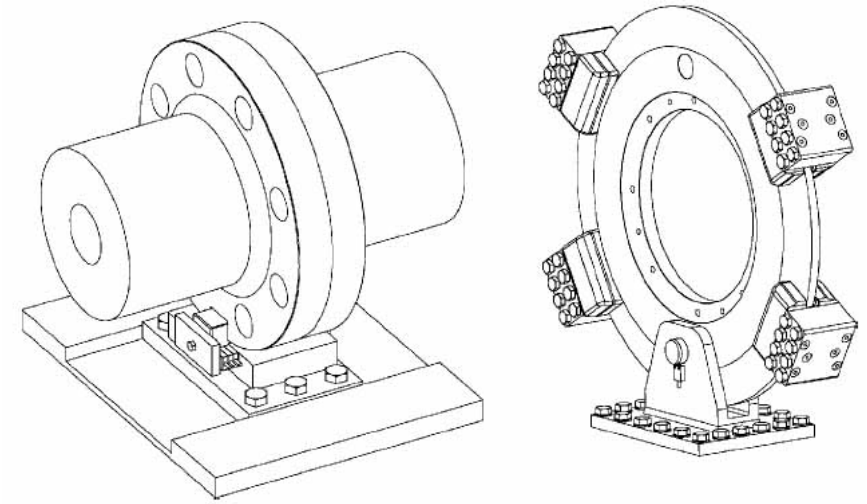
17.2 Муфта сцепления

Во многих установках вал гребного винта может быть отключен от двигателя с помощью муфты. Рекомендуется использовать многопластинчатые гидравлические муфты, встроенные в редуктор. Муфта требуется, если два или более двигателей подключены к одному и тому же приводному оборудованию, такому как редуктор.
Для обеспечения возможности техобслуживания остановленного двигателя муфты должны быть установлены на суднах со сдвоенным гребным винтом, которые могут работать на одном валу гребного винта.

17.3 Устройство блокировки вала

Для обеспечения возможности техобслуживания остановленного двигателя муфты должны быть установлены на суднах со сдвоенным гребным винтом, которые могут работать на одном валу гребного винта. Устройство блокировки вала также должно быть установлено, чтобы закреплять гребной вал в жестком положении во избежание флюгирования винта. Это необходимо для того, что даже разомкнутая гидравлическая муфта может передавать некоторый крутящий момент. Флюгирование винта при низкой частоте вращения гребного винта (<10 об/мин) может привести к недостаточной смазке и вызвать чрезмерный износ подшипников.
В качестве устройства блокировки можно использовать специальную крепежную скобу с шплинтом, или проще использовать тормозные диски с клещевым тормозом. В обоих случаях необходимо обеспечить жесткое и надежное крепление опоры к конструкции судна.

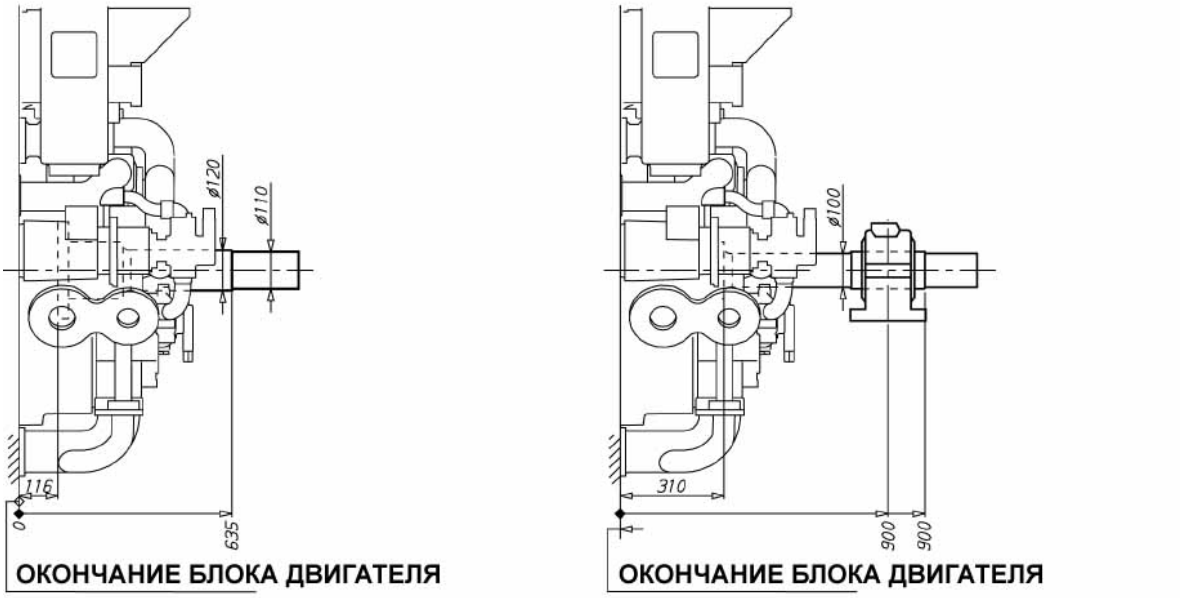
Рис. 17.3 Устройство блокировки вала и тормозной диск с зажимами



17.4 Отбор мощности со свободной стороны двигателя

Возможно подсоединение вала со свободной стороны двигателя для отбора мощности. Если требуется, то весь отбор мощности производится с вала отбора мощности.

Рис. 17.4 Варианты отбора мощности



17.5 Исходные данные по вычислению крутильных колебаний

Вычисление крутильных колебаний производится индивидуально для каждой установки. Для этого требуются точные данные по всем компонентам, включенным в систему гребного вала. См перечень ниже.

Установка

- Классификация
- Ледовый класс
- Рабочие режимы

Редуктор

Суммарная кривая по упругости со следующими показателями:

• Все возможности подключения муфты сцепления

- Направление вращения всех валов
- Размеры всех валов
- Суммарный момент инерции всех вращающихся частей, включая валы и фланцы
- Устойчивость к крутильным колебаниям валов между вращающимися массами
- Материал валов, включая предел прочности на разрыв и модуль сдвига
- Передаточное число редуктора
- Номер чертежа, на котором изображена кривая

Гребной винт и валолинии
Суммарная кривая по упругости или чертеж линии валов гребного винта со следующими показателями:

- Суммарный момент инерции всех вращающихся частей, включая коробку OD, муфты SKF и вращающиеся детали подшипников
- Суммарный момент инерции гребного винта при полном/нулевом шаге в воде
- Устойчивость к крутильным колебаниям или размеры вала
- Материал вала, включая предел прочности на разрыв и модуль сдвига
- Номер чертежа, на котором изображена кривая или номера чертежей

Главный генератор или валогенератор
Суммарная кривая по упругости или чертеж вала генератора со следующими показателями:

- Выходная мощность, частота и направление вращения генератора
- Суммарный момент инерции всех вращающихся частей или суммарный момент инерции ротора, включая вал
- Устойчивость к крутильным колебаниям или размеры вала
- Материал вала, включая предел прочности на разрыв и модуль сдвига
- Номер чертежа, на котором изображена кривая или номер чертежа

Упругая муфта/муфта сцепления
Если используется упругая муфта конкретного исполнения, необходимо предоставить следующую информацию:

- Суммарный момент инерции всех частей муфты
- Количество упругих элементов
- Линейная, прогрессивная и дегрессивная устойчивость к крутильным колебаниям на каждом элементе
- Динамическое усиление или относительное затухание
- Номинальный крутильный момент, допустимый вибрационный крутильный момент и домустимые потери мощности
- Чертеж муфты, показывающий исполнение, тип и номер чертежа

Рабочие параметры

- Рабочий профиль (распределение нагрузки по времени)
- Частота вращения при зацеплении
- Распределение мощности между различными потребителями
- Характеристическая кривая зависимости частоты вращения и нагрузки

17.6 Валоповоротная шестерня

Двигатель можно проворачивать ручным храповиком после зацепления шестерни и зубчатого венца маховика.
Храповик поставляется вместе с двигателем.

18. Конструкция машинного отделения

18.1 Расстояния между коленвалами

Минимальное расстояние между коленвалами должно быть таким. Чтобы между двигателями было достаточное пространство для экстплуатации и техобслуживания.

Рис. 18.1 Минимальное расстояние между коленвалами, главный двигатель (DAAE006291)

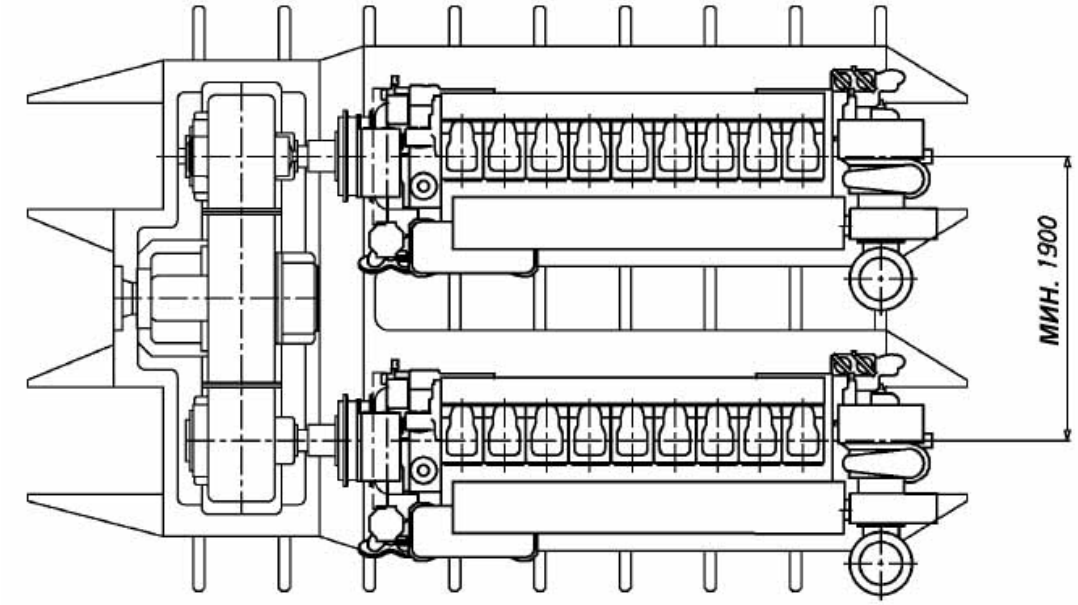
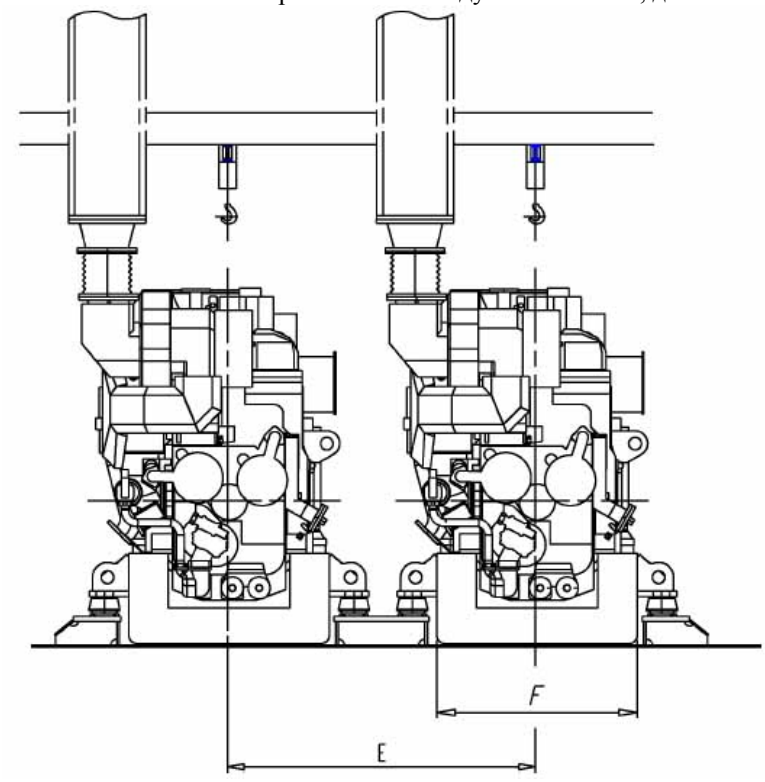


Рис. 18.2 Минимальное расстояние между коленвалами, дизель-генераторы (DAAE007434a)



	E	F
4L20	1970 / 2020	1270 / 1420
6L20	1970 / 2020	1270 / 1420
8L20	2020	1420
9L20	2020	1420

E = Минимальное расстояние между двигателями в зависимости от общей фундаментной плиты
F = Ширина общей фундаментной плиты в зависимости от ширины генератора

18.2 Пространство для техобслуживания

18.2.1 Рабочее пространство

Необходимое рабочее пространство вокруг двигателя определяется, в основном, пространством, необходимом для демонтажа узлов двигателя, а также требованиями, предъявляемыми при использовании некоторых специальных инструментов. Особенно важно, чтобы рядом с приводимыми двигателем насосами или техническими дверцами для обслуживания распредвала или картера не находились никакие конструкции, препятствующие доступу.
Однако, даже в тех местах, где не требуется пространство для демонтажа деталей двигателя, рекомендуется зарезервировать минимум 1000 мм свободного пространства вокруг двигателя для проведения работ по обслуживанию.

18.2.2 Подъемное оборудование

Для эффективной и безопасной работы очень важно, чтобы подъемное оборудование было соответствующим условиям работы, было соответствующего размера и правильно установлено.
Требуемая высота машинного отделения зависит от зарезервированного пространства для подъемного оборудования, а также от организации пространства для подъема и транспортировки. Минимальная высота машинного отделения достигается, если в машинном отделении достаточное поперечное и продольное пространство, т.е. нет необходимости перемещать узлы через защитный кожух или крышки коромысла.
Для капитального ремонта ГТН необходимо предусмотреть отдельное подъемное оборудование (если только не используется мостовой кран, подходящий для подъема ГТН). Обычно подъем ГТН лучше осуществлять с помощью цепного палиспаста на балке, установленной сверху ГТН по его оси.
Высоту крюков см. Раздел *Основные данные и показатели*.

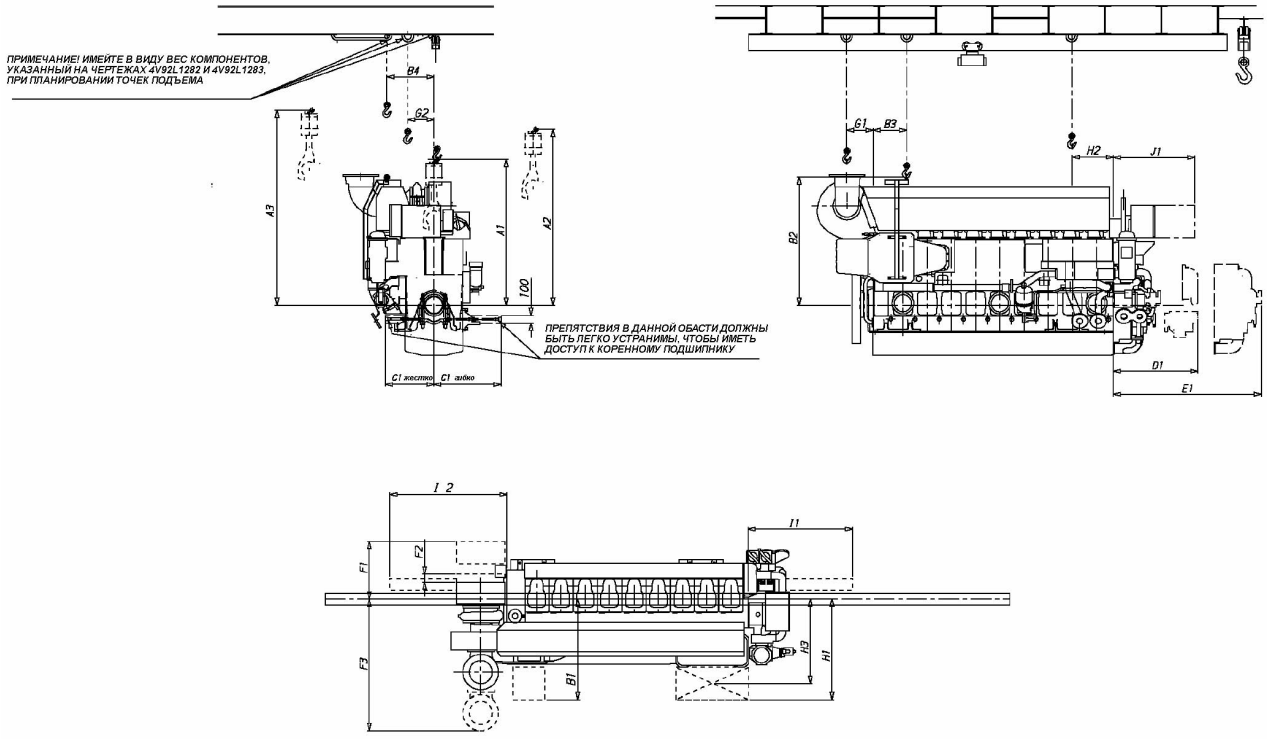
18.3 Использование запасных деталей и инструментов

Для узлов больших размеров должна производиться транспортировка из машинного отделения на склад или в мастерские. Это может производиться с помощью цепного палиспаста на балке или с помощью поддона или вагонетки. Если транспортировка производится с помощью нескольких подъемников, то области покрытия соседних подъемников должны быть максимально приближены друг к другу.
Эксплуатационный люк в машинном отделении должен быть достаточно большим, чтобы возможно было перемещать основные узлы из отделения и в него.
Рекомендуется хранить тяжелые компоненты двигателя на некотором возвышении на эластичной поверхности, например, на деревянных поддонах. Все детали двигателя должны быть защищены от коррозии и излишней вибрации.
На установках с одним главным двигателем необходимо хранить тяжелые узлы рядом с двигателем, чтобы возможно было быстро осуществить ремонт в аварийных ситуациях..

18.4 Пространство для размещения демонтируемого оборудования

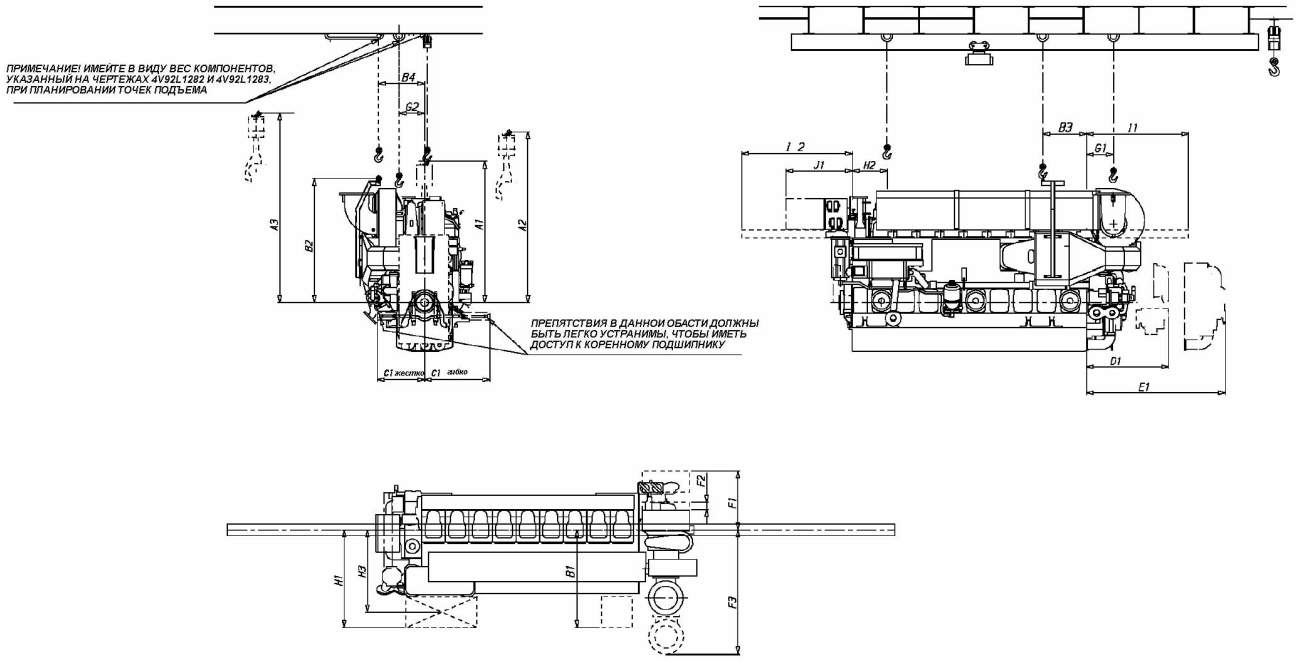
При капитальном ремонте требуется некоторое пространство на для очистки и размещения демонтированных компонентов. Размер данного пространства для техобслуживания зависит от стратегии ремонта, т.е. производится ли ремонт одного цилиндра, всего ряда цилиндров или всего двигателя сразу.
Пространство для техобслуживания должно быть плоским, стальным и рассчитанным под вес деталей двигателя.

Рис. 18.3 Пространство для техобслуживания двигателя W20 с ГТН со стороны привода (1V69C0301a)



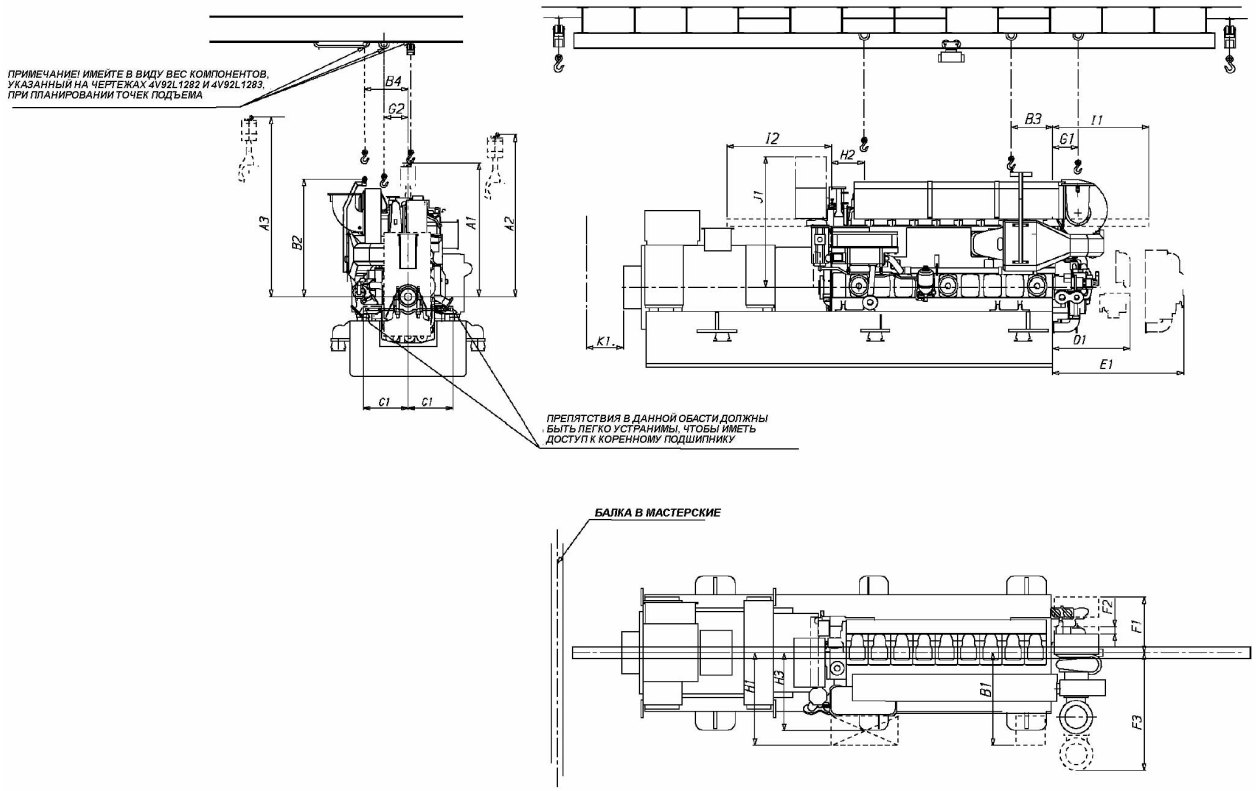
Двигатель		**6L20**	**8L20**	**9L20**
A1	Высота для капремонта поршня и шатуна	1800		
A2	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающих крышках головки цилиндра	2300		
A3	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающем выхлопном изоляционном боксе	2300	2400	2400
B1	Ширина пространства для демонтажа холодильника наддувного воздуха и бокса впуска воздуха сбоку при помощи подъемного устройства	1200		
B2	Высота подъемного рыма подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	1580		
B3	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	390		
B4	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	590		
C1	Снятие бокового винта коренного подшипника, упругий/жесткий монтаж	800 / 560		
D1	Расстояние, необходимое для демонтажа масляного и водяного насосов	635		
E1	Расстояние, необходимое для демонтажа крышки насоса с монтированными насосами	С устройством отбора мощности: длина + 515 мм Без устройства отбора мощности: 650 мм		
F1	Рекомендуемый осевой зазор для демонтажа и монтажа глушителей. Минимальный осевой зазор 100 мм (F2)	650	710	710
F3	Рекомендуемое расстояние для демонтажа коленчатого патрубка газового выпускного отверстия	990	1170	1170
G1	Рекомендуемая точка подъема для ГТН	300		
G2	Рекомендуемая точка подъема сбоку для ГТН	345		
H1	Ширина пространства для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1250		
H2	Рекомендуемая точка подъема для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	445		
H3	Рекомендуемая точка подъема сбоку для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1045		
I1	Расстояние при капремонте распредвала (свободный конец)	1000	1300	1300
I2	Расстояние при капремонте распредвала (сторона маховика)	1000	1300	1300
J1	Пространство, необходимое для доступа к соединительной коробке	1010		

Рис. 18.4 Пространство для техобслуживания двигателя W20 с ГТН со свободной стороны (1V69C0302a)



Двигатель		4L20	6L20	8L20	9L20
A1	Высота для капремонта поршня и шатуна	1800			
A2	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающих крышках головки цилиндра	2300			
A3	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающем выхлопном изоляционном боксе	2230	2300	2400	2400
B1	Ширина пространства для демонтажа холодильника наддувного воздуха и бокса впуска воздуха сбоку при помощи подъемного устройства	1200			
B2	Высота подъемного рыма подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	1580			
B3	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	260	550	550	550
B4	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	560			
C1	Снятие бокового винта коренного подшипника, упругий/жесткий монтаж	800 / 560			
D1	Расстояние, необходимое для демонтажа масляного и водяного насосов	635			
E1	Расстояние, необходимое для демонтажа крышки насоса с монтированными насосами	С устройством отбора мощности: длина + 515 мм Без устройства отбора мощности: 650 мм			
F1	Рекомендуемый осевой зазор для демонтажа и монтажа глушителей. Минимальный осевой зазор 100 мм (F2)	590	650	750	750
F3	Рекомендуемое расстояние для демонтажа коленчатого патрубка газового выпускного отверстия	890	990	1120	1120
G1	Рекомендуемая точка подъема для ГТН	350			
G2	Рекомендуемая точка подъема сбоку для ГТН	320			
H1	Ширина пространства для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1250			
H2	Рекомендуемая точка подъема для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	445			
H3	Рекомендуемая точка подъема сбоку для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1045			
I1	Расстояние при капремонте распредвала (свободный конец)	700	1000	1300	1300
I2	Расстояние при капремонте распредвала (сторона маховика)	700	1000	1300	1300
J1	Пространство, необходимое для доступа к соединительной коробке	845			

Рис. 18.5 Пространство для техобслуживания двигателя W20, дизель-генератор (DAAE006367)



Двигатель		4L20	6L20	8L20	9L20
A1	Высота для капремонта поршня и шатуна	1800			
A2	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающих крышках головки цилиндра	2300			
A3	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающем выхлопном изоляционном боксе	2230	2300	2400	2400
B1	Ширина пространства для демонтажа холодильника наддувного воздуха и бокса впуска воздуха сбоку при помощи подъемного устройства	1200			
B2	Высота подъемного рыма подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	1580			
B3	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	260	550	550	550
B4	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	560			
C1	Снятие бокового винта коренного подшипника	560			
D1	Расстояние, необходимое для демонтажа масляного и водяного насосов	635			
E1	Расстояние, необходимое для демонтажа крышки насоса с монтированными насосами	650			
F1	Рекомендуемый осевой зазор для демонтажа и монтажа глушителей. Минимальный осевой зазор 100 мм (F2)	590	650	750	750
F3	Рекомендуемое расстояние для демонтажа коленчатого патрубка газового выпускного отверстия	890	990	1120	1120
G1	Рекомендуемая точка подъема для ГТН	350			
G2	Рекомендуемая точка подъема сбоку для ГТН	320			
H1	Ширина пространства для демонтажа модуля смазочного масла	1250 мм (и/или пластинчатый холодильник)			
H2	Рекомендуемая точка подъема для демонтажа модуля смазочного масла	445 мм (и/или пластинчатый холодильник)			
H3	Рекомендуемая точка подъема сбоку для демонтажа модуля смазочного масла	1045 мм (и/или пластинчатый холодильник)			
I1	Расстояние при капремонте распредвала (свободный конец)	700	1000	1300	1300
I2	Расстояние при капремонте распредвала (сторона маховика)	700	1000	1300	1300
J1	Пространство, необходимое для доступа к соединительной коробке	1762			
K1	Необходимое пространтво для дослуживания генератора	500			

19. Транспортировка: размеры и вес

19.1 Подъем двигателей

Рис. 19.1 Подъем дизель-генераторов (3V83D0300c)

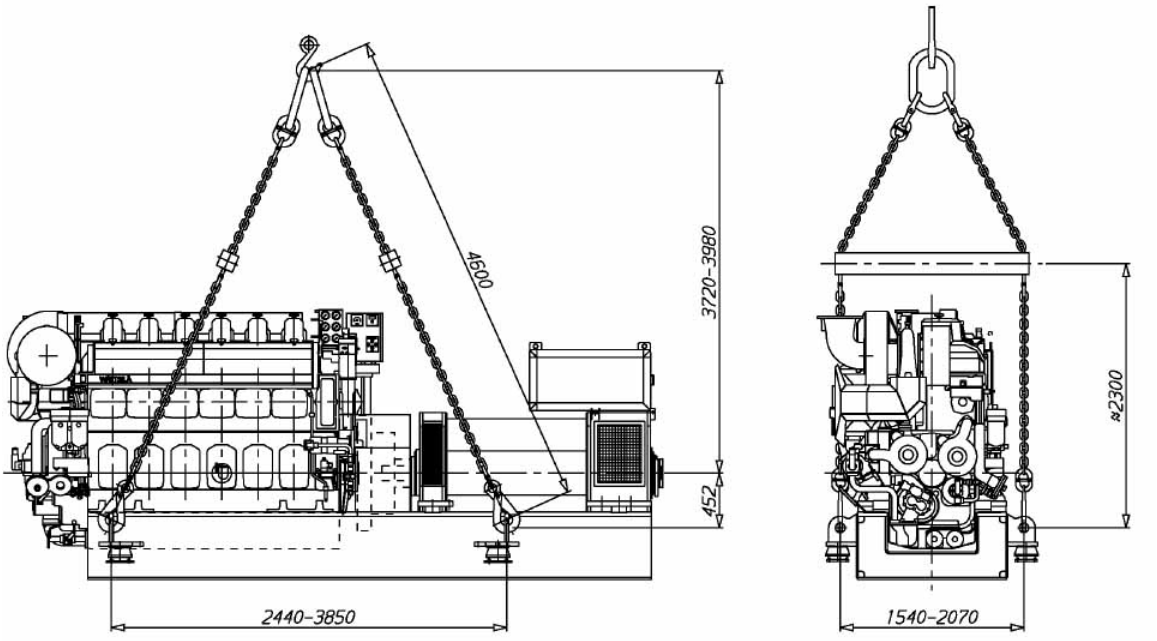
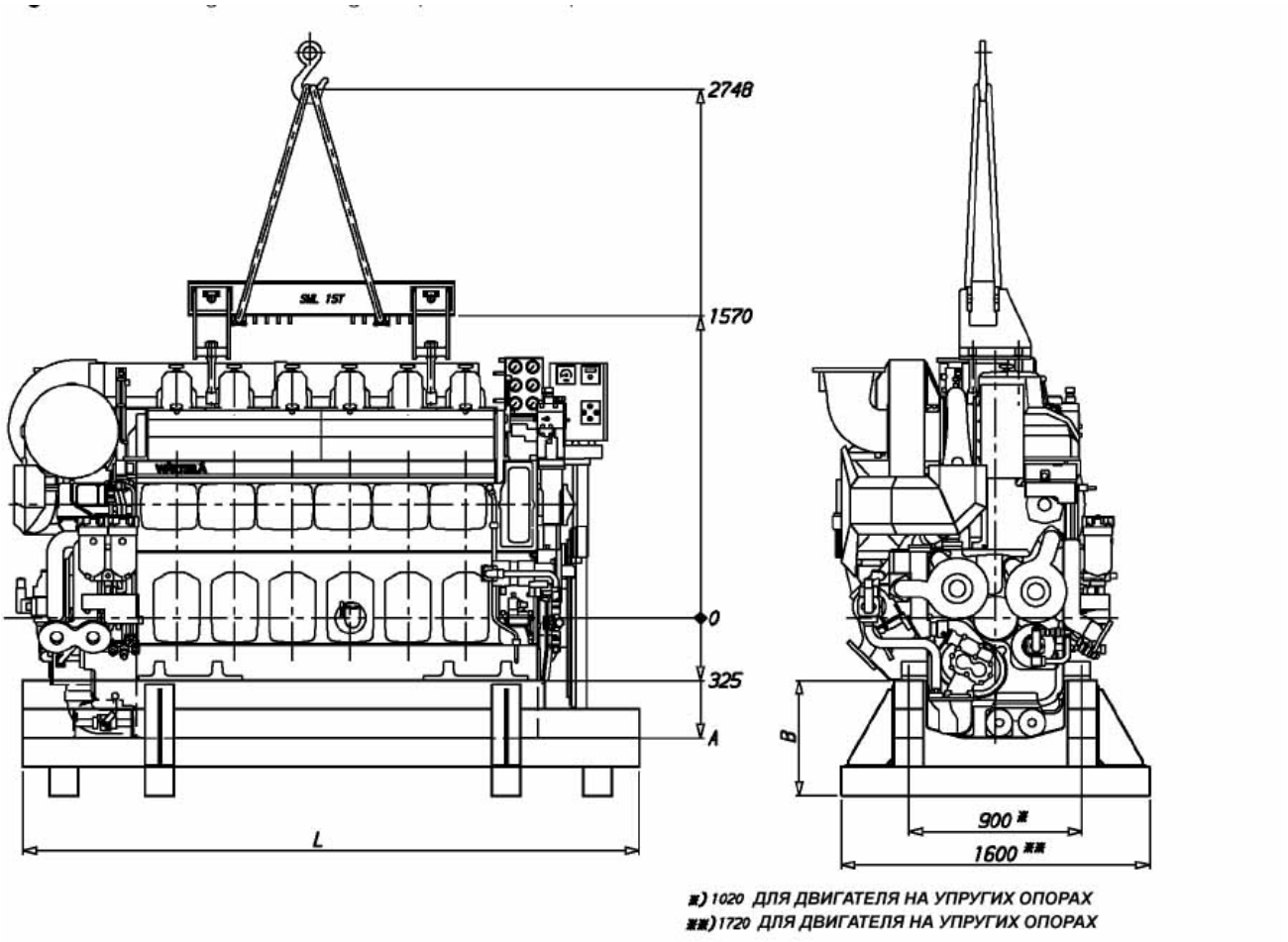


Рис. 19.2 Подъем главных двигателей (3V83D0285c)

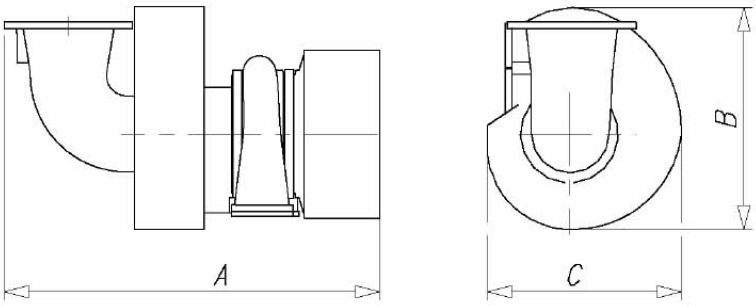


Тип двигателя	L	Сухой картер A	Мокрый картер A	Сухой картер B	Мокрый картер B
4L20	2600	725	725	600	600
6L20	3200	624	824	600	675
8L20	3500	624	824	600	675
9L20	4100	624	824	600	675

19.2 Вес компонентов двигателя

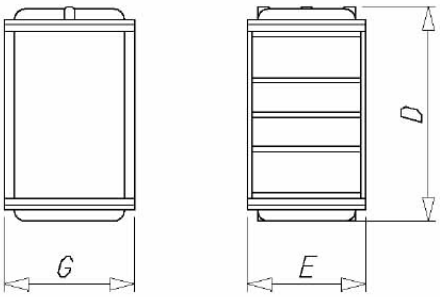
19.2.1 ГТН и вкладыши холодильника

ГТН



Тип двигателя	A [мм]	B [мм]	C [мм]	Вес [кг]
4L20	945	576	480	150
6L20	1097	636	568	215
8L20	1339	760	675	340
9L20	1339	773	667	340

Холодильник наддувного воздуха



Тип двигателя	D [мм]	E [мм]	G [мм]	Вес [кг]
4L20	616	285	340	120
6L20	626	345	380	160
8L20	626	345	380	160
9L20	626	345	380	160

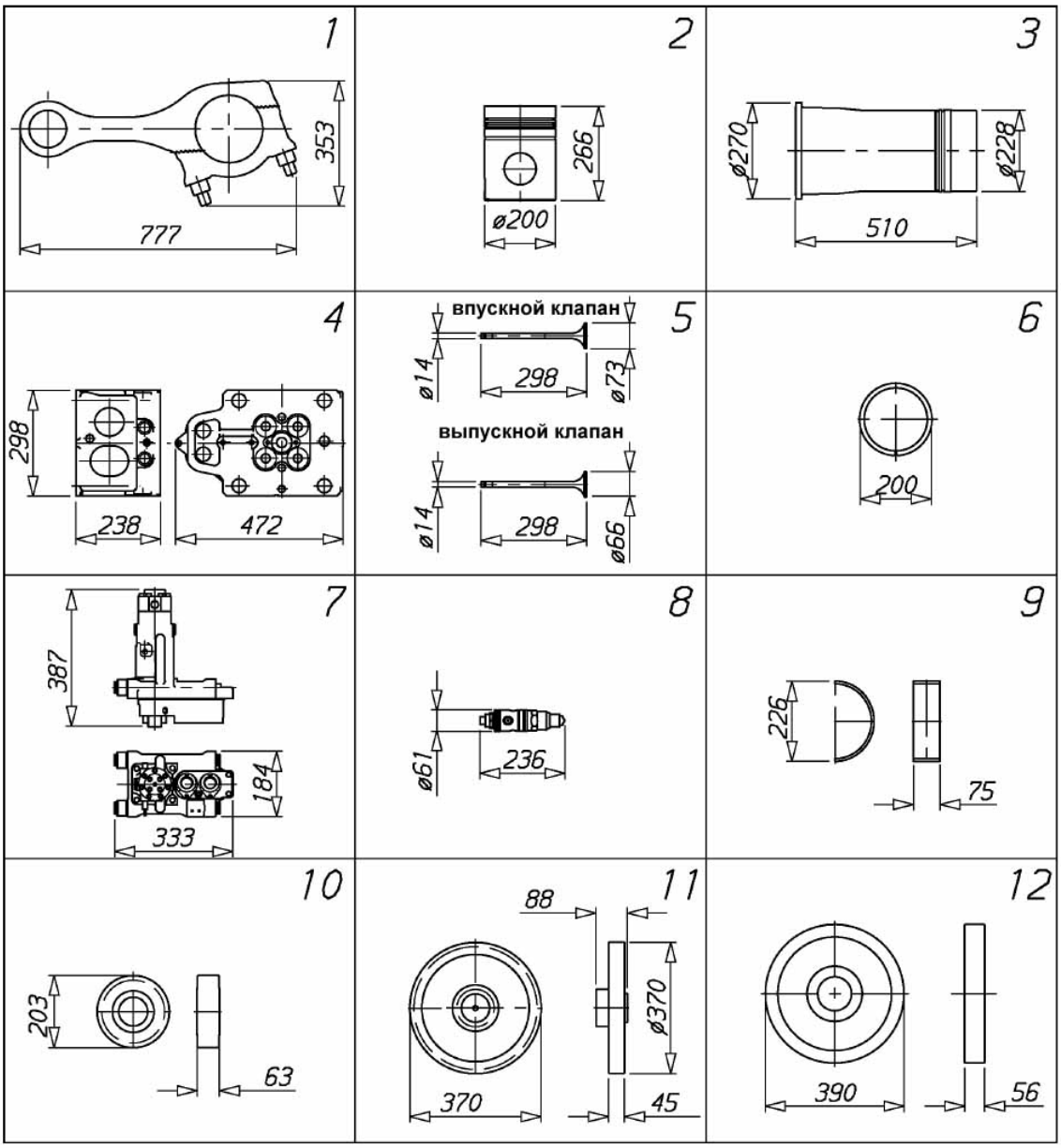
Вкладыши масляного холодильника



Тип двигателя	H [мм]	J [мм]	L [мм]	Вес [кг]
4L20	150	896	396	80
6L20	196	896	396	100
8L20	247	896	396	125
9L20	275	896	396	140

19.2.2 Основные запчасти

Рис. 19.3 Основные запчасти (4V92L1283)



Деталь	Вес [кг]	Деталь	Вес [кг]
1 Шатун	39	7 ТНВД	17
2 Поршень	21	8 Инжекторный клапан	3.2
3 Вкладыш цилиндра	41	9 Вкладыш коренного подшипника	1.4
4 Крышка цилиндра	94	10 Малая промежуточная шестерня	11.4
5 Клапан	0.8	11 Большая промежуточная шестерня	23.5
6 Поршневое кольцо	0.2	12 Ведущая шестерня распредвала	25

20. Дополнения к проектной документации

Заказчики по учетной записи пользователя могут скачать последнюю версию проектной документации с нашего сайта www.wartsila.com. В данной версии не представлены чертежи. Обратитесь к контактному лицу по продаже в компании Wärtsilä для получения прав доступа и собственной учетной записи.
В печатной версии проектной документации данные дополнения отсутствуют.

21. ПРИЛОЖЕНИЯ

21.1 Таблицы пересчета единиц

Данные таблицы помогут конвертировать единицы измерения, используемые в данной документации. Там где множитель не может быть точно указан, дано достаточное число в десятичной системе измерения

Таблица 21.1 Длина

Из:	**В:**	**Множитель:**
мм	дюйм (in)	0.0394
мм	фут (ft)	0.00328

Таблица 21.2 Масса

Из:	**В:**	**Множитель:**
кг	фунт (lb)	2.205
кг	унция (oz)	35.274

Таблица 21.3 Давление

Из:	В:	Множитель:
кПа	psi (lbf/in^2)	0.145
кПа	lbf/ft^2	20.885
кПа	inch H_2O	4.015
кПа	foot H_2O	0.335
кПа	мм H_2O	101.972

Таблица 21.4 Объем

Из:	В:	Множитель:
$м^3$	кубич. дюйм (in^3)	61023.744
$м^3$	кубич. фут (ft^3)	35.315
$м^3$	англ. галлон	219.969
$м^3$	америк. галлон	264.172
$м^3$	литр (l)	1000

Таблица 21.5 Мощность

Из:	В:	Множитель:
кВт	лош. силы (hp) метрич.	1.360
кВт	амер. лош. силы (hp)	1.341

Таблица 21.6 Момент инерции и крутящий момент

Из:	В:	Множитель:
$кгм^2$	$lbft^2$	23.730
кНм	lbf ft	737.562

Таблица 21.7 Потребление топлива

Из:	В:	Множитель:
г/кВтч	g/hph	0.736
г/кВтч	lb/hph	0.00162

Таблица 21.8 Расход жидкости

Из:	В:	Множитель:
$м^3$/ч (жидкость)	амер. галлон /мин	4.403
$м^3$/ч (газ)	$фут^3$/мин	0.586

Таблица 21.9 Температура

Из:	В:	Множитель:
°C	F	F = 9/5 *C + 32
°C	K	K = C + 273.15

Таблица 21.10 Плотность

Из:	В:	Множитель:
$кг/м^3$	фунт/ амер. галлон	0.00834
$кг/м^3$	фунт/ англ. галлон	0.01002
$кг/м^3$	$фунт/фут^3$	0.0624

21.1.1 Аббревиатуры-множители

Таблица 21.11 Наиболее распространенные аббревиатуры-множители

Название	**Символ**	**Множитель**
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}

21.2 Перечень символов, используемых в чертежах

Рис. 21.1 Перечень символов (DAAE000806c).



WÄRTSILÄ

Компания Wärtsilä стремится улучшить бизнес своих заказчиков, предлагая решения для полного срока работы силовых установок. При разработке передовых и отвечающих требованиям охраны окружающей среды технологий компания Wärtsilä концентрирует свои усилия на судостроительном рынке и рынке производства энергии, а также на сервисном обеспечении. Через инновационное производство и службы сервисной поддержки компания Wärtsilä выступает как важнейший партнер для всех своих заказчиков. Это достигается профессиональной деятельностью более 15,000 сотрудников, работающих в 130 филиалах компании Wärtsilä почти в 70 странах по всему свету.

WÄRTSILÄ® является зарегестрированной торговой маркой.
Copyright © 2007 Wärtsilä Corporation.

WARTSILA.COM



09.2007 / Bocks Office / Multiprint

WÄRTSILÄ

WÄRTSILÄ Engines

Wärtsilä 31

РУКОВОДСТВО ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ





Авторские права © 2010 WÄRTSILÄ FINNLAND OY

Все права защищены. Запрещается воспроизводить или копировать какие-либо части этой публикации в любой форме и любыми средствами (электронными, механическими, графическими, фотокопировальными, записывающими, магнитофонными или прочими информационными системами) без предварительного получения письменного разрешения владельца авторских прав.

ДАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ ПЛАНИРОВАЛАСЬ КАК ТОЧНЫЙ И АВТОРИТЕТНЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ ПО ОПИСЫВАЕМОМУ ПРЕДМЕТУ НА МОМЕНТ ПУБЛИКАЦИИ. ОДНАКО В ПУБЛИКАЦИИ ОПИСАНЫ СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОНЯТНЫЕ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛИСТУ В ДАННОЙ ОБЛАСТИ, А КОНСТРУКЦИЯ ОПИСЫВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВЕРЖЕНА РЕГУЛЯРНОМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ, МОДИФИКАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯМ. В СВЯЗИ С ЭТИМ ИЗДАТЕЛЬ И ДЕРЖАТЕЛЬ АВТОРСКИХ ПРАВ НА ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ НЕ ПРИНИМАЮТ НИКАКИХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ФИНАНСОВЫХ, ПРЕТЕНЗИЙ ЗА СЛУЧАЙНЫЕ ОШИБКИ, ДОПУЩЕННЫЕ В ПУБЛИКАЦИИ ЛИБО ЗА РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ КОНСТРУКТИВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ОПИСЫВАЕМОГО ОБОРУДОВПАНИЯ И РЕАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ. ИЗДАТЕЛЬ И ДЕРЖАТЕЛЬ АВТОРСКИХ ПРАВ НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ФИНАНСОВЫЕ, КОСВЕННЫЕ ИЛИ ИНЫЕ УБЫТКИ, ИЛИ УЩЕРБ И ТРАВМЫ, ПОНЕСЕННЫЕ ЛЮБЫМИ СТОРОНАМИ, ИСПОЛЬЗОВАВШИМИ ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ, ЛИБО СОДЕРЖАЩУЮСЯ В НЕЙ ИНФОРМАЦИЮ.

Введение

Данное Руководство содержит данные и предложения для ранней стадии разработки проектов судовых двигателей. Для проектов, на которые подписаны контракты, всегда предоставляются конкретные инструкции по монтажу. Любые данные и информация в данном руководстве могут быть пересмотрены без специального уведомления.

Издание	Опубликовано	Обновления
1/2016	18.10.2016	Первая версия «Руководство по проектированию двигателя Вяртсиля 31»

Wärtsilä, Судовые Технологии

Вааса, Октябрь 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1 Основные характеристики и мощность 1-1
1.1 Максимальная длительная выходная мощность 1-1
1.2 Стандартные окружающие эксплуатации 1-1
1.3 Крен и дифферент 1-2
1.4 Основные размеры и веса 1-3

2 Рабочие диапазоны 2-1
2.1 Рабочий диапазон двигателя 2-1
2.2 Нагрузочная способность 2-2
2.3 Работа при малых нагрузках и на холостом ходу 2-4
2.4 Низкая температура воздуха 2-4

3 Технические данные 3-1
3.1 Wärtsilä 8V31 3-1
3.2 Wärtsilä 10V31 3-4
3.3 Wärtsilä 12V31 3-7
3.4 Wärtsilä 14V31 3-10
3.5 Wärtsilä 16V31 3-13

4 Описание двигателя 4-1
4.1 Определения 4-1
4.2 Основные компоненты и системы 4-1
4.3 Ожидаемые интервалы техобслуживания и сроки службы 4-5
4.4 Хранение двигателя 4-6

5 Разработка, обработка и установка трубопроводов 5-1
5.1 Размеры труб 5-1
5.2 Подогрев трубопроводов 5-2
5.3 Класс давления 5-3
5.4 Класс трубы 5-3
5.5 Изоляция 5-4
5.6 Местные измерительные приборы 5-4
5.7 Процедуры очистки 5-4
5.8 Упругие соединения трубопроводов 5-5
5.9 Крепление труб 5-6

6 Топливная система 6-1
6.1 Допустимые характеристики топлива 6-1
6.2 Внутренняя топливная система 6-6
6.3 Внешняя топливная система 6-9

7 Система смазочного масла 7-1
7.1 Требования к качеству смазочного масла 7-1
7.2 Внутренняя система смазочного масла 7-2
7.3 Внешняя система смазочного масла 7-5
7.4 Система вентиляции картера двигателя 7-12
7.5 Инструкции по промывке 7-14

8 Система сжатого воздуха 8-1

8.1 Качество воздуха систем управления 8-1
8.2 Внутренняя система сжатого воздуха 8-1
8.3 Внешняя система сжатого воздуха 8-4

9 Система водяного охлаждения 9-1
9.1 Качество воды 9-1
9.2 Внутренняя система водяного охлаждения 9-2
9.3 Внешняя система водяного охлаждения 9-11

10 Выхлопная система 10-1
10.1 Внутренняя выхлопная система 10-1
10.2 Выхлопной патрубок 10-4
10.3 Внешняя выхлопная система 10-6

11 Очистка ГТН 11-1
11.1 Система очистки турбины 11-1
11.2 Система очистки компрессора 11-2

12 Выхлопные газы 12-1
12.1 Компоненты выхлопных газов дизельного двигателя 12-1
12.2 Морское законодательство по выбросам выхлопных газов 12-2
12.3 Методы снижения выброса отработавших газов 12-6

13 Система автоматики 13-1
13.1 Технические данные и обзор системы 13-1
13.2 Функции 13-5
13.3 Сигналы АПС и контроля параметров 13-7
13.4 Электрические потребители 13-7
13.5 Системные требования и указания по дизель-электрическим пропульсивным установкам 13-9

14 Фундамент 14-1
14.1 Проектирование судовых конструкций 14-1
14.2 Монтаж главных двигателей 14-1
14.3 Монтаж дизель-генераторов 14-9
14.4 Упругие соединения трубопроводов 14-10

15 Вибрация и шумы 15-1
15.1 Внешние силы и динамические пары 15-1
15.2 Колебания крутящего момента 15-2
15.3 Суммарный момент инерции 15-2
15.4 Воздушный шум 15-2
15.5 Выхлопной шум 15-3

16 Передача мощности 16-1
16.1 Упругая муфта 16-1

17 17. Компоновка машинного отделения 17-1
17.1 Пространство для техобслуживания 17-1
17.2 Транспортировка или хранение запасных частей или инструмента 17-1
17.3 Пространство на палубе для размещения демонтируемого оборудования 17-2

18 Транспортировочные габариты и веса 18-1
18.1 Подъем главных двигателей....18-1
18.2 Подъем дизель-генераторов....18-2
18.3 Компоненты двигателя 18-3

19 Дополнения к руководству по проектированию 19-1

20 ПРИЛОЖЕНИЕ 20-1
20.1 Таблицы пересчета единиц 20-1
20.2 Перечень символов, используемых в чертежах 20-3

1 Основные характеристики и мощность

Wärtsilä 31 – это четырёхтактный, нереверсивный, дизельный двигатель с турбонаддувом, охлаждением наддувочного воздуха и с прямым впрыском топлива.

Диаметр цилиндра ..... 310 мм

Ход..... 430 мм

Число клапанов ..... 2 впускных

2 выпускных клапана

Конфигурация цилиндров..... 8, 10, 12, 14 и 16

Развал цилиндров 50º

Направление вращения..... по часовой стрелке или против часовой стрелки

Частота вращения двигателя ..... 720, 750 об/мин.

Средняя скорость поршня..... 10.32 - 10.75 м/с

1.1 Максимальная длительная выходная мощность

Таблица 1-1 Таблица мощностей для Wärtsilä 31

Цилиндровая конфигурация	Главные двигатели	Дизель-генераторы			
	750 об/мин	720 об/мин		750 об/мин	
	кВт	Двигатель, кВт	Генератор кВА	Двигатель, кВт	Генератор кВА
W 8V31	4880	4720	5664	4880	5856
W 10V31	6100	5900	7080	6100	7320
W 12V31	7320	7080	8496	7320	8784
W 14V31	8540	8260	9912	8540	10248
W 16V31	9760	9440	11328	9760	11712

Среднее эффективное давление P_e может быть вычислено по формуле:

$$P_e = \frac{P \times c \times 1.2 \times 10^9}{D^2 \times L \times n \times \pi},$$

где:

P_e = Среднее эффективное давление [бар]

P = Выходная мощность на цилиндре [кВт]

n = Частота вращения двигателя [об/мин]

D = Диаметр цилиндра [мм]

L = Длина хода поршня [мм]

c = Рабочий цикл (4)

1.2 Стандартные окружающие эксплуатации

Работа на указанной мощности возможна при температуре воды, охлаждающей воздушный холодильник, макс. 38C и температуре окружающего воздуха макс. 45C. При более высоких температурах необходимо дератирование двигателя в соответствии с формулой, приведенной в стандарте ISO 3046-1:2002 (E).

Удельный расход топлива определён в главе Технические характеристики. Приведённый удельный расход топлива соответствует двигателям с учетом насосов с приводом от двигателя, работающим в окружающих условиях, соответствующих стандарту ISO 15550:2002 (E):. Стандартные окружающие условия по ISO таковы:

Суммарное барометрическое давление	100 кПа
Температура воздуха	25˚C
Относительная влажность	30%
воды, охлаждающей воздушный холодильник	25˚C

Поправочные коэффициенты для расхода топлива при других окружающих условиях даны в стандарте ISO 3046-1:2002.

1.3 Крен и дифферент

Максимальные углы крена, при которых обеспечивается удовлетворительная работа двигателя.

Таблица 1-2 Крен и дифферент при стандартном масляном картере

• Длительный крен	15°
• Кратковременный крен	22.5°
• Длительный дифферент	10°
• Кратковременный дифферент	10°

ПРИМЕЧАНИЕ

Для работы при одновременном крене и дифференте требуются специальные приспособления.

1.4 Основные размеры и веса

1.4.1 Главные двигатели

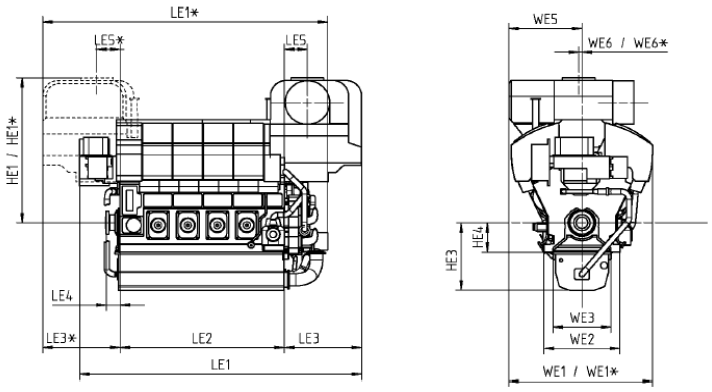


Рис. 1.1 Габариты главных двигателей (DAAF336230)

Двигатель	LE1*	LE1	HE1	HE1*	WE1	WE1*	HE4	HE3	LE2	LE4
W8V31	6175	6114	3205	3205	3113	3113	650	1496	3560	350
W10V31	6813	6754	3205	3205	3113	3113	650	1496	4200	350

Двигатель	WES	LE3*	LE3	WE6*	WE6	LE5*	LE5	WE3	WE2	Вес, тон**
W8V31	1582	1675	1675	-67	67	500	500	1153	1650	56.7
W10V31	1585	1675	1675	-67	67	500	500	1153	1650	62

LE1	Общая длина двигателя
HE1	Высота от оси коленвала до наивысшей точки
WE1	Общая ширина двигателя
HE4	Высота от оси коленвала до лап двигателя
HE3	Расстояние от оси коленвала до дна масляного картера при мелком картере
LE2	Длина блока цилиндров
LE4	Расстояние от торца блока до торца коленвала
WE3	Ширина масляного картера
WE2	Ширина блока цилиндров на лапах двигателя
WE5	Расстояние от оси коленвала до самой дальней точки двигателя
LE3	Расстояние от блока цилиндров до самой дальней точки торца ГТН
WE6	Расстояние от оси коленвала до центра выхлопного патрубка
LE5	Расстояние от торца блока до центра выхлопного патрубка

*ГТН со стороны маховика

**Масса с рабочими жидкостями (мокрый картер), но без маховика

Все габариты в мм.

2 Рабочие диапазоны

2.1 Рабочий диапазон двигателя

При частоте вращения меньше номинальной, необходимо ограничивать нагрузку в соответствии с диаграммами, представленными в этой главе, для того, чтобы поддерживать рабочие параметры двигателя в допустимых пределах. Работа в заштрихованной области диаграммы возможна только кратковременно, при переходных режимах. Минимальная частота вращения показана на диаграмме, но также могут применяться особые ограничения для конкретного проекта.

Винты регулируемого шага

Необходимо ограничивать нагрузку двигателя в соответствии с приведенной ниже диаграммой для того, чтобы поддерживать рабочие параметры двигателя в допустимых пределах. Работа в заштрихованной области диаграммы возможна только кратковременно, при переходных режимах, для обеспечения плавного контроля перегрузки.

Просим учесть, что в соответствии с расчетом крутильных колебаний, выполняемый отдельно для каждой установки, может быть установлена более высокая минимальная частота вращения, чем на диаграмме ниже.

Система управление пропульсивной установкой должна также включать в себя автоматическое ограничение темпа повышения нагрузки. Максимальные значения темпа повышения нагрузки приведены ниже в этой главе.

При расчетном шаге КПД гребного винта самый высокий. Это принятая практика – рассчитывать винт так, чтобы указанная скорость судна достигалась при расчетном шаге, номинальной частоте вращения двигателя и 85% выходной мощности при заданной нагрузке. Необходимо принимать во внимание отбор мощности возможным валогенератором или иным механизмом отбора мощности. 15% морской запас вводится для компенсации погодных условий, обрастания корпуса и коррозии гребного винта. Дополнительный морской запас может быть применим для наиболее экономичной работы двигателя или для обеспечения резерва мощности.

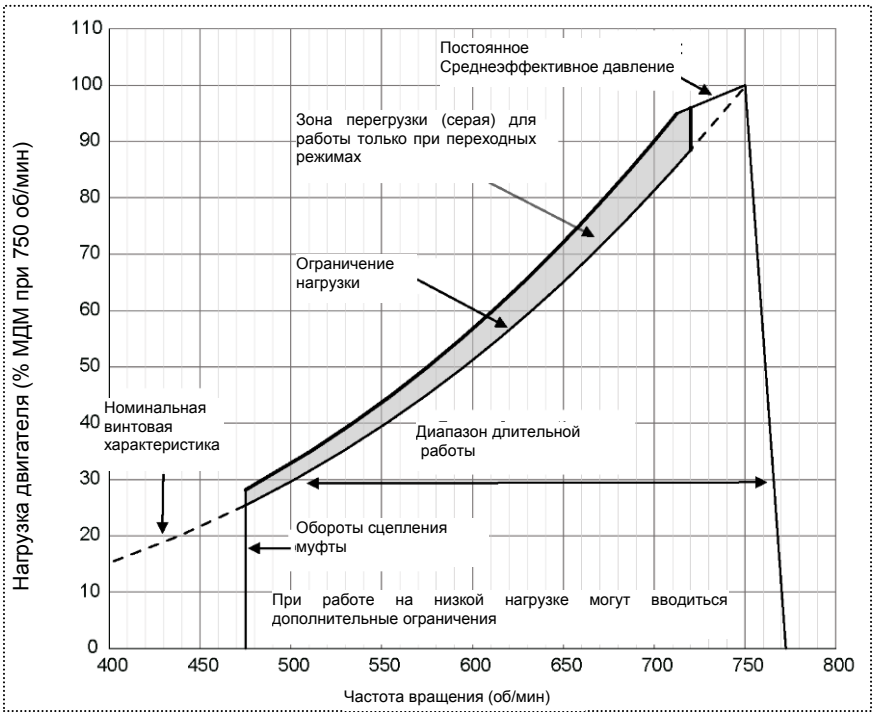


Рис. 2.1 Рабочий диапазон при работе с ВРШ

2.2 Нагрузочная способность

Для дизелей с высокой степенью наддува важное значение имеет регулируемое увеличение нагрузки, так как турбонагнетателю требуется время для разгона перед тем, как он сможет подавать требуемое количество воздуха. Более медленный, нежели максимально возможный для двигателя темп повышения нагрузки также обеспечивает достаточное время для более плавного распределения температуры в компонентах двигателя в переходных режимах.

Наброс нагрузки на двигатель возможен сразу после запуска при условии, что температура воды ВТ контура должна быть не менее 70ºC, а температура смазочного масла – не менее 40ºC.

Темп штатного наброса нагрузки относится к двигателям, прогретым до штатной рабочей температуры.

2.2.1 Механические пропульсивные установки

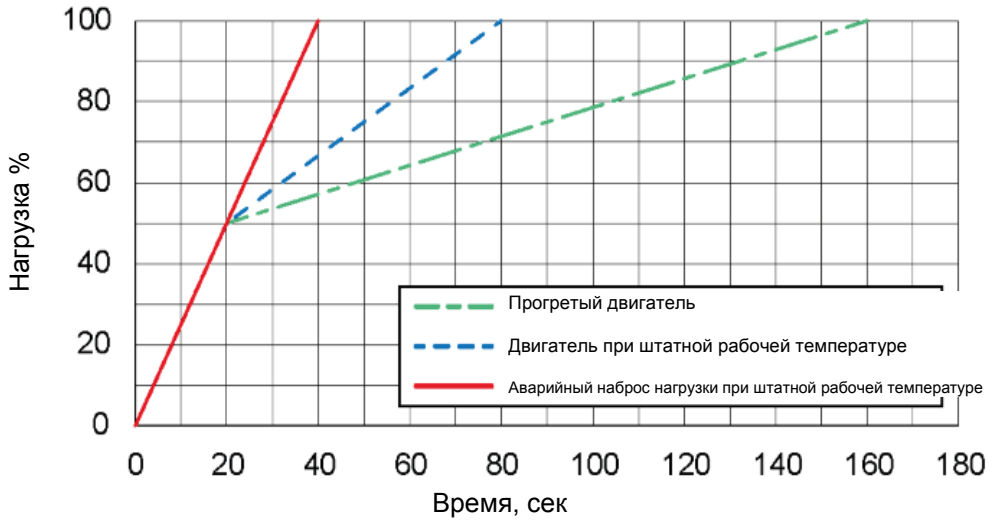


Рис. 2.2 Максимальный рекомендованный темп наброса нагрузки для двигателей, работающих на переменной частоте вращения.

Система управление пропульсивной установкой должна также включать в себя автоматическое ограничение темпа повышения нагрузки. Если в системе управления запрограммирован только один темп повышения нагрузки, то должен использоваться темп для прогретого двигателя. Установленные на буксирах двигатели как правило бывают прогреты до штатной рабочей температуры до начала выполнения буксировочных операций. Аварийный график набора нагрузки близок к максимально возможному для двигателя.

Резкие сбросы высокой нагрузки должны также выполняться постепенно. При штатной работе сброс нагрузки от 100% до 0% не должен происходить быстрее чем за 15 сек. Когда это абсолютно необходимо сброс нагрузки допустим с максимально возможной скоростью срабатывания механизма изменения шага (при высокой скорости судна принимать во внимание риск заброса оборотов из-за авторотации винта).

2.2.2 Электродвижение и вспомогательные двигатели

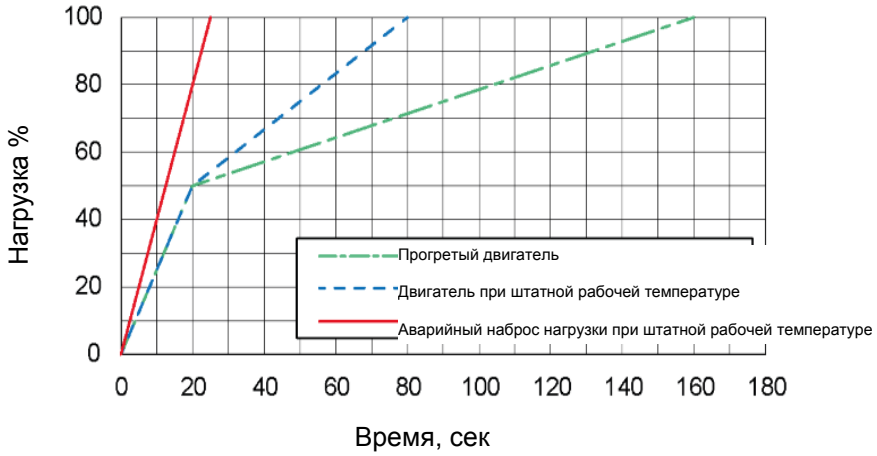


Рис. 2.3 Максимальные рекомендуемые темпы увеличения нагрузки для двигателей, работающих при номинальной частоте вращения

В дизель-электрических нагрузках темпы повышения нагрузки запрограммированы и в системе управления пропульсивным комплексом, и в системе распределения электропитания, либо в системе управления частотой вращения двигателя если используется изохронный метод распределения нагрузки. Если используется график без перелома, он не должен повышать нагрузку до 100% за время более короткое чем казано на графике рисунке. Если распределение нагрузки производится по статической характеристике, темп повышения нагрузки вновь подключенного генератора составляет сумму перевода мощности, выполняемого системой распределения электропитания и значения повышения нагрузки от системы управления пропульсивным комплексом.

Аварийный график набора нагрузки близок к максимально возможному для двигателя; он не должен использоваться в качестве штатной ограничительной характеристики. В установках с динамическим позиционированием графики наброса нагрузки, соответствующие 20-30 секундным скачкам от нуля до полной нагрузки считаются нормальными. Если судно имеет также иные режимы эксплуатации, рекомендуется использовать более плавный наброс нагрузки для этих режимов.

Обычно для установок со вспомогательными двигателями ни один индивидуальный потребитель не является решающим для темпа наброса нагрузки. Рекомендуется объединять потребители в группы таким образом, чтобы нагрузка повышалась небольшими ступенями, а получающийся темп примерно соответствовал бы штатному графику.

При штатной работе сброс нагрузки от 100% до 0% не должен происходить быстрее чем за 15 сек. Если для установки требуются частые сбросы нагрузки со значительно более высоким темпом может потребоваться специальная модификация двигателя. В аварийной ситуации допустим моментальный сброс полной нагрузки.

2.2.2.1 Максимальные ступени наброса нагрузки

Электрическая система должна быть спроектирована таким образом, чтобы обеспечивать безопасное размыкание выключателей. Для этого необходимо, чтобы двигатели были защищены от бросков нагрузки, превышающих их максимально допустимую нагрузочную способность. Наброс нагрузки выполняется тремя равными ступенями. Соответствующий провал оборотов должен быть меньше 10%, а время восстановления до стабильных оборотов с допуском 1% при новом уровне нагрузки должно быть не более 5 секунд.

При восстановлении электроснабжения после обесточивания потребители подключаются группами, что может вызывать значительные броски нагрузки. Необходимо позволить двигателю восстановиться в течении хотя бы 10 секунд перед следующим набросом нагрузки, если наброс выполняется максимальными ступенями.

2.2.2.2 Время запуска

Обычно дизель-генератор выходит на номинальные обороты примерно в течение 20 секунд после выдачи сигнала пуска.Ускорение ограничивается системой управления частотой вращения для снижения выброса дыма при запуске. По запросу может быть предусмотрен более быстрый запуск.

2.3 Работа при малых нагрузках и на холостом ходу

Таблица 2-1 Ограничения при работе на холостом ходу и малых нагрузках

Нагрузка	Дизельное топливо, максимальное продолжительное время (ч)	Тяжелое топливо, максимальное продолжительное время (ч)
0%	15	10
2%	50	10
17.5%	300	200

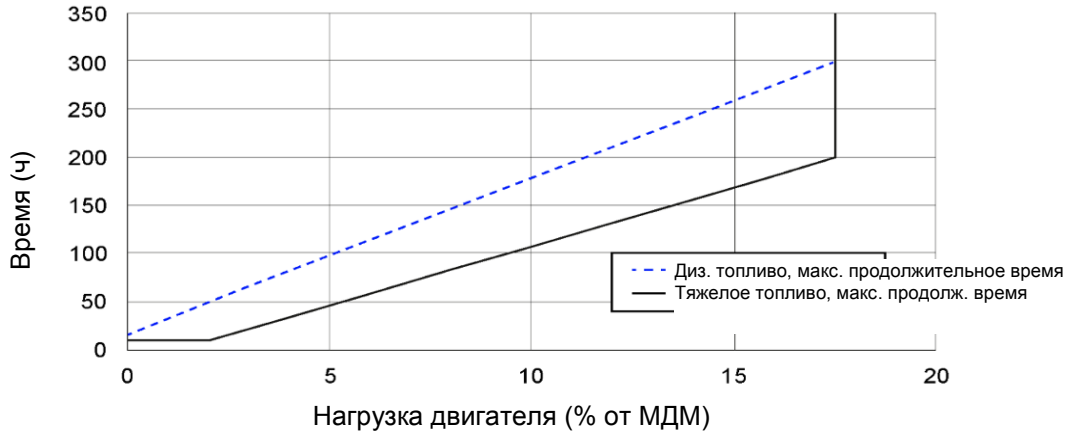


Рис. 2-4 Ограничения при работе на малых нагрузках

ПРИМЕЧАНИЕ

1) При нагрузке выше 17.5% дополнительные ограничения по малым нагрузкам отсутствуют

2) Продолжительность низкой нагрузки ограничивается, если действует температура в воздушном холодильнике:

- при дизельном топливе: 35C и выше
- при тяжелом топливе: 45C и выше

3) После максимально допустимого периода малой нагрузки очистки двигателя следует нагружать его до минимум 70% от номинальной мощности не менее 60 минут.

2.4 Низкая температура воздуха

В холодных условиях действуют следующие ограничения температуры входного воздуха:

- Минимум +5˚C

При более низкой температуре воздуха на всасывании необходимо применение арктической конфигурации двигателя.

Остальные рекомендации см. в главе *Система подачи воздуха сгорания.*

3 Технические данные

3.1 Wärtsilä 8V31

Wärtsilä 8V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Мощность двигателя	кВт	4720	4880	4720	4880	4880
Среднеэффективное давление	МПа	3.03	3.01	3.03	3.01	3.01
Система воздуха сгорания (Прим. 1)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	8.32	8.63	8.32	8.63	8.63
Температура на подводе ГТН, макс.	°C	45	45	45	45	45
Температура воздуха после холодильника (TE 601)	°C	65	65	65	65	65
Система выхлопного газа (Прим. 2)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	8.56	8.88	8.56	8.88	8.88
Расход при 85% нагрузке	кг/сек	7.28	7.6	7.28	7 6	7.52
Расход при 75% нагрузке	кг/сек	6.56	6 8	6.66	6 8	6.48
Расход при 50% нагрузке	кг/сек	4.96	5.2	4.96	5.2	4.56
Температура после ГТН, 100% нагрузка (TE 517)	°C	275	273	275	273	273
Температура после ГТН, 85% нагрузка (TE 517)	°C	277	275	277	275	277
Температура после ГТН, 75% нагрузка (TE 517)	°C	284	282	284	282	295
Температура после ГТН, 50% нагрузка (TE 517)	°C	288	286	288	286	320
Противодавление, макс.	кПа	5.0	5.0	5,0	5,0	5,0
Расчетный диаметр газохода для 35 м/сек	мм	693	705	693	705	705
Тепловой баланс (Прим. 3)						
Рубашка охлаждения, ВТ контур	кВт	460	494	460	494	494
Наддувочный воздух, ВТ контур	Вт	858	926	858	926	926
Наддувочный воздух, НТ контур	Вт	1195	1230	1195	1230	1230
Смазочное масло, НТ контур	Вт	46 7	522	487	522	522
Тепловое излучение	Вт	131	137	131	137	137
Для опционных модификаций двигателя тепловой баланс может отличаться						
Топливная система (Прим. 4)						
Давление перед ТНВД (PT 101)	кПа	1000*100	1000*100	1000*100	1000*100	1000*100
Производительность насоса с приводом от двигателя (только двигатели, работающие на MDF)	м3/час	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Вязкость HFO перед двигателем	сСт	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24
Температура HFO перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140
Вязкость MDF, мин.	сСт	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Температура MDF перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45
Расход топлива при 100% нагрузке, HFO	г/кВтч	173.4	174.4	173.9	174.9	174.4

Wärtsilä 8V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Расход топлива при 85% нагрузке, HFO	г/кВтч	170.6	171.6	171.1	172.0	171.6
Расход топлива при 75% нагрузке, HFO	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	171.6
Расход топлива при 50% нагрузке, HFO	г/кВтч	182.3	183.3	182.8	183.8	178.5
Расход топлива при 100% нагрузке, MDF	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	173.5
Расход топлива при 85% нагрузке, MDF	г/кВтч	169.7	170.6	170.1	171.1	170.6
Расход топлива при 75% нагрузке, MDF	г/кВтч	171.6	172.5	172.0	173.0	170.6
Расход топлива при 50% нагрузке, MDF	г/кВтч	180.4	181.4	180.9	181.9	176.6
Количество утечного чистого топлива, MDF при 100% нагрузке	кг/ч	17.0	17.7	17.0	17.7	17.7
Количество утечного чистого топлива, HFO при 100% нагрузке	кг/ч	3.4	3.6	3.4	3.6	3.6
Система смазочного масла						
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	420	420	420	420	420
Напор главного насоса, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	40	40	40	40	40
Давление предварительной смазки, ном. (PT 201)	кПа	60	60	60	60	60
Напор насоса предварительной смазки, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	35	35	35	35	35
Температура перед подшипниками, ном. (TE 201)	°C	70	70	70	70	70
Температура после двигателя, прибл.	°C	82	82	82	82	82
Производительность главного насоса, с приводом от двигателя	м3/ч	125	130	125	130	144
Производительность главного насоса, резервного	м3/ч	100	100	100	100	100
Производительность насоса предварительной, 50 Гц / 60 Гц насоса	м3/ч	20.0/20.0	20.0 / 20.0	20.0/20.0	20.0/20.0	20.0/20.0
Объем масла, мокрый картер, ном.	м3	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
Объем масла в отдельном системном танке, ном.	м3	6.4	6.6	6.4	6.6	6.6
Расход масла (100% нагрузка), прибл.	г/кВтч	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Поток вентиляции картера при полной нагрузке	л/мин	I960	I960	I960	I960	I960
Противодавление вентиляции картера, макс.	кПа	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Объем масла в валоповоротном устройстве	литров	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8
Система водяного охлаждения						
Высокотемпературный контур водяного охлаждения						
Давление в двигателе, после насоса, ном. (PT 401)	кПа	358 + стат.	358 + стат.	358 + стат.	358 + стат.	358 + стат.
Давление в двигателе, после насоса, макс. (PT 401)	кПа	600	600	600	600	600
Температура перед цилиндрами, прибл. (TE 401)	°C	83	83	83	83	83
Вода ВТ контура после двигателя, ном. (TE432)	°C	96	96	96	96	96
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	60	80	80	80	80
Перепад давления на двигателе, общий	кПа	210	210	210	210	210
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150

Wärtsilä 8V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Объем воды в двигателе	м3	0.603	0.603	0.603	0.603	0.603
Низкотемпературный контур водяного охлаждения						
Температура перед двигателем (TE 451)	°C	25 ...38	25... 38	25 ... 38	25... 38	25 ... 38
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	60	80	80	80	80
Перепад давления на воздушном холодильнике (одноступенчатом)	кПа	41	41	41	41	41
Перепад давления на воздушном холодильнике (двухступенчатом)	кПа	110	110	110	110	110
Перепад давления на масляном холодильнике	кПа	115	115	115	115	115
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70... 150	70... 150	70... 150	70... 150	70 ... 150
Система воздушного запуска						
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Давление на двигателе при запуске, мин. (20°C)	кПа	1500	1500	1500	1500	1500
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Нижний предел давления в пусковых баллонах	кПа	1600	1600	1600	1600	1600
Расход воздуха на запуск	Нм3	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9

Примечания:

Примечание 1 При условиях в соответствии с ISO 15550 температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по расходу 5%.

Примечание 2 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C). Допуск по расходу 5% и допуск по температуре 10°C.

Примечание 3 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по отбору тепла охлаждающей водой 10%, допуск по тепловому излучению 20%. При проектировании теплообменников должны приниматься во внимание коэффициент загрязнения и эксплуатационный запас. При опционной арктической конфигурации воздушные холодильники в НТ контуре.

Примечание 4 При окружающих условиях в соответствии с IS0 15550. Низшая теплотворная способность топлива 42700 кДж/кг. С учетом насосов с приводом от двигателя (два насоса охлаждающей воды + насос смазочного масла). Допуск 5%.

ГД = Главный двигатель, привод винта на переменной частоте вращения

ВДГ = Вспомогательный двигатель, привод генератора

ДЭ = Дизель-электрическая установка, привод генератора

Данные могут меняться без уведомления.

3.2 Wärtsilä 10V31

Wärtsilä 10V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя Цилиндровая мощность	**Об/мин кВт/цилиндр**	**720 590**	**750 610**	**720 590**	**750 610**	**750 610**
Мощность двигателя	кВт	5900	6100	5900	6100	6100
Среднеэффективное давление	МПа	3.03	3.01	3.03	3.01	3.01
Система воздуха сгорания (Прим. 1)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	10.4	10.79	10.4	10.79	10.79
Температура на подводе ГТН, макс.	°C	45	45	45	45	45
Температура воздуха после холодильника (TE 601)	°C	65	65	65	65	65
Система выхлопного газа (Прим. 2)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	10.7	11,1	10.7	11,1	11.1
Расход при 85% нагрузке	кг/сек	9.1	9.5	9.1	9.5	9.4
Расход при 75% нагрузке	кг/сек	0.2	8.5	8.2	8.5	8.1
Расход при 50% нагрузке	кг/сек	6.2	6,5	6.2	6,5	5.7
Температура после ГТН, 100% нагрузка (TE 517)	°C	275	273	275	273	273
Температура после ГТН, 85% нагрузка (TE 517)	°C	277	275	277	275	277
Температура после ГТН, 75% нагрузка (TE 517)	°C	284	282	284	282	295
Температура после ГТН, 50% нагрузка (TE 517)	°C	288	286	288	286	320
Противодавление, макс.	кПа	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Расчетный диаметр газохода для 35 м/сек	мм	775	788	775	788	788
Тепловой баланс (Прим. 3)						
Рубашка охлаждения, ВТ контур	кВт	575	618	575	618	618
Наддувочный воздух, ВТ контур	кВт	1073	1157	1073	1157	1157
Наддувочный воздух, НТ контур	кВт	1494	1537	1494	1537	1537
Смазочное масло, НТ контур	кВт	609	653	609	653	653
Тепловое излучение	кВт	164	171	164	171	171
Для опционных модификаций двигателя тепловой баланс может отличаться						
Топливная система (Примечание 4)						
Давление перед ТНВД (PT 101)	кПа	1000±100	1000±100	1000±100	1000±100	1000±100
Производительность насоса с приводом от двигателя (только двигатели, работающие на MDF)	м3/час	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Вязкость HFO перед двигателем	сСт	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24
Температура HFO перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140
Вязкость MDF, мин.	сСт	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Температура MDF перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45
Расход топлива при 100% нагрузке, HFO	г/кВтч	173.5	174.4	174.0	174.9	174.4
Расход топлива при 85% нагрузке, HFO	г/кВтч	170.6	171.6	171.1	172.0	171.6
Расход топлива при 75% нагрузке, HFO	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	171.6
Расход топлива при 50% нагрузке, HFO	г/кВтч	182.3	183.3	182.8	183.8	178.5
Расход топлива при 100% нагрузке, MDF	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	173.5
Расход топлива при 85% нагрузке, MDF	г/кВтч	169.7	170.6	170.1	171.1	170.6
Расход топлива при 75% нагрузке, MDF	г/кВтч	171.6	172.5	172.0	173.0	170.6
Расход топлива при 50% нагрузке, MDF	г/кВтч	180.4	181.4	180.9	181.9	176.6
Количество утечного чистого топлива, MDF при 100% нагрузке	кг/ч	21.2	22.1	21.3	22.1	22.1
Количество утечного чистого топлива, HFO при 100% нагрузке	кг/ч	4.3	4.4	4.3	4.5	4.4
Система смазочного масла						
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	420	420	420	420	420

Wärtsilä 10V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Напор главного насоса, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	40	40	40	40	40
Давление предварительной смазки, ном. (PT 201)	кПа	60	60	60	60	60
Напор насоса предварительной смазки, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	35	35	35	35	35
Температура перед подшипниками, ном. (TE 201)	°C	70	70	70	70	70
Температура после двигателя, прибл.	°C	82	82	82	82	82
Производительность главного насоса, с приводом от двигателя	м3/ч	125	130	125	130	144
Производительность главного насоса, резервного	м3/ч	120	120	120	120	120
Производительность насоса предварительной, 50 Гц / 60 Гц насоса	м3/ч	24.0/24.0	24.0/24.0	24.0 / 24.0	24.0/24.0	24.0 / 24.0
Объем масла, мокрый картер, ном.	м3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Объем масла в отдельном системном танке, ном.	м3	8.0	8.2	8.0	8.2	8.2
Расход масла (100% нагрузка), прибл.	г/кВтч	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Поток вентиляции картера при полной нагрузке	л/мин	2450	2450	2450	2450	2450
Противодавление вентиляции картера, макс.	кПа	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Объем масла в валоповоротном устройстве	литров	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8
Система водяного охлаждения						
Высокотемпературный контур водяного охлаждения						
Давление в двигателе, после насоса, ном. (PT 401)	кПа	382 + стат.	382 + стат.	382 + стат.	382 + стат.	382 + стат.
Давление в двигателе, после насоса, макс. (PT 401)	кПа	600	600	600	600	600
Температура перед цилиндрами, прибл. (TE 401)	°C	S3	83	S3	83	S3
Вода ВТ контура после двигателя, ном. (TE432)	°C	95	95	96	96	95
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	90	90	90	90	90
Перепад давления на двигателе, общий	кПа	210	210	210	210	210
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	1 DO	100
Давление от расширительного танка	кПа	70... 150	70... 150	70...150	70... 150	70...150
Объем воды в двигателе	м3	0 642	0.642	0.642	0.642	0.642
Низкотемпературный контур водяного охлаждения						
Температура перед двигателем (TE 451)	°C	25 ... 35	25 ... 33	25 ... 3B	25 ... 38	25 ... 30
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	90	90	90	90	90
Перепад давления на воздушном холодильнике (одноступенчатом)	кПа	0	0	0	0	0
Перепад давления на воздушном холодильнике (двухступенчатом)	кПа	41	41	41	41	41
Перепад давления на масляном холодильнике	кПа	110	110	110	110	110
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70... 150	70... 150	70... 150	70... 150	70... 150
Система воздушного запуска						
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Давление на двигателе при запуске, мин. (20°C)	кПа	1500	1500	1500	1500	1500
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Нижний предел давления в пусковых баллонах	кПа	1600	1600	1600	1600	1600
Расход воздуха на запуск	Нм3	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1

Примечания:

Примечание 1 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по расходу 5%.

Примечание 2 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды HT контура 25°C). Допуск по расходу 5% и допуск по температуре 10°C.

Примечание 3 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды HT контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по отбору тепла охлаждающей водой 10%, допуск по тепловому излучению 20%. При проектировании теплообменников должны приниматься во внимание коэффициент загрязнения и эксплуатационный запас. При опционной арктической конфигурации воздушные холодильники в HT контуре.

Примечание 4 При окружающих условиях в соответствии с IS0 15550 Низшая теплотворная способность топлива 42700 кДж/кг. С учетом насосов с приводом от двигателя (два насоса охлаждающей воды + насос смазочного масла). Допуск 5%.

ГД = Главный двигатель, привод винта на переменной частоте вращения

ВДГ = Вспомогательный двигатель, привод генератора

ДЭ = Дизель-электрическая установка, привод генератора

Данные могут меняться без уведомления.

3.3 Wärtsilä 12V31

Wartsila 12V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Мощность двигателя	кВт	7080	7320	7080	7320	7320
Среднеэффективное давление	МПа	3.03	3.01	3.03	3.01	3.01
Система воздуха сгорания (Прим. 1)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	12.48	12.95	12.48	12.95	12.95
Температура на подводе ГТН, макс.	°C	45	45	45	45	45
Температура воздуха после холодиль(TE 601)	°C	65	66	65	66	65
Система выхлопного газа (Прим. 2)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	12.84	13.32	12.84	13.32	13.32
Расход при 85% нагрузке	кг/сек	10.92	11.4	10.92	11.4	11.28
Расход при 75% нагрузке	кг/сек	9.84	10.2	9.84	10.2	9.72
Расход при 50% нагрузке	кг/сек	7.44	7.8	7.44	7.8	6.84
Температура после ГТН, 100% нагрузка (TE 517)	°C	275	273	275	273	273
Температура после ГТН, 85% нагрузка (TE 517)	°C	277	275	277	275	277
Температура после ГТН, 75% нагрузка (TE 517)	°C	284	282	284	282	295
Температура после ГТН, 50% нагрузка (TE 517)	°C	288	286	288	286	320
Противодавление, макс.	кПа	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Расчетный диаметр газохода для 35 м/сек	мм	849	863	849	863	863
Тепловой баланс (Прим. 3)						
Рубашка охлаждения, ВТ контур	кВт	690	742	690	742	742
Наддувочный воздух, ВТ контур	кВт	1288	1388	1288	1388	1388
Наддувочный воздух, НТ контур	кВт	1793	1844	1793	1844	1844
Смазочное масло, НТ контур	кВт	731	784	731	784	784
Тепловое излучение	кВт	197	205	197	205	205
Для опционных модификаций двигателя тепловой баланс может отличаться						
Топливная система (Прим. 4)						
Давление перед ТНВД (PT 101)	кПа	1000*100	1000±100	1000±100	1000±100	1000*100
Производительность насоса с приводом от двигателя (только двигатели, работающие на MDF)	м3/час	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
Вязкость HFO перед двигателем	сСт	16...24	16—24	16-24	16-24	16-24
Температура HFO перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140
Вязкость MDF, мин.	сСт	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Температура MDF перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45
Расход топлива при 100% нагрузке, HFO	г/кВтч	173.5	174.4	174.0	174.9	174.4
Расход топлива при 85% нагрузке, HFO	г/кВтч	170.6	171.6	171.1	172.0	171.6
Расход топлива при 75% нагрузке, HFO	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	171.6

Wartsila 12V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Расход топлива при 50% нагрузке, HFO	г/кВтч	182.3	183.3	182.8	183.8	178.5
Расход топлива при 100% нагрузке, MDF	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	173.5
Расход топлива при 85% нагрузке, MDF	г/кВтч	169.7	170.6	170.1	171.1	170.6
Расход топлива при 75% нагрузке, MDF	г/кВтч	171.6	172.5	172.0	173.0	170.6
Расход топлива при 50% нагрузке, MDF	г/кВтч	180.4	181.4	180.9	181.9	176.6
Количество утечного чистого топлива, MDF при 100% нагрузке	кг/ч	25.5	26.5	25.6	26.6	26.5
Количество утечного чистого топлива, HFO при 100% нагрузке	кг/ч	5.1	5.3	5.1	5.3	5.3
Система смазочного масла						
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	420	420	420	420	420
Напор главного насоса, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	40	40	40	40	40
Давление предварительной смазки, ном. (PT 201)	кПа	60	60	60	60	60
Напор насоса предварительной смазки, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	35	35	35	35	35
Температура перед подшипниками, ном. (TE 201)	°C	70	70	70	70	70
Температура после двигателя, прибл.	°C	82	82	82	82	82
Производительность главного насоса, с приводом от двигателя	м3/ч	138	144	138	144	170
Производительность главного насоса, резервного	м3/ч	137	137	137	137	137
Производительность насоса предварительной, 50 Гц / 60 Гц насоса	м3/ч	29.0 / 29.0	29.0/29.0	29.0 / 29.0	29.0/29.0	29.0 / 29.0
Объем масла, мокрый картер, ном.	м3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
Объем масла в отдельном системном танке, ном.	м3	9.6	9.9	9.6	9.9	9.9
Расход масла (100% нагрузка), прибл.	г/кВтч	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Поток вентиляции картера при полной нагрузке	л/мин	2940	2940	2940	2940	2940
Противодавление вентиляции картера, макс.	кПа	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Объем масла в валоповоротном устройстве	литров	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8
Система водяного охлаждения						
Высокотемпературный контур водяного охлаждения						
Давление в двигателе, после насоса, ном. (PT 401)	кПа	363 + стат.	363 + стат.	363 + стат.	363 + стат.	363 + стат.
Давление в двигателе, после насоса, макс. (PT 401)	кПа	600	600	600	600	600
Температура перед цилиндрами, прибл. (TE 401)	°C	S3	83	33	83	83
Вода ВТ контура после двигателя, ном. (TE432)	°C	96	96	96	96	96
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	110	110	110	110	110
Перепад давления на двигателе, общий	кПа	210	210	210	210	210
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100

Wartsila 12V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Давление от расширительного танка	кПа	70...150	70... 150	70...150	70...150	70...150
Объем воды в двигателе	м3					
Низкотемпературный контур водяного охлаждения						
Температура перед двигателем (TE 451)	°C	25 ... 38	25... 38	25 ... 38	25... 38	25 ... 38
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	110	110	110	110	110
Перепад давления на воздушном холодильнике (одноступенчатом)	кПа	41	41	41	41	41
Перепад давления на воздушном холодильнике (двухступенчатом)	кПа	110	110	110	110	110
Перепад давления на масляном холодильнике	кПа	115	115	115	115	115
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70 ... 150	70... 150	70 ... 150	70... 150	70... 150
Система воздушного запуска						
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Давление на двигателе при запуске, мин. (20°C)	кПа	1500	1500	1500	1500	1500
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Нижний предел давления в пусковых баллонах	кПа	1600	1600	1600	1600	1600
Расход воздуха на запуск	Нм3	5.4	5i4	5.4	5.4	5.4

Примечания:

Примечание 1 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по расходу 5%.

Примечание 2 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C). Допуск по расходу 5% и допуск по температуре 10°C.

Примечание 3 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по отбору тепла охлаждающей водой 10%, допуск по тепловому излучению 20%. При проектировании теплообменников должны приниматься во внимание коэффициент загрязнения и эксплуатационный запас. При опционной арктической конфигурации воздушные холодильники в НТ контуре.

Примечание 4 При окружающих условиях в соответствии с IS0 15550. Низшая теплотворная способность топлива 42700 кДж/кг. С учетом насосов с приводом от двигателя (два насоса охлаждающей воды + насос смазочного масла). Допуск 5%.

ГД = Главный двигатель, привод винта на переменной частоте вращения

ВДГ = Вспомогательный двигатель, привод генератора

ДЭ = Дизель-электрическая установка, привод генератора

Данные могут меняться без уведомления.

3.4 Wärtsilä 14V31

Wartsila 14V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цилиндр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Мощность двигателя	кВт	8260	8540	8260	8540	8540
Среднеэффективное давление	МПа	3.03	3.01	3.03	3.01	3.01
Система воздуха сгорания (Прим. 1)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	14.56	15.11	14.56	15.11	15.11
Температура на подводе ГТН, макс.	°C	45	45	45	45	45
Температура воздуха после холодильника (TE 601)	°C	65	65	65	65	65
Система выхлопного газа (Прим. 2)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	14.98	15.54	14.98	15.54	15.54
Расход при 85% нагрузке	кг/сек	12.74	13.3	12.74	13.3	13.16
Расход при 75% нагрузке	кг/сек	11.48	11.9	11.48	11.9	11.34
Расход при 50% нагрузке	кг/сек	8.68	9.1	8.68	9.1	7.98
Температура после ГТН, 100% нагрузка (TE 517)	°C	275	273	275	273	273
Температура после ГТН, 85% нагрузка (TE 517)	°C	277	275	277	275	277
Температура после ГТН, 75% нагрузка (TE 517)	°C	284	282	284	282	295
Температура после ГТН, 50% нагрузка (TE 517)	°C	288	286	288	286	320
Противодавление, макс.	кПа	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Расчетный диаметр газохода для 35 м/сек	мм	917	933	917	933	933
Тепловой баланс (Прим. 3)						
Рубашка охлаждения, ВТ контур	кВт	805	865	805	865	865
Наддувочный воздух, ВТ контур	кВт	1502	1620	1502	1620	1620
Наддувочный воздух, НТ контур	кВт	2092	2152	2092	2152	2152
Смазочное масло, НТ контур	кВт	853	914	853	914	914
Тепловое излучение	кВт	230	239	230	239	239
Для опционных модификаций двигателя тепловой баланс может отличаться						
Топливная система (Прим. 4)						
Давление перед ТНВД (PT 101)	кПа	1000±100	1000±100	1000±100	1000±100	1000±100
Производительность насоса с приводом от двигателя (только двигатели, работающие на MDF)	м3/час	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
Вязкость HFO перед двигателем	сСт	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24
Температура HFO перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140
Вязкость MDF, мин.	сСт	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Температура MDF перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45
Расход топлива при 100% нагрузке, HFO	г/кВтч	173.5	174.4	174.0	174.9	174.4
Расход топлива при 85% нагрузке, HFO	г/кВтч	170.6	171.6	171.1	172.0	171.6
Расход топлива при 75% нагрузке, HFO	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	171.6

Расход топлива при 50% нагрузке, HFO	г/кВтч	182.3	183.3	182.8	183.8	178.5
Расход топлива при 100% нагрузке, MDF	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	173.5
Расход топлива при 85% нагрузке, MDF	г/кВтч	169.7	170.6	170.1	171.1	170.6
Расход топлива при 75% нагрузке, MDF	г/кВтч	171.6	172.5	172.0	173.0	170.6
Расход топлива при 50% нагрузке, MDF	г/кВтч	180.4	181.4	180.9	181.9	176.6
Количество утечного чистого топлива, MDF при 100% нагрузке	кг/ч	29.7	30.9	29.8	31.0	30.9
Количество утечного чистого топлива, HFO при 100% нагрузке	кг/ч	6.0	6.2	6.0	6.2	6.2
Система смазочного масла		420	420	420	420	420
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	40	40	40	40	40
Напор главного насоса, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	60	60	60	60	60
Давление предварительной смазки, ном. (PT 201)	кПа	35	35	35	35	35
Напор насоса предварительной смазки, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	70	70	70	70	70
Температура перед подшипниками, ном. (TE 201)	°C	82	82	82	82	82
Производительность главного насоса, с приводом от двигателя	м3/ч	164	170	164	170	189
Производительность главного насоса, резервного	м3/ч	160	160	160	160	160
Производительность насоса предварительной, 50 Гц / 60 Гц насоса	м3/ч	34.0 / 34.0	34.0 / 34.0	34.0 / 34.0	34.0 / 34.0	34.0 / 34.0
Объем масла, мокрый картер, ном.	м3	3.85	3.85	3.85	3.85	3.85
Объем масла в отдельном системном танке, ном.	м3	11.2	11.5	11.2	11.5	11.5
Расход масла (100% нагрузка), прибл.	г/кВтч	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Поток вентиляции картера при полной нагрузке	л/мин	3430	3430	3430	3430	3430
Противодавление вентиляции картера, макс.	кПа	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Объем масла в валоповоротном устройстве	литров	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0...6.8
Система водяного охлаждения						
Высокотемпературный контур водяного охлаждения						
Давление в двигателе, после насоса, ном. (PT 401)	кПа	397 +статич	397 +статич	397 +статич	397 +статич	397 +статич
Давление в двигателе, после насоса, макс. (PT 401)	кПа	600	600	600	600	600
Температура перед цилиндрами, прибл. (TE 401)	°C	S3	83	83	83	S3
Вода ВТ контура после двигателя, ном. (TE432)	°C	96	96	96	96	96
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	130	189	130	189	189
Перепад давления на двигателе, общий	кПа	210	210	210	210	210
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150
Объем воды в двигателе	м3					
Низкотемпературный контур водяного охлаждения						
Температура перед двигателем (TE 451)	°C	25... 38	25... 38	25... 38	25... 38	25 ... 38
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	130	130	130	130	130
Перепад давления на воздушном холодильнике (одноступенчатом)	кПа	41	41	41	41	41
Перепад давления на воздушном холодильнике	кПа	110	110	110	110	110

(двухступенчатом)						
Перепад давления на масляном холодильнике	кПа	115	115	115	115	115
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70... 150	70... 150	70... 150	70 ... 150	70... 150
Система воздушного запуска						
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Давление на двигателе при запуске, мин. (20°C)	кПа	1500	1500	1500	1500	1500
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Нижний предел давления в пусковых баллонах	кПа	1600	1600	1600	1600	1600
Расход воздуха на запуск	Нм3	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8

Примечания:

Примечание 1 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по расходу 5%.

Примечание 2 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C). Допуск по расходу 5% и допуск по температуре 10°C.

Примечание 3 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по отбору тепла охлаждающей водой 10%, допуск по тепловому излучению 20%. При проектировании теплообменников должны приниматься во внимание коэффициент загрязнения и эксплуатационный запас. При опционной арктической конфигурации воздушные холодильники в НТ контуре.

Примечание 4 При окружающих условиях в соответствии с IS0 15550 Низшая теплотворная способность топлива 42700 кДж/кг. С учетом насосов с приводом от двигателя (два насоса охлаждающей воды + насос смазочного масла). Допуск 5%.

ГД = Главный двигатель, привод винта на переменной частоте вращения

ВДГ = Вспомогательный двигатель, привод генератора

ДЭ = Дизель-электрическая установка, привод генератора

Данные могут меняться без уведомления.

3.5 Wärtsilä 16V31

Wartsila 16V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цил индр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Мощность двигателя	кВт	9440	9760	9440	9760	9760
Среднеэффективное давление	МПа	3.03	3.01	3.03	3.01	3.01
Система воздуха сгорания (Прим. 1)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	16.65	17.27	16.65	17.27	17.27
Температура на подводе ГТН, макс.	°C	45	45	45	45	45
Температура воздуха после холодильника (TE 601)	°C	65	65	65	65	65
Система выхлопного газа (Прим. 2)						
Расход при 100% нагрузке	кг/сек	17.12	17.76	17.12	17.76	17.76
Расход при 85% нагрузке	кг/сек	14.56	15.2	14.56	15.2	15.04
Расход при 75% нагрузке	кг/сек	13.12	13 6	13.12	13.6	12.96
Расход при 50% нагрузке	кг/сек	9.92	10.4	9.92	10.4	9.12
Температура после ГТН, 100% нагрузка (TE 517)	°C	275	273	275	273	273
Температура после ГТН, 85% нагрузка (TE 517)	°C	277	275	277	276	277
Температура после ГТН, 75% нагрузка (TE 517)	°C	284	262	284	262	295
Температура после ГТН, 50% нагрузка (TE 517)	°C	288	266	288	286	320
Противодавление, макс.	кПа	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Расчетный диаметр газохода для 35 м/сек	мм	981	997	981	997	997
Тепловой баланс (Прим. 3)						
Рубашка охлаждения, ВТ контур	кВт	920	969	920	989	989
Наддувочный воздух, ВТ контур	кВт	1717	1851	1717	1851	1851
Наддувочный воздух, НТ контур	кВт	2390	2459	2390	2459	2459
Смазочное масло, НТ контур	кВт	974	1045	974	1045	1045
Тепловое излучение	кВт	262	274	262	274	274
Для опционных модификаций двигателя тепловой баланс может отличаться						
Топливная система (Прим. 4)						
Давление перед ТНВД (PT 101)	кПа	1000*100	1000*100	1000*100	1000*100	1000*100
Производительность насоса с приводом от двигателя (только двигатели, работающие на MDF)	м3/час	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
Вязкость HFO перед двигателем	сСт	16...24	16...24	16...24	16...24	16...24
Температура HFO перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	140	140	140	140	140
Вязкость MDF, мин.	сСт	2.0	2.0	2,0	2.0	2.0
Температура MDF перед двигателем, макс. (TE 101)	°C	45	45	45	45	45
Расход топлива при 100% нагрузке, HFO	г/кВтч	173.5	174.4	174.0	174.9	174.4
Расход топлива при 85% нагрузке, HFO	г/кВтч	170.6	171.6	171.1	172.0	171.7
Расход топлива при 75% нагрузке, HFO	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	171.7
Расход топлива при 50% нагрузке, HFO	г/кВтч	182.3	183.3	182.8	183.8	178.6
Расход топлива при 100% нагрузке, MDF	г/кВтч	172.5	173.5	173.0	174.0	173.5

Wartsila 16V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цил индр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Расход топлива при 85% нагрузке, MDF	г/кВтч	169.7	170.6	170.1	171.1	170.7
Расход топлива при 75% нагрузке, MDF	г/кВтч	171.6	172.5	172.0	173.0	170.7
Расход топлива при 50% нагрузке, MDF	г/кВтч	180.4	181.4	180.9	181.9	176.7
Количество утечного чистого топлива, MDF при 100% нагрузке	кг/ч	34.0	35.3	34.1	35.4	35.3
Количество утечного чистого топлива, HFO при 100% нагрузке	кг/ч	6.8	7.1	6.9	7.1	7.1
Система смазочного масла						
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	420	420	420	420	420
Напор главного насоса, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	40	40	40	40	40
Давление предварительной смазки, ном. (PT 201)	кПа	60	60	60	60	60
Напор насоса предварительной смазки, включая потери в трубопроводах, макс.	кПа	35	35	35	35	35
Температура перед подшипниками, ном. (TE 201)	°C	70	70	70	70	70
Температура после двигателя, прибл.	°C	82	82	82	82	82
Производительность главного насоса, с приводом от двигателя	м3/ч	182	189	182	189	223
Производительность главного насоса, резервного	м3/ч	176	176	176	176	176
Производительность насоса предварительной, 50 Гц / 60 Гц насоса	м3/ч	38.0/38.0	38.0 / 38.0	38.0 / 38.0	38.0/38.0	38.0/38.0
Объем масла, мокрый картер, ном.	м3	4.4	4.4	4‘4	4A	4A
Объем масла в отдельном системном танке, ном.	м3	12 J	13.2	12.7	13.2	132
Расход масла (100% нагрузка), прибл.	г/кВтч	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Поток вентиляции картера при полной нагрузке	л/мин	3920	3920	3920	3920	3920
Противодавление вентиляции картера, макс.	кПа	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Объем масла в валоповоротном устройстве	литров	6.0...6.8	6.0...6.8	6.0 …6.8	6.0...6.8	6.0...6.8
Система водяного охлаждения						
Высокотемпературный контур водяного охлаждения						
Давление в двигателе, после насоса, ном. (PT 401)	кПа	373 +статич	373 +статич	373 +статич	373 +статич	373 +статич
Давление в двигателе, после насоса, макс. (PT 401)	кПа	600	600	600	600	600
Температура перед цилиндрами, прибл. (TE 401)	°C	63	83	83	83	83
Вода ВТ контура после двигателя, ном. (TE432)	°C	96	96	96	96	96
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	150	150	150	150	150
Перепад давления на двигателе, общий	кПа	210	210	210	210	210
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70...150	70...150	70...150	70...150	70...150
Объем воды в двигателе	м3					
Низкотемпературный контур водяного охлаждения						

Wartsila 16V31		ДЭ IMO Tier 2	ДЭ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ВДГ IMO Tier 2	ГД IMO Tier 2
Частота вращения двигателя **Цилиндровая мощность**	**Об/мин** **кВт/цил индр**	**720** **590**	**750** **610**	**720** **590**	**750** **610**	**750** **610**
Температура перед двигателем (TE 451)	°C	25 ... 38	25... 38	25 ... 38	25... 38	25 ... 38
Производительность насоса с приводом от двигателя, ном.	м3/ч	150	150	150	150	150
Перепад давления на воздушном холодильнике (одноступенчатом)	кПа	41	41	41	41	41
Перепад давления на воздушном холодильнике (двухступенчатом)	кПа	110	110	110	110	110
Перепад давления на масляном холодильнике	кПа	115	115	115	115	115
Перепад давления во внешней системе, макс.	кПа	100	100	100	100	100
Давление от расширительного танка	кПа	70 ... 150	70... 150	70... 150	70... 150	70... 150
Система воздушного запуска						
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Давление на двигателе при запуске, мин. (20°C)	кПа	1500	1500	1500	1500	1500
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000	3000	3000
Нижний предел давления в пусковых баллонах	кПа	1600	1600	1600	1600	1600
Расход воздуха на запуск	Нм3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3

Примечания:

Примечание 1 При условиях в соответствии с ISO 15550 температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ нтура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по расходу 5%.

Примечание 2 При условиях в соответствии с ISO 15550 температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C). Допуск по расходу 5% и допуск по температуре 10°C.

Примечание 3 При условиях в соответствии с ISO 15550 (температура окружающего воздуха 25°C, температура воды НТ контура 25°C) и 100% нагрузке. Допуск по отбору тепла охлаждающей водой 10%, допуск по тепловому излучению 20%. При проектировании теплообменников должны приниматься во внимание коэффициент загрязнения и эксплуатационный запас. При опционной арктической конфигурации воздушные холодильники в НТ контуре.

Примечание 4 При окружающих условиях в соответствии с IS0 15550. Низшая теплотворная способность топлива 42700 кДж/кг. С учетом насосов с приводом от двигателя (два насоса охлаждающей воды + насос смазочного масла). Допуск 5%.

ГД = Главный двигатель, привод винта на переменной частоте вращения

ВДГ = Вспомогательный двигатель, привод генератора

ДЭ = Дизель-электрическая установка, привод генератора

Данные могут меняться без уведомления.

4 Описание двигателя

4.1 Определения

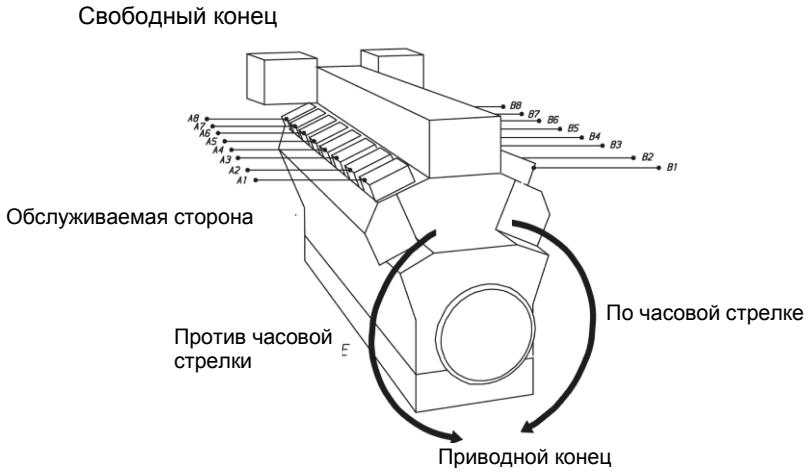


Рис. 4.1 Определения двигателя (V93C0028)

4.2 Основные компоненты и системы

Массогабаритные показатели двигателей указаны в Разделе *1.4 «Габариты и вес»*.

4.2.1 Блок цилиндров

Блок цилиндров для всех цилиндровых конфигураций представляет собой цельный литой компонент из шарового чугуна и служит опорой подвесного коленвала. Он имеет жесткую и долговечную конструкцию для восприятия внутренних усилий и обеспечения монтажа двигателя на амортизаторах без промежуточного фундамента. В блоке предусмотрены главные и боковые каналы воды и наддувочного воздуха. В блок также интегрированы корпуса подшипников распредвала. Двигатель оборудован взрывозащитными клапанами картера и пламегасителем.

Корпуса рамовых подшипников из шарового чугуна устанавливаются в блок снизу на двух шпильках с гидравлической затяжкой. Они фиксируются в блоке в продольном направлении сверху и снизу. Горизонтальные боковые винты с гидравлической затяжкой в нижних направляющих обеспечивают очень жесткую конструкцию рамовых подшипников.

Гидравлический домкрат с опорой в масляном картере обеспечивает возможность выемки и подъема корпусов рамовых подшипников, например, при их инспекции. Смазочное масло подводится к подшипникам и поршню через этот домкрат.

Масляный картер облегченной сварной конструкции крепится к блоку снизу. Двигатель может поставляться с картерами двух альтернативных конструкций, сухим или мокрым, в зависимости от типа установки. В мокром картере предусмотрена всасывающая труба к масляному насосу. Для мокрого картера имеются главная распределительный трубопровод смазочного масла, всасывающие патрубки и возвратные соединения для сепаратора.

Для сухого картера имеется главный распределительный трубопровод смазочного масла; с обоих концов сухого картера предусмотрен слив масла в отдельный системный танк.

Фиксирующие болты двигателя – на гидравлической затяжке для упрощения его монтажа на судовой фундамент как жестко, так и на амортизаторах.

4.2.2 Коленчатый вал

Линия коленвала состоит из нескольких компонентов: коленвала, противовесов, разъемной шестерни коленвала и механизма привода насосов.

Сам коленвал представляет собой цельнокованый компонент. Предусмотрен постоянный контроль температуры рамовых и мотылевых подшипников.

К каждой шейке коленвала крепятся противовесы. Благодаря высокой степени балансировки на всех подшипниках формируется равномерная и толстая масляная пленка.

Шатуны крепятся парами на одной шатунной шейке; размер шеек одинаковый вне зависимости от числа цилиндров.

Все коленвалы могут, при необходимости, быть оборудованы демпфером крутильных колебаний или вращающейся массой со свободного конца двигателя. Основным критерием проектирования коленвала является использование технологии «чистой стали», снижающей содержание шлакообразующих элементов и гарантирующей превосходную долговечность материала.

Центровка коленвала всегда выполняется на хорошо прогретом двигателе после его остановки.

4.2.3 Рамовые и мотылевые подшипники

Рамовые и мотылевые подшипники имеют трехкомпонентную конструкцию типа «свинец и бронза на стали» и мягким опорным слоем. Подшипники имеют сурьмяное напыление для защиты от коррозии. На поверхности подшипника проступают следы даже незначительных дефектов при обкатке двигателя. Это не оказывает негативного влияния на работу подшипников. Функция беспроводного контроля температуры мотылевого подшипника в реальном времени BEB Monitoring предусмотрена в качестве стандарта.

4.2.4 Цилиндровая втулка

Цилиндровые втулки изготавливаются центробежным литьём из специального серого чугуна. Верхняя часть втулки оборудована водяной полостью для распределения охлаждающей воды через каналы охлаждения. Это обеспечивает эффективный контроль температуры втулки.

Охлаждающий распылитель внутри цилиндровой втулки производит впрыск масла под поршень; таким образом происходит охлаждение поршня и смазка подшипника поршневого пальца через масляные каналы в верхней части шатуна.

4.2.5 Поршень

Поршень сделан из композитного материала – юбка из шаровидного чугуна, головка поршня из стали. Система смазки юбка поршня с масляными каналами в канавке юбки производит смазку юбки поршня и цилиндровой втулки. Головка поршня охлаждается распылителями, как указано выше. Канавки поршневых колец подвергаются закалке.

4.2.6 Поршневые кольца

Комплект поршневых колец, установленных в головке поршня, состоит из двух направленных компрессионных колец и одного подпружиненного сообразного маслосъемного кольца. Рабочие поверхности компрессионных колец имеют хромированное керамическое покрытие.

4.2.7 Крышка цилиндра

Цилиндровая крышка перекрестного потока выполнена из чугуна. Механическая нагрузка поглощается высокотемпературной поверхностью, которая, вместе с верхней составляющей, и боковыми сторонами образуют жесткую замкнутую область, в

четырёх углах которой расположены гидравлически затягиваемые шпильки цилиндровой крышки. Седла выпускных клапанов и высокотемпературная поверхность имеют эффективное прямое водяное охлаждение. Кольца седел клапанов выполнены из стального сплава для большего сопротивления износу. Все клапаны имеют гидравлический привод; они оборудованы направляющими с пружинами и ротокапами.

Воздухоприемник установлен в хот-боксе, включая изогнутые патрубки с интегрированной гидравликой и подающие патрубки наддувочного воздуха.

К цилиндровой крышке подсоединены следующие компоненты:

- Компоненты системы наддувочного воздуха для бокового воздухоприемника
- Выхлопной патрубок для выхлопной системы
- Кольцевой канал охлаждающей воды
- Патрубок с соединениями насоса высокого давления

4.2.8 Распределительный вал и клапанный механизм

Кулачки заштампованы в металл вала. Шейки выполнены в виде отдельных компонентов, которые крепятся к кулачкам фланцевыми соединениями. Корпуса подшипников интегрированы в отливке блока цилиндров, поэтому практически закрыты. Монтаж и демонтаж подшипников выполняется гидравлическим приспособлением. Крышки распредвала (одна на каждый цилиндр) уплотнены по отношению к блоку цилиндра замкнутым уплотнителем круглого сечения. Толкатели клапана – поршневого типа, с саморегулирующимся роликом по отношению к кулачку для равномерного распределения контактного напряжения. Впускные и выпускные клапан подвергаются специальной паровой закалке; они имеют твердую поверхность соприкосновения с кольцами, обеспечивающую долговечность. Пружины клапана обеспечивают динамическую устойчивость механизма клапана.

Бесшаговый клапанный механизм обеспечивает возможность управления временем раскрытия с впускного, и выпускного клапанов. Это позволяет регулировать оптимальную фазу продувки. Это решение необходимо для обеспечения наилучшего и сбалансированного состава выбросов, расхода топлива, эксплуатационной гибкости и приемистости при поддержании тепловой и механической надежности. Такая конструкция обеспечивает значительно более долгие интервалы техобслуживания, снижает тепловое и механическое напряжение на большинство компонентов клапанного механизма.

4.2.9 Привод распределительного вала

Привод распредвала осуществляется через зубчатую передачу от коленвала.

4.2.10 Турбонаддув и охлаждение наддувочного воздуха

Выбранная 2-х ступенчатая система турбонаддува обеспечивает идеальное сочетание высокой степени сжатия и хорошего КПД и на полной, и на долевых нагрузках. Газотурбонагнетатели могут устанавливаться со свободного или с приводного конца двигателя. Для промывки ГТН во время эксплуатации двигатель в стандартном исполнении оборудован водяным промывочным устройством, как с воздушной (компрессор) стороны, так и с выхлопной (турбина) стороны низкого давления и с выхлопной (турбина) стороны высокого давления. Промывочное устройство подсоединяется к внешнему промывочному блоку. ГТН поставляется с втулочными подшипниками, что обеспечивает простоту обслуживания блока со стороны компрессора. Смазка ГТН осуществляется смазочным маслом двигателя по интегрированным масляным каналам.

Разгрузочный клапан выхлопного газа (EWG) управляет перепуском выхлопного газа для стороны турбины высокого давления и низкого давления. Разгрузочный клапан также необходим для двигателей, оборудованных системой очистки выхлопного газа с помощью избирательного каталитического восстановления.

При помощи разгрузочного клапана наддувочного воздуха (AWG) производится стравливание воздуха из системы наддува; таким образом происходит контроль давления наддувочного воздуха и поддерживается достаточный запас против ухода компрессора низкого давления в зону помпажа. Управление давлением наддувочного воздуха применяется во избежание избыточного давления воздуха для предотвращения слишком высокого давления сгорания.

Бесшаговый перепускающий клапан наддувочного воздуха (ABP) применяется во всех типах установок с двигателями данного типа для предотвращения помпажа компрессора ГТН в случае резкого сброса нагрузки двигателя. Когда перепускающий клапан раскрывается часть наддувочного воздуха выпускается в поток выхлопного газа.

Система турбонаддува SPEX (Single Pipe Exhaust system) сочетает в себе преимущества как импульсной системы, так и системы постоянного давления. Выхлопной коллектор полностью помещается в теплоизоляционном кожухе, что обеспечивает низкую температуру поверхности двигателя.

Воздушные холодильники состоят из 2-ступенчатого холодильника низкого давления (LP CAC) между компрессорами низкого и высокого давления и 1-ступенчатого холодильника высокого давления (HP CAC) между компрессором высокого давления и ресивером наддувочного воздуха. Холодильника низкого давления охлаждается водой НТ контура, а в некоторых случаях водой и НТ, и ВТ контуров. Холодильник высокого давления всегда охлаждается водой НТ контура. В обоих контурах используется пресная вода.

Дополнительные сведения приведены в главе *Система турбонаддува и выхлопного газа*.

4.2.11 Топливное оборудование

В хот-боксе установлена вся топливная аппаратура и системные трубопроводы, что обеспечивает максимальную надежность и безопасность при использовании подогреваемого тяжелого топлива. В системе, оптимизированной под скорость подачи топлива, необходимую для системы электронного впрыска двигателей Wärtsilä, давление топлива нагнетается в ТНВД, откуда оно поступает в форсунки. Система состоит, в зависимости от цилиндровой конфигурации, из разного количества ТНВД, установленных со стороны кожуха насосов двигателя. От ТНВД топливные трубки высокого давления проходят к цилиндровым крышкам.

На выходном патрубке установлен клапанный блок, включая предохранительный и понижающий клапан (PDSV), циркуляционный клапан (CV) клапан сброса давления топлива. предохранительный и понижающий клапан работает в качестве механического предохранительного устройства; изменение объема топлива понижает давление в системе. Форсунки имеют электронное управление, время раскрытия распылителя запрограммировано в системе управления. Соленоид форсунки имеет собственную систему управления.

4.2.12 Система смазочного масла

Внутренняя система смазочного масла двигателя состоит из насоса с приводом от двигателя, насоса предварительной прокачки с электроприводом, термостатного клапана, фильтров и масляного холодильника. Насосы смазочного масла установлены со свободной стороны двигателя, а автоматический фильтр, холодильник и термостатный клапан интегрированы в единый модуль.

4.2.13 Система водяного охлаждения

Система водяного охлаждения разделена на низкотемпературный (НТ) и высокотемпературный (ВТ) контуры.

В двигателях, работающих при стандартных окружающих условиях, водой ВТ контура охлаждаются цилиндры (рубашка охлаждения) и первая ступень 2-х ступенчатого воздушного холодильника низкого давления. Водой НТ контура охлаждается масляный

холодильник, вторая ступень 2-х ступенчатого воздушного холодильника низкого давления и одноступенчатый воздушный холодильник высокого давления.

В двигателях, работающих при холодных условиях водой ВТ контура охлаждаются цилиндры (рубашка охлаждения). Насос воды ВТ контура прокачивает воду через контур, а термостатный клапан, установленный во внутренней системе охлаждения, контролирует температуру воды на выходе из контура. Водой НТ контура охлаждается масляный холодильник, вторую ступень 2-х ступенчатого воздушного холодильника низкого давления, одноступенчатый воздушный холодильник высокого давления и первую ступень 2-х ступенчатого воздушного холодильника низкого давления. Термостатный клапан НТ контура установлен во внешней системе охлаждения; он контролирует температуру воды на входе в двигатель для обеспечения правильной температуры в ресивере наддувочного воздуха.

4.2.14 Выхлопные патрубки

Патрубки выхлопного коллектора выполнены из специального жаропрочного шарового чугуна.

Выхлопная система полностью закрыта изоляционными кожухами, состоящими из легкосъемных панелей. В качестве изоляционного материала применяется минеральная вата.

4.2.15 Система автоматики

Двигатель Wärtsilä 31 оборудован электронной системой управления UNIC. Система UNIC имеет аппаратно реализованный интерфейс функций управления и программируемый шинный интерфейс АПС и контроля параметров. Дополнительно в системе UNIC предусмотрено управление впрыском топлива для двигателей с форсунками, оптимизированными под скорость подачи топлива, необходимую для системы электронного впрыска.

Дополнительные сведения приведены в главе *Система автоматики*.

4.3 Ожидаемые интервалы техобслуживания и сроки службы

Следующие интервалы техобслуживания и сроки службы приведены исключительно для общего сведения. Фактические величины будут отличаться в зависимости от условий эксплуатации. Ожидаемые сроки службы компонентов отредактированы для соответствия интервалам техобслуживания.

В данном перечне тяжёлое топливо соответствует спецификации HFO2, приведенной в соответствующей главе.

4.3.1 Интервалы техобслуживания и ожидаемые сроки службы

Таблица 4-1 Интервалы техобслуживания и ожидаемые сроки службы

Компонент	Интервалы инспекции или техобслуживания, ч		Ожидаемые сроки службы, ч 1)	
	HFO	LEO	HFO	LEO
Поршень	24000	32000	мин. 72000	мин. 96000
Поршневые кольца	24000	32000	24000	32000
Цилиндровая втулка	24000	32000	96000	128000
Цилиндровая крышка	24000	32000	48000..96000	64000...128000
Впускной клапан	24000	32000	24000	32000
Выпускной клапан	24000	32000	24000	32000
Рамовый подшипник	24000	32000	48000	64000
Мотылевый подшипник	24000	32000	24000	32000
Втулка промежуточной шестерни	64000	64000	64000	64000
Подшипники уравновешивающего	32000	32000	32000	32000

вала				
Форсунка (изнашивающиеся компоненты)	8000	8000		
ТНВД	24000	24000	24000	24000

ПРИМЕЧАНИЕ

1) Достижимые сроки службы сильно зависят от условий эксплуатации, средней нагрузки двигателя, качества топлива, системы топливоподготовки, выполнения техобслуживания и т.д.

4.4 Хранение двигателя

При поставке производится консервация двигателя с помощью средства VCI и брезента. При необходимости хранения долее 3 месяцев просим обращаться за рекомендациями в компанию Wärtsilä Finland Oy.

5 Разработка, обработка и установка трубопроводов

Данная глава содержит общие рекомендации по разработке, конструкции и установке трубопроводных систем, которые, однако, не исключает других решений, во всяком случае, из аналогичных стандартов. Инструкции относительно конкретной установки входят в Инструкцию по монтажу, поставляемую с каждой установкой.

Трубы для топлива, смазочного масла, пресной воды и сжатого воздуха обычно изготовляются без шва из углеродистой стали (стандарт DIN 2448), а бесшовные точные трубы – из углеродистой или нержавеющей стали (стандарт DIN 2391), трубы выхлопного газа обычно сварные, из кортена или углеродистой стали (стандарт DIN 2458). Трубы для забортной воды должны быть изготовлены из медно-никелевых сплавов или стали, подвергнутой глубокой горячей оцинковке.

	ПРИМЕЧАНИЕ
	Трубы системы водяного охлаждения не должны быть оцинкованы со стороны пресной воды!

Следует внимательно рассмотреть аспекты опасности возникновения пожара. Трубы подачи топлива и возвратные линии должны быть спроектированы таким образом, чтобы устанавливаться без натяжения. Гибкие шланги должны быть одобрены классификационным обществом. Спереди шланга (шлангов) необходимо установить продувочный вентиль, если гибкие шланги используются в системе сжатого воздуха.

Рекомендуется перед началом строительства составить план прокладки трубопроводов.

Следует принять во внимание следующие аспекты:

- Необходимо исключить «карманы». Если это невозможно, следует установить сливные пробки и воздухоудалители.
- Сливные трубы утечного топлива должны иметь непрерывный уклон.
- Вентиляционные трубы должны непрерывно подниматься.
- Следует использовать фланцевые соединения, для точных труб – соединения с врезными кольцами.

Необходимо предусмотреть возможность доступа для технического обслуживания, пространство для демонтажа клапанов, охладителей и других устройств. Фланцевые соединения и другие сочленения должны располагаться так, чтобы демонтаж оборудования мог производиться без больших затруднений.

5.1 Размеры труб

При выборе размеров трубы, принимается во внимание:

- Материал трубы и её сопротивляемость коррозии/эрозии.
- Допустимая потеря давления в контуре в зависимости от нагнетания насоса.
- Требуемая высота столба жидкости над всасывающим патрубком насосов (NPSH) и всасывающих линий.
- В трубах маленьких размерах максимально допустимая скорость течения обычно несколько меньше, чем в больших трубах такой же длины.
- Для труб с забортной водой скорость течения не должна быть меньше 1 м/с в связи с повышенным риском засорения и язвенной коррозии.
- В разомкнутых контурах скорость течения во всасывающей трубе обычно составляет 2/3 от скорости течения в подающей трубе.

Таблица 5.1 Рекомендуемые максимальные скорости потоков с подающей стороны насосов

Система трубопровода	Материал трубопровода	Максимальная скорость потока [м/с]
Топливные трубопроводы (дизельного топлива и тяжёлого топлива)	Сталь	1.0
Трубопроводы смазочного масла	Сталь	1.5
Трубопровод с пресной водой	Сталь	2.5
Трубопровод с забортной водой	Оцинкованная сталь	2.5
	Алюминиевая латунь	2.5
	Медно-никелевый сплав 10/90	3.0
	Медно-никелевый сплав 70/30	4.5
	Обрезиненные трубы	4.5

ПРИМЕЧАНИЕ

Диаметр трубопроводов для газообразного топлива зависит только от допустимой потери давления в трубопроводе, которую необходимо специально рассчитать для проекта.

Размер трубопроводов сжатого воздуха должен рассчитываться отдельно для каждого проекта. Выбор размера труб может основываться на скорости потока воздуха или перепаде давления. В случае с каждым трубопроводом рекомендуется проверка размера с применением обоих методов для того чтобы не выходить за пределы, определяемые каждым из них.

Расчет на основе скорости потока воздуха: Для сухого воздуха практический опыт показывает разумную величину скорости потока 25...30 м/сек, однако ее нужно рассматривать как максимальную, после которой появляются проблемы с шумом и эрозией, в особенности при неосушенном воздухе. Даже эти скорости потока могут оказаться высокими относительно их влияния на перепад давления. В длинных трубопроводах часто необходимо ограничить скорость до 15 м/сек для ограничения перепада давления.

Расчет на основе перепада давления: Практика подсказывает, что перепад давления от баллона пускового воздуха до подвода на двигателе не должен превышать 0.1 МПа (1 Бар) при давлении в баллоне 3 МПа (30 Бар).

Важно, чтобы давление воздуха управления, подводимого к некоторым важным устройствам управления, не падало ниже номинального, указанного в главе *«Система сжатого воздуха»* из-за перепада давления трубопроводе.

5.2 Подогрев трубопроводов

Нижеследующие трубопроводы должны быть оборудованы подогревом (паровым, масляным или электрическим). Должна существовать возможность отключать обогрев трубопроводов.

- Все трубы для тяжёлого топлива
- Все трубы для утечного тяжелого топлива и промывочные трубы фильтра тяжёлого топлива.

5.3 Класс давления

Класс давления трубопровода должен равняться или превышать максимальное рабочее давление, которое должно равняться или превышать самое высокое рабочее давление. самое высокое рабочее давление должно быть равно уставке предохранительного клапана системы.

Расчётное давление определяется для компонент, которые не имеют категории в соответствии с классом давления, это давление также используется для определения давления при испытаниях. Также расчётное давление должно равняться или превосходить максимальное давление.

Давление в системе может:

- Создаваться объёмным насосом
- Быть комбинацией статического давления и давления в самой верхней точке характеристической кривой центробежного насоса
- Повышаться в замкнутой системе при нагреве жидкости

В данной инструкции чертежи сопровождаются таблицами с указанием класса давления соединений. Класс давления соединения может быть выше чем класс давления, требующийся для трубопровода.

Пример 1:

Давление топлива перед двигателем должно быть 0.7 мПа (7 бар). Предохранительный фильтр, находящийся в забитом состоянии, может вызвать потерю давления 0.1 мПа (1 бар). Измеритель вязкости, нагреватель и трубопровод могут привести к потере давления 0.25 мПа (2.5 бар). Следовательно, давление на выходе центробежных насосов может подняться до 1.05 мПа (10.5 бар), тогда предохранительный клапан насоса должен быть выставлен, например, на 1.2 мПа (12 бар).

- Минимальное расчётное давление составляет 1.2 мПа (12 бар).
- Выбирается ближайший класс давления трубы – PN16
- Испытательное давление для трубы обычно составляет 1.5 × расчётное давление = 1.8 мПа (18 бар).

Пример 2:

Давление насоса охлаждающей воды со стороны всасывания составляет 0.1 мПа (1 бар). Высота нагнетания насоса – 0.3 мПа (3 бара), что приводит к величине нагнетания 0.4 мПа (4 бара). Самая высокая точка кривой накачки (почти нулевой расход) на 0.1 мПа (1 бар) выше номинальной точки, и соответственно, давление на выходе может повыситься до 0.5 мПа (5 бар) (при закрытых или дросселированных клапанах).

- Минимальное расчётное давление составляет 0.5 мПа (5 бар).
- Выбирается ближайший класс трубы – PN6
- Испытательное давление для трубы обычно составляет 1.5×расчётное давление = 0.75 мПа (7.5 бар).

Стандартные классы давления: PN4, PN6, PN10, PN16, PN25, PN40, и т.д.

5.4 Класс трубы

Классификационные общества подразделяют системы трубопроводов на разные классы (DNV) или группы (ABS) в зависимости от давления, температуры и рабочей среды. Класс трубы может устанавливать:

- Используемый тип соединений
- Термическую обработку

- Технологию сварки
- Метод тестирования

Системы с высокими расчётными давлениями и температурами и опасным содержимым принадлежат к классу I (или группе I), остальные ко II или III классу в зависимости от применения. Требования к качеству самые высокие для класса I.

Примеры классов трубопроводных систем согласно стандарту DNV представлены в таблице ниже.

Таблица 5.2 Классы систем трубопроводов в соответствии с правилами DNV

Содержимое	Класс I		Класс II		Класс III	
	мПа (бар)	˚C	мПа (бар)	˚C	мПа (бар)	˚C
Пар	> 1.6 (16)	или > 300	< 1.6 (16)	и < 300	< 0.7 (7)	и < 170
Огнеопасная жидкость	> 1.6 (16)	или > 150	< 1.6 (16)	и < 150	< 0.7 (7)	и < 60
Другое	> 4 (40)	или > 300	< 4 (40)	и < 300	< 1.6 (16)	и < 200

5.5 Изоляция

Следующие трубы должны быть изолированы:

- Все обогреваемые трубы
- Трубы выхлопного газа
- Открытые участки труб, температура которых > 60 ˚C

Изоляция также рекомендована для:

- Труб между двигателем или масляным танком системы и сепаратором смазочного масла
- Труб между двигателем и подогревателем воды рубашки охлаждения

5.6 Местные измерительные приборы

Местные термометры следует установить везде, где происходит изменение температуры, то есть перед и после теплообменников, и т.д.

Датчики давления следует установить со стороны всасывания и напорной стороны для каждого насоса.

5.7 Процедуры очистки

Необходимо проинструктировать производителей и сборщиков по вопросам обращения, очистки и защиты систем трубопроводов.

5.7.1 Чистота во время монтажа

Перед загрузкой на борт для установки все трубопроводы должны проверяться и очищаться. В течение срока строительства необходимо поддерживать чистоту незавершенных систем трубопроводов. Открытые концы труб должны быть закрыты временными заглушками. Возможный мусор должен удаляться подходящим методом. Необходимо проинспектировать и убедиться в чистоте всех танков до их заполнения топливом, маслом или водой.

В таблице ниже приведен обзор методов очистки трубопроводов:

Таблица 5.3 Очистка труб

Система, содержащая:	Методы
Жидкое топливо	A,B,C,D,F
Смазочное масло	A,B,C,D,F
Пусковой воздух	A,B,C
Охлаждающую воду	A,B,C
Выхлопной газ	A,B,C
Наддувочный воздух	A,B,C

1) В случае углеродистой стали

Методы, применяемые при производстве трубных заготовок

A = Промывка щелочным раствором в горячей воде при 80 ˚C для удаления смазки (только если трубы были смазаны)

B = Удаление ржавчины и накипи при помощи стальной щётки (не требуется для точных бесшовных труб)

D = Травление (не требуется для высокоточных бесшовных труб)

Методы, применяемые после установки на борту

C = Продувка сжатым воздухом

F = Промывка

5.7.2 Травление

Трубные заготовки подвергают травлению перед установкой на борту.

Трубы травят в растворе кислоты (10% соляная кислота и 10% формальдегидный ингибитор) в течение 4-5 часов, промывают в горячей воде и насухо продуваются сжатым воздухом.

После кислотной обработки трубы обрабатывают щёлочью (10% каустической соды и 50 грамм трифосфата натрия на литр воды) в течение 20 минут при 40…50˚C, промывают горячей водой и насухо продувают сжатым воздухом.

После травления на всех стадиях работы должна соблюдаться чрезвычайная чистота.

5.8 Упругие соединения трубопроводов

Упругие соединения под давлением, несущие огнеопасные жидкости или сжатый воздух должны быть утверждённого типа. Необходимо уделить огромное внимание правильности установки упругих соединений труб между двигателями на амортизаторах и корабельным трубопроводами.

- Упругие соединения труб запрещено скручивать
- Установочная длина упругих соединений труб должна быть точной
- Должен соблюдаться минимальный радиус загиба
- Трубопровод должен быть концентрически выровнен
- Необходимо соблюдать направление потока, если это установлено требованиями
- Соединяемые фланцы должны быть очищены от ржавчины, заусенцев и антикоррозионных покрытий
- Необходимо затягивать болты крест-накрест, в несколько этапов
- Гибкие элементы запрещено окрашивать
- Резиновые сильфоны необходимо защищать от попадания масла и топлива

- Рядом с гибкими соединениями трубопровод должен быть жёстко закреплён.

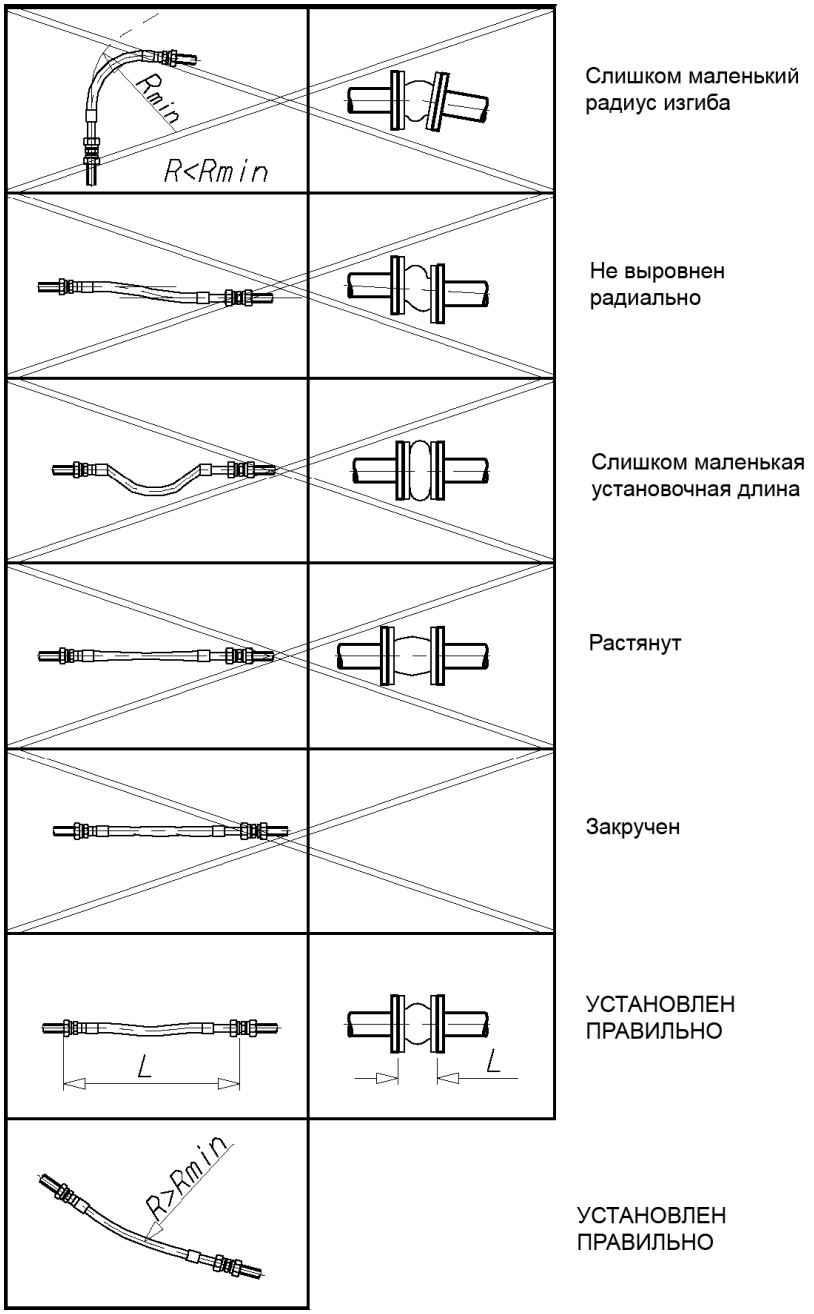


Рис. 5-1 Упругие шланги

5.9 Крепление труб

Крайне важно фиксировать трубы к жёстким конструкциям поблизости от упругих соединений труб, чтобы предотвратить повреждение под действием вибрации. Необходимо следовать следующим рекомендациям:

- Крепления труб и опоры, ближайшие к двигателю, должны быть очень жесткими, они привариваются к стальным конструкциям фундамента.
- Первая опора должна быть расположена как можно ближе, насколько это возможно, к упругому соединению. Следующая опора располагается в 0.3-0.5 метрах от первой опоры.
- Первые три опоры, ближайшие к двигателю или генераторной установке должны быть неподвижными опорами. После этих трёх неподвижных опор там, где это

необходимо, используют скользящие опоры, чтобы допускать тепловое расширение трубы.

- Опоры никогда не привариваются непосредственно к трубе. Для гибких соединений следует использовать либо трубные хомуты, либо фланцевые опоры.

Примеры конструкций опор для фланцев показаны на рисунке 5.2. Типичный трубный хомут для неподвижной опоры показан на рисунке 5.3. Трубные хомуты изготавливают из стали; недопустимо использовать пластиковые или подобные зажимы.

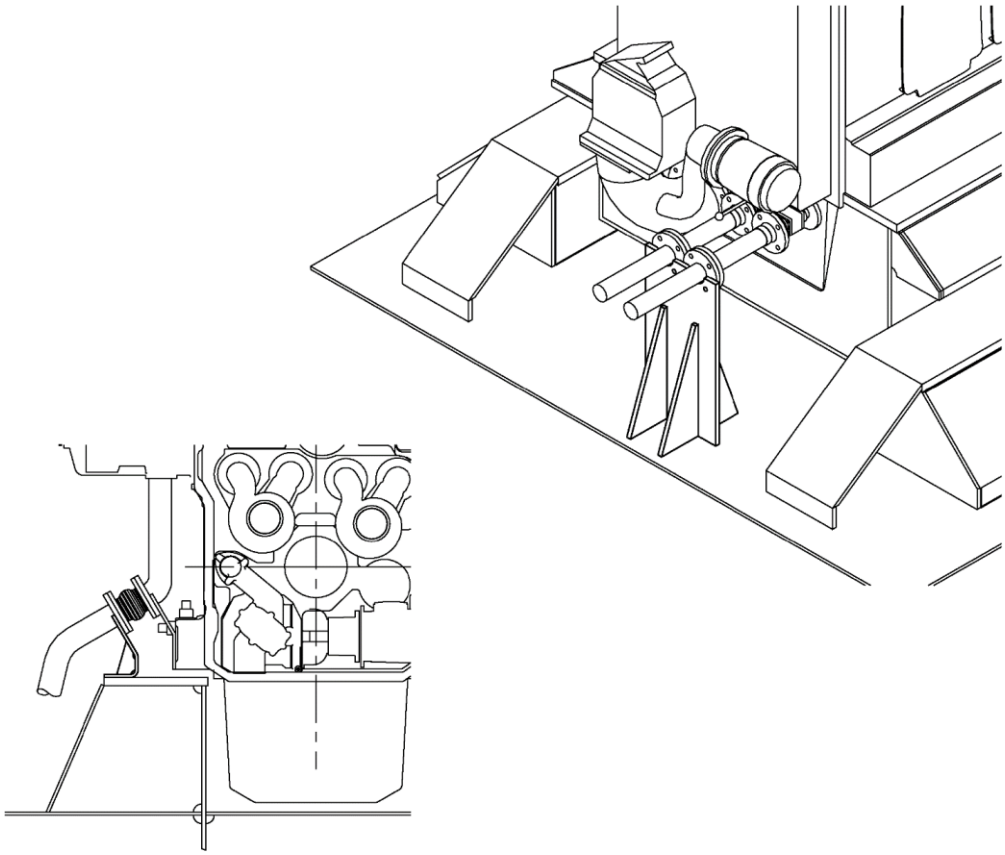
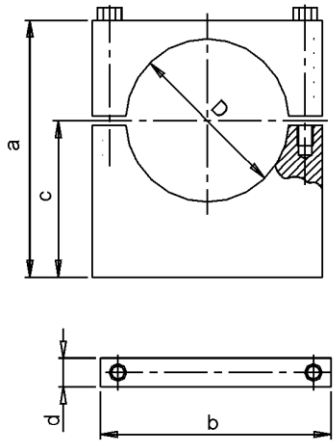


Рис. 5.2 Опоры фланцев упругих соединений труб (4V60L0796)



DN	d_u [мм]	D [мм]	a [мм]	b [мм]	c [мм]	d [мм]	БОЛТЫ
25	33.7	35	150	80	120	25	M10x50
32	42.4	43	150	75	120	25	M10x50
40	48.3	48	154.5	100	115	25	M12x60
50	60.3	61	185	100	145	25	M12x60
65	76.1	76.5	191	115	145	25	M12x70
80	88.9	90	220	140	150	30	M12x90
100	114.3	114.5	196	170	121	25	M12x100
125	139.7	140	217	200	132	30	M16x120
150	168.3	170	237	240	132	30	M16x140
200	219.1	220	295	290	160	30	M16x160
250	273.0	274	355	350	190	30	M16x200

d_u = Внешний диаметр трубы

Рис. 5.3 Трубный зажим для неподвижной опоры (4V61H0842)

6 Топливная система

6.1 Допустимые характеристики топлива

Технические характеристики топлива основаны на стандарте ISO 8217:2012 (E). Обратите внимание, что несколько дополнительных характеристик, не включённых в этот стандарт, приведено в таблицах. Максимальную температуру топлива на подводе к двигателю см. в главе Технические данные.

В топливе не должно содержаться добавок или химических отходов, которые угрожают безопасности установки или отрицательно влияют на выходные параметры двигателя, представляют угрозу для персонала или усугубляют загрязнение воздуха.

6.1.1 Морское дизельное топливо (MDF)

Классами дистиллята топлива являются ISO-F-DMX, DMA, DMZ, DMB. Эти классы дистиллята относятся к морскому дизельному топливу (MDF, Marine Diesel Fuel).

Классы дистиллятного топлива, указанные выше, могут быть описаны следующим образом:

- DMX: топливо которое может применяться при температуре окружающего воздуха до -15°C без подогрева. На торговом флоте его использование ограничивается двигателям спасательных шлюпок и некоторых аварийных устройств в связи с пониженной температурой вспышки. Низкая температура вспышки, не соответствующая требованиям SOLAS также может не позволять его использование в других судовых установках, если только при проектировании топливной системы не соблюдаются специальные требования. Кроме того, низкая вязкость (мин. 1.4 сСт) не позволяет использовать его в двигателях без охлаждения, достаточного для соответствия требованиям по минимальной вязкости на подводе к топливной аппаратуре двигателя.
- DMA: высококачественное дистиллятное топливо, обычно именуемое MGO (Marine Gas Oil).
- DMZ: высококачественное дистиллятное топливо, обычно именуемое MGO (Marine Gas Oil). Альтернативный сорт топлива для двигателей, для которых требуется вязкость более высокая, чем установлена для сорта DMA.
- DMB: топливо общего назначение, в котором могут содержаться остаточные следы тяжелых фракций; оно предназначено для двигателей, конструктивно не предназначенных для работы на тяжелом топливе. Обычно именуется MDO (Marine Diesel Oil).

Таблица 6.1 Характеристики дизельного топлива MDF

Показатель	Единица измерения	ISO-F-DMA	ISO-F-DMZ	ISO-F-DMB	Метод испытания
Вязкость перед насосами впрыска топлива, мин.1)	сСт	2.0	2.0	2.0	
Вязкость перед насосами впрыска топлива, макс.1)	сСт	24	24	24	
Вязкость при 40˚C, мин.	сСт	2	3	2	
Вязкость при 40˚C, макс.	сСт	6	6	11	ISO 3104
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м3	890	890	900	ISO 3675 или 12185
Цетановое число, мин.		40	40	35	ISO 4264

Показатель	Единица измерения	ISO-F-DMA	ISO-F-DMZ	ISO-F-DMB	Метод испытания
Сера, макс.	% от массы	1.5	1.5	2.02)	ISO 8574 или 14596
Температура вспышки, мин.	˚C	60	60	60	ISO 2719
Сероводород, макс. 2)	мг/кг	2	2	2	IP 570
Щелочное число, макс.	мг KOH/г	0.5	0.5	0.5	ASTM D664
Общий фактический осадок при горячей фильтрации, макс.	% от массы	-	-	0.13)	ISO 10307-1
Устойчивость к окислению, макс.	г/м3	25	25	254)	ISO 12205
Коксовый остаток при 10% объёме осадка дистиллята, макс.	% от массы	0.30	0.30	-	ISO 10370
Коксовый остаток, микрометод макс.	% от массы	-	-	0.30	ISO 10370
Температура потери текучести, зимнее качество, макс. 5)	˚C	-6	-6	0	ISO 3016
Температура потери текучести, летнее качество, макс. 5)	˚C	0	0	-6	ISO 3016
Внешний вид	-	Прозрачное и незамутненное 6)		3) 4) 7)	
Содержание воды	% объем	-	-	0.33)	ISO 3733
Зольность, макс.	% от массы	0.01	0.01	0.01	ISO 6245
смазывающая способность, диаметр пятна износа (wsd 1.4) при 60°C, макс.8)	µm	520	520	5207)	ISO 12156-1

Примечания:

1) Дополнительные требования, установленные Wärtsilä, которые не включены в спецификацию стандарта ISO

2) Дата вступления в силу требований по соответствию – 1 июля 2012 г. до этого указанная величина приводится для информации.

3) Если образец непрозрачный и мутный, потребуются испытания на осадок при горячей фильтрации и содержание воды.

4) Если образец непрозрачный и мутный, испытание выполняться не может и предел устойчивости к окислению не определяется.

5) Следует убедиться, что температура потери текучести подходит для установленного двигателя, особенно если судно работает в холодном климате.

6) Если образец окрашен и непрозрачен потребуются испытания на содержание воды в соответствии с ISO 12937.

7) Если образец непрозрачный и мутный, испытание выполняться не может и предел смазывающей способности не определяется.

8) Требование относится к топливу с содержанием серы ниже 500 мг/кг (0.050% массы)

6.1.2 Тяжелое топливо (HFO)

Сорта топлива из остаточных фракций называются тяжелым топливом (HFO). спецификация HFO 2 относится к категориям от ISO-F-RMA 10 до RMK 700. Сорта топлива, соответствующие спецификации HFO 1 допускают более длительные интервалы техобслуживания некоторых компонентов двигателя по сравнению с HFO 2.

Таблица 6.2 Характеристики тяжелого топлива

Показатель	Единица измерения	Предел HFO 1	Предел HFO 2	Метод испытания
Вязкость перед насосами впрыска 1)	сСт	16...24	16...24	
Вязкость при 500C, макс.	сСт	700	700	ISO 3104
Плотность при 150C, макс.	кг/м3	991 / 1010 2)	991 / 1010 2)	ISO 3675 или 12185
Индекс CCAI, макс.3)		850	870	ISO 8217, Приложение F
Сера, макс. 4)5)	% от массы	Конвенционные требования		ISO 8754 или 14596
Температура вспышки, мин.		60	60	ISO 2719
Сероводород, макс. 6)	мг/кг	2	2	IP 570
Щелочное число, макс.	мг KOH/г	2.5	2.5	ASTM 0664
Общий возможный осадок, макс.	% от массы	0.1	0.1	ISO 10307-2
Коксовый остаток, микрометод, макс.	% от массы	15	20	ISO 10370
Асфальтены, макс. 1)	% от массы	8	14	ASTM D 3279
Температура потери текучести (верхняя), макс. 7)		30	30	ISO 3016
Вода, макс.	% от объема	0.5	0.5	ISO 3733 или ASTM D6304-C 1)
Вода на входе в двигатель, макс. 1)	% от объема	0.3	0.3	ISO 3733 или ASTM D6304-C 1)
Зольность, макс.	% от массы	0.05	0.15	ISO 6245 или LPI 001 1)
Ванадий, макс. 5)	мг/кг	100	450	ISO 14597 или IP 501 или IP 470
Натрий, макс. 5)	мг/кг	50	100	IP 501 или IP 470
Натрий на входе в двигатель, макс. 1) 5)	мг/кг	30	30	IP 501 или IP 470
Алюминий + Кремний, макс.	мг/кг	30	60	ISO 10478 или IP 501 или IP 470
Алюминий + Кремний на входе в двигатель, макс.)	мг/кг	15	15	ISO 10478 или IP 501 или IP 470
Содержание кальция в отработанном смазочном масле, макс. 8)	мг/кг	30	30	IP 501 или IP 470

Показатель	Единица измерения	Предел HFO 1	Предел HFO 2	Метод испытания
Содержание цинка в отработанном смазочном масле, макс. 8)	мг/кг	15	15	IP 501 или IP 470
Содержание фосфора в отработанном смазочном масле, макс. 8)	мг/кг	15	15	IP 501 или IP 500

Примечания:

1) Дополнительные требования, установленные Wärtsilä, которые не включены в спецификацию стандарта ISO

2) Макс. 1010 кг/м3 при 15˚C и условии, что система очистки топлива может удалить воду и твёрдые частицы (осадок, натрий, алюминий, кремний) на входе в двигатель до указанных пределов.

3) Значения индекса CCAI (calculated carbon aromaticity index) для остаточных фракций прямой перегонки составляет от 770 до 840. Осадки легко воспламеняются. Для большинства видов бункерного топлива этот диапазон в настоящее время составляет от 850 до 870. Значение индекса CCAI не всегда может считаться точным средством для определения воспламеняемости топлива, особенно для сортов топлива, получаемых с помощью современных более сложных процессов перегонки.

4) 4Максимальное содержание серы должно быть в соответствии с действующими конвенционными ограничениями.

5) В соединении с серой и ванадием натрий вносит вклад в высокотемпературную коррозию выпускных клапанов. При высоких нагрузках натрий также вносит сильный вклад в образование отложений на лопатках турбины ГТН. Агрессивность топлива зависит не только от пропорции натрия и ванадия, но и от общей зольности. Высокотемпературная коррозия и образование отложений также зависит от других составляющих золы. Вследствие этого, сложно задать строгие пределы, основываясь только на содержании натрия и ванадия в топливе. Даже топливо с меньшим содержанием натрия и ванадия, чем указано выше, может вызывать высокотемпературную коррозию деталей двигателя.

6) Дата вступления в силу требований по соответствию – 1 июля 2012 г. до этого указанная величина приводится для информации.

7) Следует убедиться, что температура потери текучести подходит для установленного двигателя, особенно если судно работает в холодном климате.

8) Топливо не должно содержать отработанного смазочного масла. Топливо считается без содержания отработанного смазочного масла если выполняется одно из следующих условий:

   - Кальций > 30 мг/кг и цинк > 15 мг/кг
   - Кальций > 30 мг/кг и фосфор > 15 мг/кг

ПРИМЕЧАНИЕ

b) если содержание серы не соответствует указанным ограничениям, то его максимальная величина должна определяться в соответствии с действующими конвенционными ограничениями.

c) Следует убедиться, что температура потери текучести подходит для установленного двигателя, особенно если судно работает в холодном климате.

d) Если образец непрозрачный и мутный, потребуются испытания на осадок при горячей фильтрации и содержание воды.

e) Если образец непрозрачный и мутный, испытание выполняться не может и предел устойчивости к окислению не определяется.

f) Если образец непрозрачный и мутный, испытание выполняться не может и предел смазывающей способности не определяется.

g) Требования относятся к сортам топлива с содержанием серы ниже 500 мг/кг (0.050% массы).

h) Дополнительные требования, установленные Wärtsilä, которые не включены в спецификацию стандарта ISO.

i) Если образец окрашен и непрозрачен потребуются испытания на содержание воды в соответствии с ISO 12937.

6.2 Внутренняя топливная система

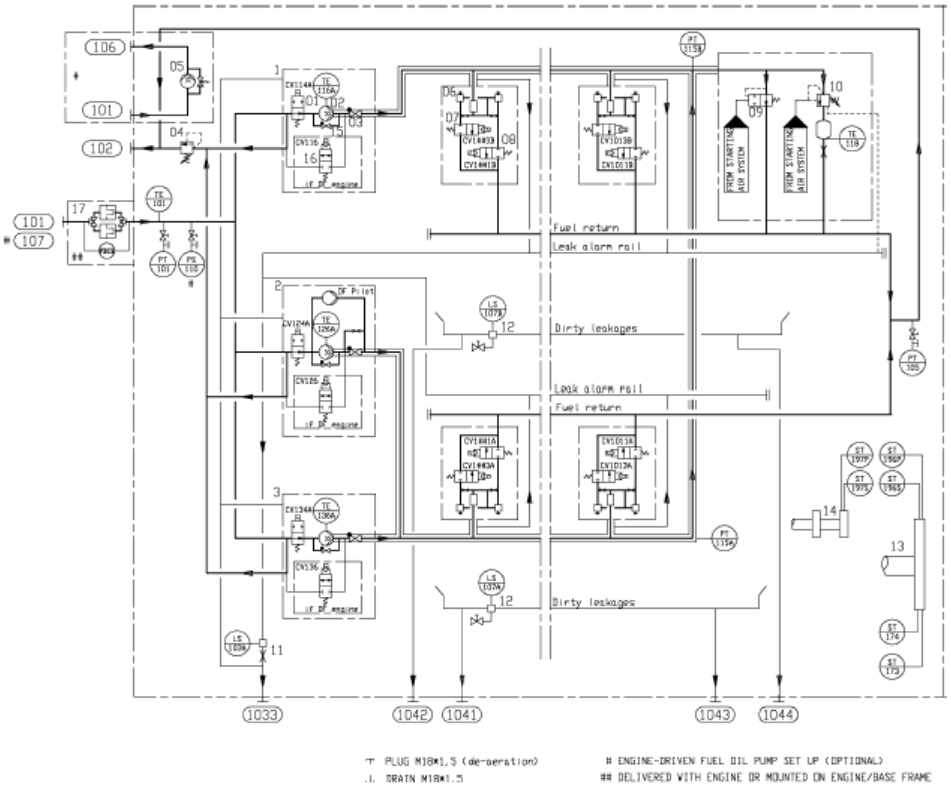


Рис. 6-1 Внутренняя топливная система (DAAF315512A)

Системные компоненты:					
01	Клапан регулировки потока	07	Клапан впрыска запального топлива	13	Маховик
02	Насос высокого давления	08	Клапан впрыска основного топлива	14	Распредвал
03	Контрольный клапан	09	Циркуляционный клапан	15	Циркуляционный клапан
04	Клапан регулировки давления	10	Предохранительный и понижающий клапан	16	Клапан переключения в многотопливный режим
05	Топливный насос с приводом от двигателя	11	АПС уровня утечного топлива	17	Топливный фильтр
06	Форсунка	12	Сбор грязного утечного топлива		

Датчики и индикаторы:			
PT101	Давление на подводе топлива	CV116	Топливный насос 1, режим запального топлива
TE101	Температура на подводе топлива	TE116A	Топливный насос A1, температура
CV1##1A	Контроль топливной форсунки, цил. A##	TE118	Температура топлива после предохранительного клапана
CV1##1B	Контроль топливной форсунки, цил. B##	CV124A	Клапан регулировки потока 2, ряд A

Датчики и индикаторы:			
CV1##3A	Клапан впрыска запального топлива, цил. A##	CV126	Топливный насос 2, режим запального топлива
CV1##3B	Клапан впрыска запального топлива, цил. B##	TE126A	Топливный насос A2, температура
L103A	Чистое утечное топливо, ряд A	CV134A	Клапан регулировки потока 3, ряд A
PT105	Давление топлива, после предохранительного клапана	CV136	Топливный насос 3, режим запального топлива
LS107A	Грязное утечное топливо, ряд A	TE136A	Топливный насос A3, температура
LS107B	Грязное утечное топливо, ряд B	ST173	Частота вращения двигателя 1
PS110	Пуск резервного топливного насоса	ST174	Частота вращения двигателя 2
PDS113	Реле перепада давления на топливном фильтре	ST196P	Частота вращения двигателя, первичный
CV114A	Клапан регулировки потока 1, ряд A	ST196S	Частота вращения двигателя, вторичный
PT115A	Давление в магистрали подачи топлива, рая A, ДЭ	ST197P	Угол распредвала, первичный
PT115B	Давление в магистрали подачи топлива, рая B, ДЭ	ST197S	Угол распредвала, вторичный

Соединения трубопроводов:		Размер
101	Подвод топлива	DN25*
102	Отвод топлива	DN25
1033	Отвод утечного чистого топлива	OD28
1041	Отвод утечного грязного топлива	DN32
1042	Отвод утечного грязного топлива	DN32
1043	Отвод утечного грязного топлива	DN32
1044	Отвод утечного грязного топлива	DN32
106	Топливо на внешний фильтр	DN25
107	Топливо от внешнего фильтра	DN25
**) если топливный насос, DN40*		

Двигатель может быть предназначен для работы либо на тяжелом топливе (HFO), либо на дизельном топливе (MDF). Конструкция двигателя рассчитана на постоянную работу на тяжелом топливе. Тем не менее возможно без каких-либо модификаций периодически работать на MDF. Если предусматривается полный перевод с тяжелого топлива на MDF, рекомендуется замена выпускных клапанов с материала Nimonic на Stellite.

6.2.1 Система утечного топлива

Чистое утечного топливо от форсунок выходит самотеком через подсоединение для чистого утечного топлива. Чистое топливо может быть заново использовано без сепарации. Количество утечки чистого топлива приведено в главе *Технические данные.*

Другие возможные утечки топлива и избытки воды и масла раздельно выводятся из хот-бокса через соединения для загрязненного топлива и должны подводиться к шламовому танку

6.3 Внешняя топливная система

Устройство внешней топливной системы может отличаться от корабля к кораблю, но каждая система должна обеспечивать подвод хорошо очищенного топлива соответствующей вязкости и давления к каждому двигателю. Температурный контроль необходим для постоянного поддержания правильного значения вязкости топлива перед ТНВД (см. главу *Технические данные*). Во всех режимах работы должна быть обеспечена достаточная циркуляция топлива через каждый двигатель, подсоединённый к одному и тому же контуру.

Система очистки топлива должна включать в себя, по крайней мере, один отстойник и два сепаратора. Наиболее важным является правильное задание размеров сепараторов тяжёлого топлива, следовательно, необходимо точно следовать рекомендациям производителя сепаратора. Плохо центрифугированное топливо вредно для двигателя, а высокое содержание воды может также нанести вред системе подачи топлива.

ТНВЛ создают импульсы давления в трубопроводе подачи топлива и в возвратном трубопроводе. Топливопроводы между блоком топливоподготовки и двигателем должны быть как следует закреплены к жёстким конструкциям. Расстояние между точками крепления рядом с двигателем должно быть небольшим. См. главу *Разработка, обработка и установка трубопроводов.*

Перед двигателем необходимо обеспечить соединение для сжатого воздуха, а также слив из возвратного топливопровода к соединению чистого топлива утечки или расширительному танку. При таком расположении становится возможным выдуть топливо из двигателя до начала технического обслуживания, чтобы избежать пролива жидкости.

ПРИМЕЧАНИЕ

В установках, в которых несколько двигателей подсоединены к одному и тому же контуру подачи топлива, должна существовать возможность по отдельности перекрывать трубу подачи топлива и возвратный трубопровод, подсоединённые к двигателю. Это требование конвенции SOLAS. Сверх того, ставятся условия, что способ отключения не окажет влияния на работу остальных двигателей, и что возможно перекрыть топливопроводы с места, которое не может оказаться недоступным из-за пожара на любом из двигателей.

6.3.1 Требования по подогреву тяжёлого топлива

Подогрев необходим для:

- Топливных цистерн, отстойников, расходных танков
- Трубопроводов (обогрев линии)
- Сепараторов
- Подкачивающих насосов / блоков топливоподготовки

Для возможности работы насосов температура топливных цистерн должна всегда поддерживаться на 5....10˚C выше температуры застывания, обычно при 40…50˚C. Нагревательные элементы могут быть рассчитаны на температуру 60˚C.

Мощность подогревателей для танка определяется тепловыми потерями бункеровочном танке и заданной степенью увеличения температуры.

6.3.2 Топливные танки

Сперва топливо перемещается из бункеровочных танков в отстойник для первоначального отделения осадка и воды. После центрифугирования топливо поступает в расходные танки, из которых топливо подаётся к двигателю.

6.3.2.1 Отстойник для тяжёлого топлива (1T02) и дизельного топлива (1T10)

Для тяжёлого топлива и дизельного топлива рекомендуются раздельные отстойники.

Для того чтобы гарантировать достаточность времени отстаивания (отделения воды и осадка), объём каждого танка должен быть достаточным для мин. 24 часов работы при максимальном расходе топлива.

Танки должны быть оборудованы внутренними перегородками для обеспечения эффективности отстаивания, а также дно должно быть под наклоном для надлежащего слива.

Температура в отстойнике тяжёлого топлива должна поддерживаться между 50˚C и 70˚C, для чего необходимы нагревательный элемент и теплоизоляция танка. Отстойники дизельного топлива обычно не требуют обогрева или изоляции, однако температура танка должна находиться в пределах 20…40˚C.

6.3.2.2 Расходный танк для тяжёлого топлива (1T03) и дизельного топлива (1T06)

Необходимо обеспечить два расходных танка для тяжёлого топлива, каждый объёмом, достаточным для, по крайней мере, 8 часов работы при максимальном расходе топлива.

Для дизельного топлива назначается отдельный танк. Объёма танка с дизельным топливом должно хватать на 8 часов подачи топлива.

Отстойники не могут быть использованы взамен расходных танков.

Расходный танк должен быть сконструирован так, чтобы предотвращать скопление шлама рядом с всасывающей трубой, а дно танка должно быть наклонным для достижения эффективности сливания.

Расходные танки тяжёлого топлива должны быть оборудованы нагревательными элементами и теплоизолированы. Рекомендуется, чтобы значение вязкости в расходных танках было меньше 140 сСт. Из-за риска появления воскообразных образований, топлива со значением вязкости ниже 50 сСт при 50˚C необходимо хранить при температуре выше, чем того требует вязкость. Непрерывное сепарирование в настоящее время является принятой практикой, это означает, что температура расходного танка с тяжёлым топливом обычно находится выше 90˚C.

Температура танка дизельного топлива должна быть в диапазоне 20…40˚C.

Уровень танка должен обеспечивать положительное статическое давление со стороны всасывания топливоподкачивающих насосов. Если предполагается пуск на дизельном топливе в условиях обесточивания, необходимо расположить танк, по меньшей мере, на 15 метров выше коленвала двигателя.

6.3.2.3 Танк утечного топлива, чистое топливо (1T04)

Чистое топливо утечки вытекает из двигателя под действием силы тяжести. Необходимо собирать топливо в отдельный танк для чистого топлива утечки, откуда оно может быть перекачено в расходный танк и заново использовано без сепарации. Трубы от двигателя к танку чистого топлива утечки должны устанавливаться под постоянным уклоном. Танк и трубопровод должны подогреваться и быть изолированы, кроме случаев, когда установка предназначена для работы только на дизельном топливе.

Трубопровод топлива утечки должен быть целиком замкнутым, чтобы предотвратить попадание грязи внутрь системы.

6.3.2.4 Танк утечного топлива, загрязнённое топливо (1T07)

В нормальном режиме работы не должна происходить утечка топлива из элементов топливной системы. В связи с техническим обслуживанием, или вследствие непредвиденных утечек, внутрь хотбокса двигателя может пролиться топливо или вода. Под действием силы тяжести пролитые жидкости собираются и выводятся из двигателя через соединение загрязнённого топлива.

Загрязнённое топливо должно собираться в шламовом танке. Танк и трубы должны подогреваться и быть изолированы, кроме случаев, когда установка предназначена для работы исключительно на дизельном топливе.

6.3.3 Подготовка топлива

6.3.3.1 Сепарация

Тяжёлое топливо (остаточное и смеси остаточных и дистиллятных фракций) перед перемещением в расходный танк подвергаются очистке в эффективных центробежных сепараторах.

Классификационные правила требуют использовать блок сепарации с запасом производительности, чтобы требуемая производительность поддерживалась при любой одной неработающей установке.

Необходимо чётко следовать всем рекомендациям производителя сепаратора.

Для удаления воды и возможных примесей также рекомендуются центробежные пакетные сепараторы (для установок, работающих только на дизельном топливе). Производительность сепараторов дизельного топлива должна быть достаточной для того, чтобы обеспечивать подачу топлива при максимальном расходе топлива. Если центробежные сепараторы будут оказываются слишком дорогими для установок на дизельном топливе, тогда вместо них допустимо использовать коалесцирующие фильтры. Коалесцирующие фильтры обычно устанавливаются с всасывающей стороны циркуляционного насоса системы подачи топлива. Фильтр должен обладать малым перепадом давления, чтобы избежать кавитации в насосе.

Режим работы сепаратора

Наилучшая эффективность сепарации достигается, когда постоянно дополнительно работает резервный сепаратор и пропускная способность снижена в соответствии с текущим расходом топлива.

Сепараторы с мониторингом очищенного топлива (без гравитационного диска), работающие непрерывно, могут пропускать топливо с плотностью, превышающей 991 кг/м3 при 15˚C. В таком случае основной и резервный сепараторы должны работать параллельно.

Когда используются сепараторы с гравитационным диском, тогда каждый резервный сепаратор должен работать последовательно с другим сепаратором, так чтобы первый сепаратор выступал в роли очистителя, а второй – осветлителя. Такая схема расположения применяется для топлив плотностью макс. 991 кг/м3 при 15˚C. Сепараторы должны быть одинакового размера.

Эффективность сепарации

Термин «гарантированный расход» (ГР, CFR) был предложен, чтобы выразить рабочие характеристики сепараторов в соответствии с общепринятыми стандартами. ГР определяется как расход (литры/час) через 30 минут после слива осадка, когда эффективность сепаратора равна 85%, при использовании определённых тестовых видов топлива и частиц. ГР задаётся для эквивалентных вязкостей топлива, равных 380 сСт и 700 сСт при 50˚C. Больше информации содержится в документе CWA 15375:2005 (E), разработанном ЕКС (европейской комиссии по стандартизации)

Эффективность сепарации – это мера способности сепаратора удалять определённые пробные частицы. Эффективность сепарации определяется следующим образом:

$$n = 100 \times \left(1 - \frac{C_{ВЫХ}}{C_{ВХ}}\right)$$

где:

n = эффективность сепарации [%]

СВЫХ = число пробных частиц в очищенном тестовом топливе

СВХ = число пробных частиц в тестовом топливе перед сепаратором

6.3.3.2 Блок сепаратора (1N02/1N05)

Сепараторы обычно поставляются как предварительно собранные блоки, разработанные производителем сепаратора.

- Типично сепараторные модули оборудованы:
- Сетчатым фильтром на всасывающей линии (1F02)
- Подающим насосом (1P02)
- Подогревателем (1E01)
- Шламовым танком (1T05)
- Сепаратором (1S01/1S02)
- Шламовым насосом
- Шкафами управления, включающими пускатели электродвигателей и контрольное устройство

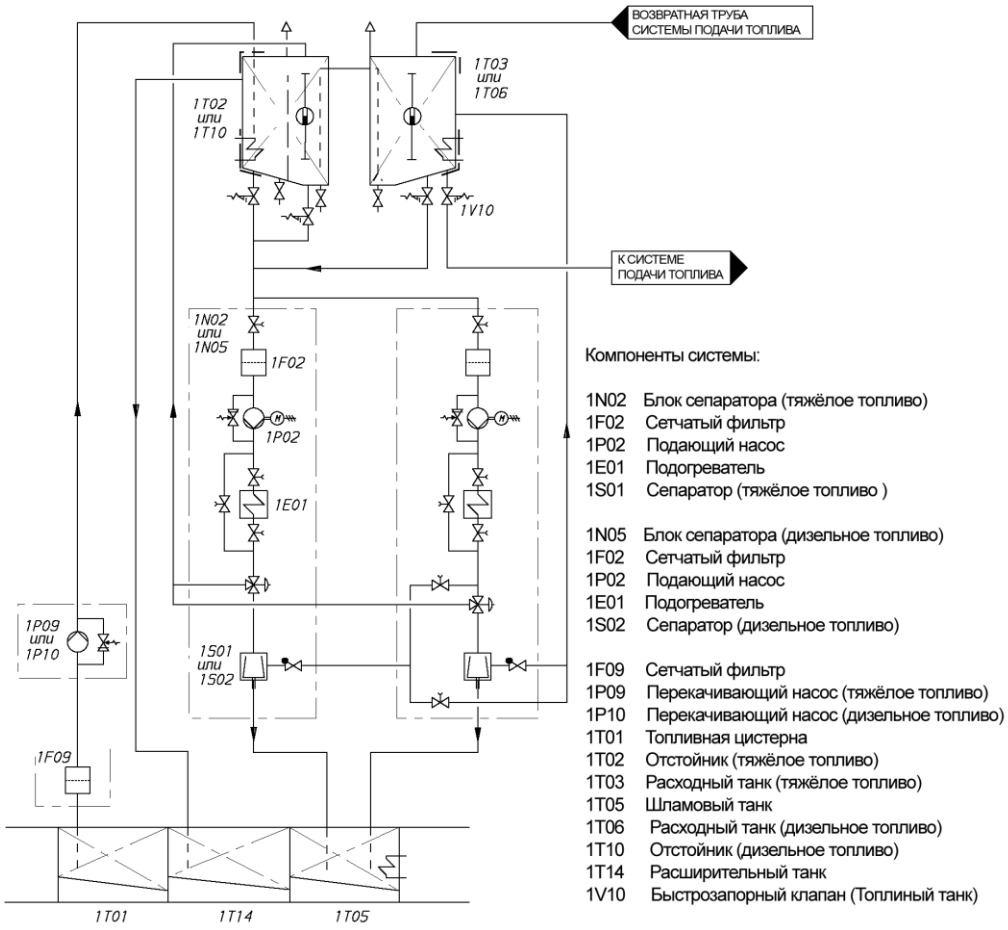


Рисунок 6.2 Перекачка топлива и система сепарации (3V76F6626d)

6.3.3.3 Подающие насосы сепаратора (1P02)

Насосы должны рассчитываться, принимая во внимание реальное качество топлива, а также рекомендованную пропускную способность сепаратора. Насос должен защищаться сетчатым фильтром (с размером ячейки около 0.5 мм)

Для контроля нормы подачи топлива в сепаратор требуется одобренная система.

Расчётные данные:	**Тяжёлое топливо**	**Дизельное топливо**
Расчётное давление	0.5мПа (5 бар)	0.5 мПа (5 бар)
Расчётная температура	100˚C	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	1000 сСт	100 сСт

6.3.3.4 Подогреватель сепаратора (1E01)

Подогреватель рассчитывается в соответствии с пропускной способностью подающего насоса и заданной температурой отстойника. Температура поверхности подогревателя не должна быть слишком высокой, чтобы избежать крекинга топлива. Контроль температуры должен обеспечивать поддержание температуры топлива в пределах ± 2˚C.

Рекомендуемая температура топлива после подогревателя зависит от вязкости, но обычно составляет 98˚C для тяжёлого топлива и 20…40˚C для дизельного топлива. Оптимальная температура работы задаётся производителем сепаратора. Минимальная требуемая мощность подогревателя составляет:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

где:

P = мощность подогревателя [кВт]

Q = производительность подающего насоса сепаратора [л/ч]

ΔT = повышение температуры подогревателем [˚C]

Для тяжёлых сортов топлива можно принять ΔT = 48˚C, то есть температура отстойника равна 50˚C. Топлива, имеющие вязкость больше 5 сСт при 50˚C требуют предварительного нагрева перед сепаратором.

Подогреватели должны быть оснащены предохранительными клапанами и сливными трубами, ведущими к танку утечки (таким образом, чтобы возможные утечки могли быть обнаружены).

6.3.3.5 Сепаратор (1S01/1S02)

Основываясь на времени сепарации (23 или 23.5 ч/сутки), пропускная способность Q [л/ч] сепаратора может быть оценена по формуле:

$$Q = \frac{P \times b \times 24[h]}{\rho \times t}$$

где:

P = макс. продолжительная мощность дизельного двигателя (двигателей) [кВт]

b = удельный расход топлива + 15% запас [г/кВт]

ρ = плотность топлива [кг/м3]

t = суточное время сепарации для самоочищающихся сепараторов [ч] (обычно = 23 ч или 23.5 ч)

Недопустимо превышать рекомендованные для сепаратора значения расходов топлива и качество топлива. Чем меньше расход, тем больше эффективность сепаратора.

Перед и после сепаратора необходимо установить пробоотборные клапаны.

6.3.3.6 Сепаратор дизельного топлива в установках, работающих на тяжёлом топливе (1S02)

Для установок, работающих главным образом на тяжёлом топливе, рекомендуется также установить сепаратор дизельного топлива. В качестве сепаратора дизельного топлива может использоваться специальный сепаратор меньшего размера, или резервный сепаратор тяжёлого топлива.

6.3.3.7 Шламовый танк (1T05)

Шламовый танк должен располагаться непосредственно под сепараторами, или как можно ближе к сепараторам, кроме случаев, когда он интегрирован в сепараторный блок. Труба шламового танка должна быть установлена с постоянным уклоном вниз.

6.3.4 Система подачи топлива – установки на дизельном топливе.

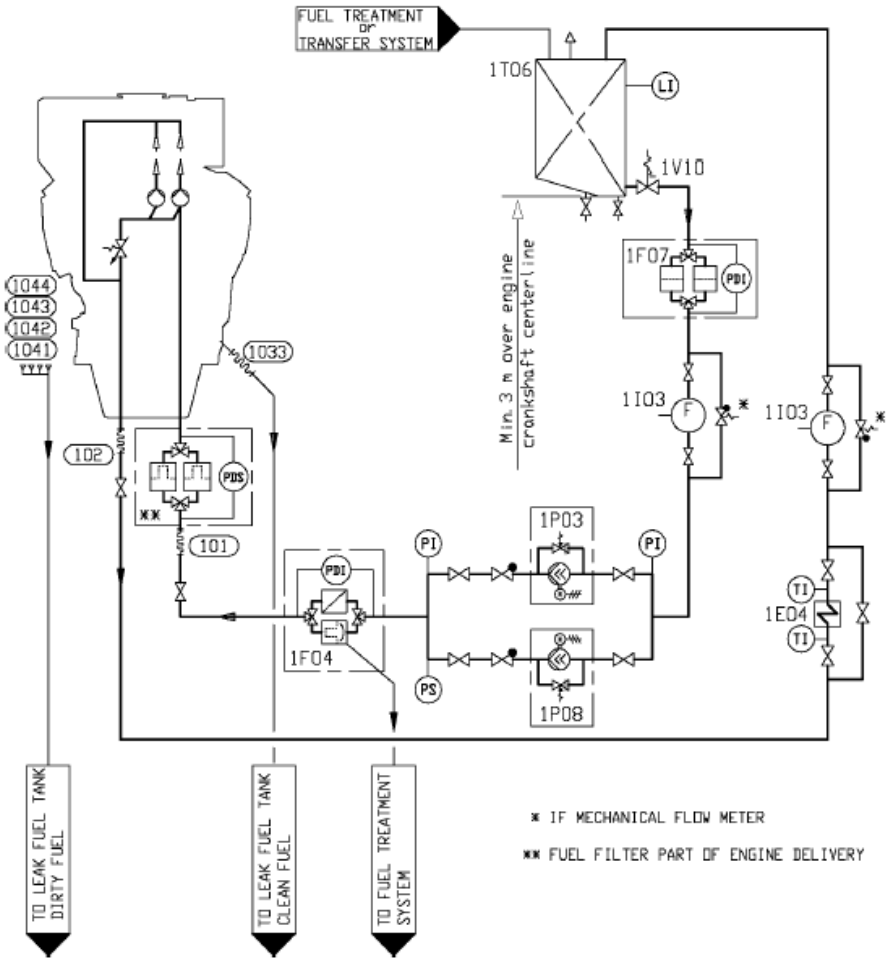


Рис. 6-3 Системы подачи дизельного топлива, установка с одним главным двигателем (DAAF314554A)

Системные компоненты		Соединения трубопроводов		Размер
1E04	Холодильник (MDF)	101	Подвод топлива	DN25
1F04	Автоматический фильтр (MDF)	102	Отвод топлива	DN25
1F07	Фильтр грубой очистки (MDF)	1033	Слив чистого утечного топлива	OD28
1I03	Расходомер (MDF)	1041	Слив грязного утечного топлива	DN32
1P03	Циркуляционный насос (MDF)	1042	Слив грязного утечного топлива	DN32
1P08	Резервный насос (MDF)	1043	Слив грязного утечного топлива	DN32
1T06	Расходный танк (MDF)	1044	Слив грязного утечного топлива	DN32
1V1O	Быстрозакрывающийся клапан (топливный танк)			

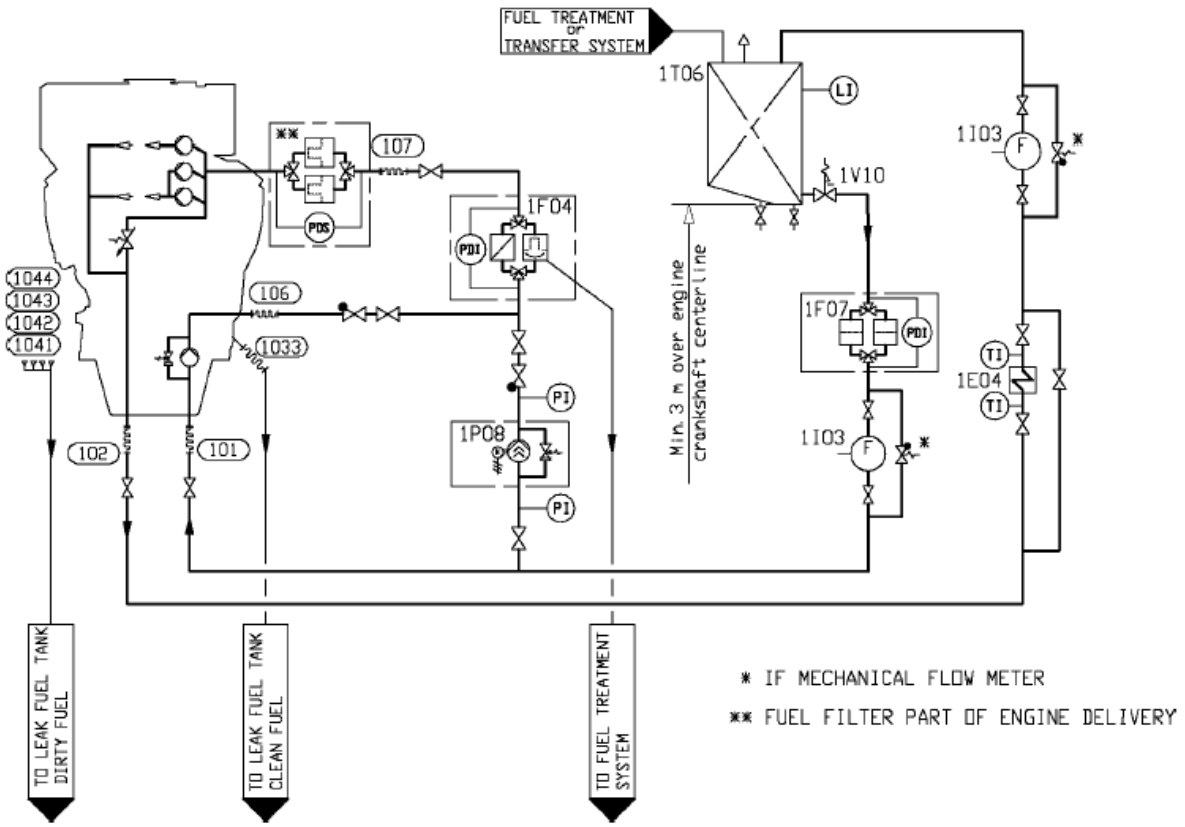


Рис. 6-4 Системы подачи дизельного топлива, установка с одним главным двигателем, с топливным насосом с приводом от двигателя (DAAF301495A)

Системные компоненты		Соединения трубопроводов		Размер
1E04	Холодильник (MDF)	101	Подвод топлива	DN40
1F04	Автоматический фильтр (MDF)	102	Отвод топлива	DN25
1F07	Фильтр грубой очистки (MDF)	1033	Слив чистого утечного топлива	0D28
1I03	Расходомер (MDF)	1041	Слив грязного утечного топлива	DN32
1P08	Резервный насос (MDF)	1042	Слив грязного утечного топлива	DN32
1T06	Расходный танк (MDF)	1043	Слив грязного утечного топлива	DN32
1V10	Быстрозакрывающийся клапан (топливный танк)	1044	Слив грязного утечного топлива	DN32
		106	Топливо на внешний фильтр	DN25
		107	Топливо от внешнего фильтра	DN25

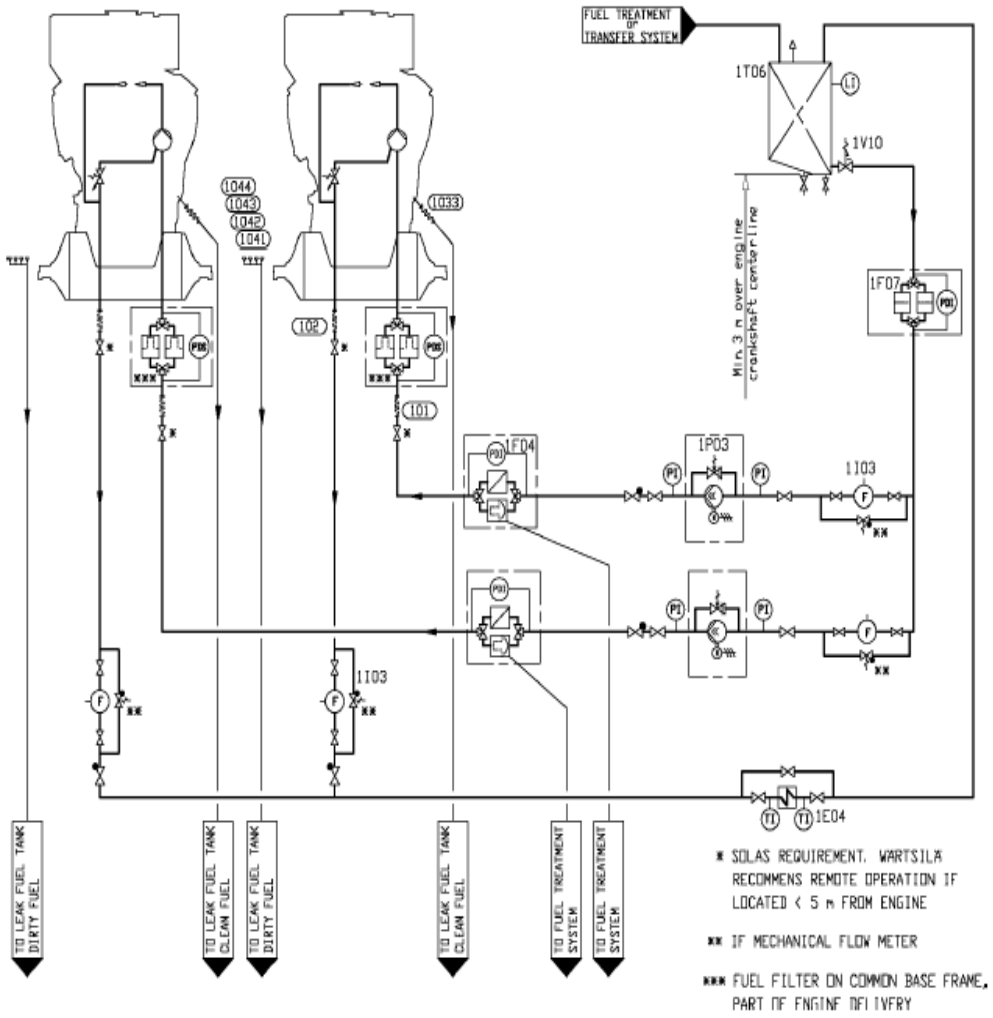


Рис. 6-5 Системы дизельного топлива, установка с несколькими главными двигателем (DAAF301496A)

Системные компоненты		Соединения трубопроводов		Размер
1E04	Холодильник (MDF)	101	Подвод топлива	DN25
1F04	Автоматический фильтр (MDF)	102	Отвод топлива	DN25
1F07	Фильтр грубой очистки (MDF)	1033	Слив чистого утечного топлива	OD28
1I03	Расходомер (MDF)	1041	Слив грязного утечного топлива	DN32
1P03	Циркуляционный насос (MDF)	1042	Слив грязного утечного топлива	DN32
1T06	Расходный танк (MDF)	1043	Слив грязного утечного топлива	DN32
1V10	Быстрозакрывающийся клапан (топливный танк)	1044	Слив грязного утечного топлива	DN32

Если двигатели будут работать только на дизельном топливе, тогда не обязателен подогрев топлива. В таком случае достаточно установить оборудование, перечисленное ниже. Некоторое оборудование, перечисленное ниже, также требует установки в дизельную часть топливной системы, работающей на тяжёлом топливе.

6.3.4.1 Циркуляционный насос, дизельное топливо (1P03)

Циркуляционный насос служит для поддержания давления на ТНВД и прокачки топлива по системе. В качестве циркуляционного насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Перед каждым насосом должен быть установлен сетчатый фильтр тонкостью очистки 0.5 мм. Со стороны всасывания насоса должно иметься положительное статическое давление величиной около 30 кПа.

Расчётные данные:

Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	1.2 мПа (10 бар)
Номинальное давление	См. главу *Технические данные*
Расчётная температура	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	90 сСт

6.3.4.2 Автоматический фильтр (1F04)

Рекомендуется использовать с ручной очисткой в перепускной линии. Автоматический фильтр должен устанавливаться перед подогревателем, между подкачивающим насосом и деаэрационным танком; он должен быть оборудован подогревательным кожухом. Следует, однако, избегать перегрева (температуры, превышающей 50°C).

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со Спецификацией
Расчётная температура	50˚C
Расчетный расход	Одинаковый с производительностью насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость:	
- автоматический фильтр	6 µм (абсолютный размер ячейки)

Максимальный допустимый перепад давления при 14 сСт:

- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- уставка АПС	80 кПа (0.8 бар)

6.3.4.3 Фильтр тонкой очистки, дизельное топливо (1F05)

Фильтр тонкой очистки топлива представляет собой сдвоенный полнопроточный фильтр из стальной сетки. Необходимо установить фильтр как можно ближе к двигателю.

Диаметр трубы между фильтром тонкой очистки и двигателем должен быть таким же, как и диаметр трубы до фильтров.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	в соответствии со спецификациями топлива
Расчётная температура	50˚C
Расчётный расход	Выше производительности топливоподкачивающего/циркуляционного насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации	25 µм (абсолютный размер ячейки)

Максимально допустимый перепад давления при 14 сСт:

- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- уставка АПС	80 кПа (0.8 бар)

6.3.4.4 Клапан регулировки давления MDF (1V02)

Клапан регулировки давления используется, когда в состав установки входит блок топливоподготовки для тяжелого топлива и имеется возвратная линия от двигателя в расходный танк дизельного топлива. Назначение этого клапана – повышение давления в возвратной линии для достижения необходимого давления на двигателе.

Расчётные данные:

Производительность	Одинаковая с производительностью циркуляционного насоса
Расчётная температура	50˚C
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Уставка	0.4...0.7 мПа (4...7 бар)

6.3.4.5 Холодильник дизельного топлива (1E04)

Вязкость топлива не должна опускаться ниже минимального предела, см. главу Технические данные. Практический опыт показывает, что при работе на дизельном топливе, температура топлива на входе должна быть ниже 45˚C. Для очень лёгких сортов топлива может требоваться ещё более низкая температура.

При продолжительной работе на дизельном топливе обычно требуется холодильник топлива. Холодильник необходимо установить в возвратный трубопровод после двигателя (двигателей). В качестве охлаждающей среды обычно используется вода НТ контура.

Если вязкость дизельного топлива в расходном танке падает ниже установленной минимальной предельной величины, то рекомендуется устанавливать холодильник дизельного топлива в линию подачи топлива к двигателю для надёжного контроля вязкости.

Расчётные данные:

Максимальный перепад давления топлива	80 кПа (0.8 бар)
Максимальный перепад давления воды	60 кПа (0.6 бар)
Величина запаса (мощности, на загрязнение)	мин. 15%
Расчетная температура, установка MDF/HFO	50/150°C

6.3.5 Топливная система – установки, работающие на тяжёлом топливе

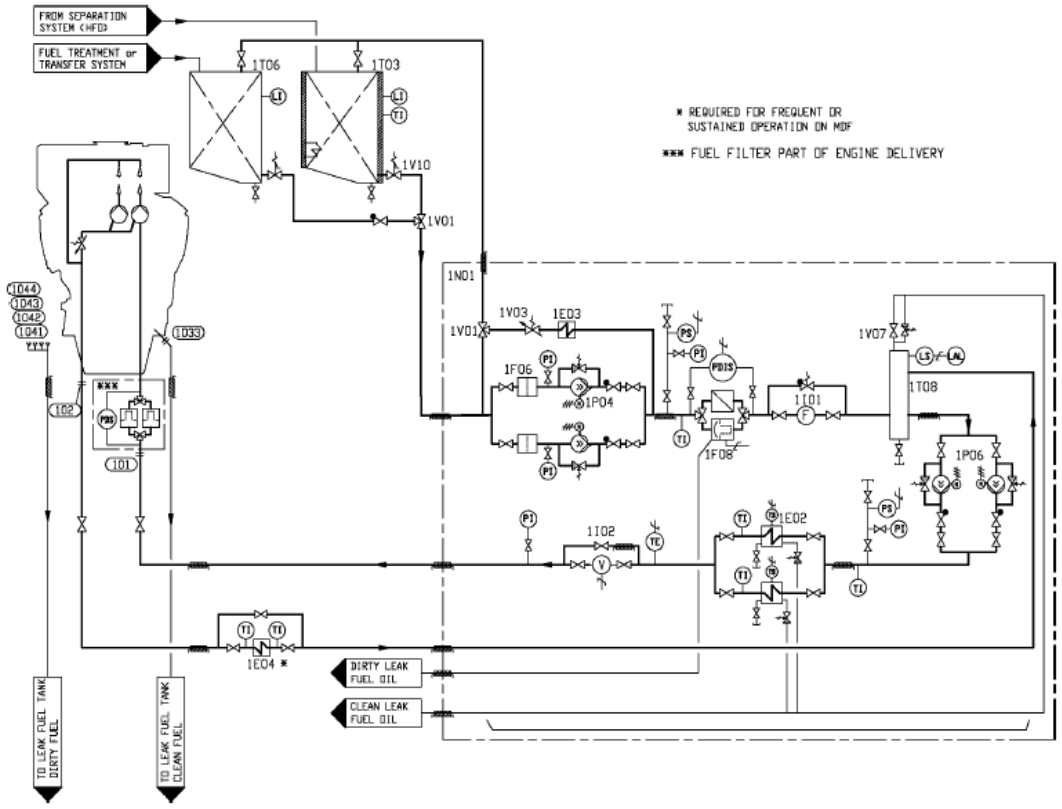


Рис. 6-6 Система на тяжелом топливе, установка с одним главным двигателем (DAAF301497A)

Системные компоненты:			
1E02	Подогреватель (блок топливоподготовки)	1P06	Циркуляционный насос (блок топливоподготовки)
1E03	Холодильник (блок топливоподготовки)	1T03	Расходный танк (HFO)
1E04	Холодильник (MDF)	1T06	Расходный танк (MDF)
1F06	Фильтр на всасывании (блок топливоподготовки)	1T08	Вентиляционный танк (блок топливоподготовки)
1F08	Автоматический фильтр (блок топливоподготовки)	1V01	Переключающий клапан
1I01	Расходомер (блок топливоподготовки)	1V03	Регулировочный клапан (блок топливоподготовки)
1I02	Вискозиметр (блок топливоподготовки)	1V07	Вентиляционный клапан (блок топливоподготовки)
1 N01	Блок топливоподготовки	IV10	Быстрозакрывающийся клапан (топливный танк)
1P04	Топливоподкачивающий насос (блок топливоподготовки)		

Соединения трубопроводов:		**Размер**
101	Подвод топлива	DN25
102	Отвод топлива	DN25
1033	Отвод чистого утечного топлива	OD28
1041-1044	Отвод грязного утечного топлива	DN32

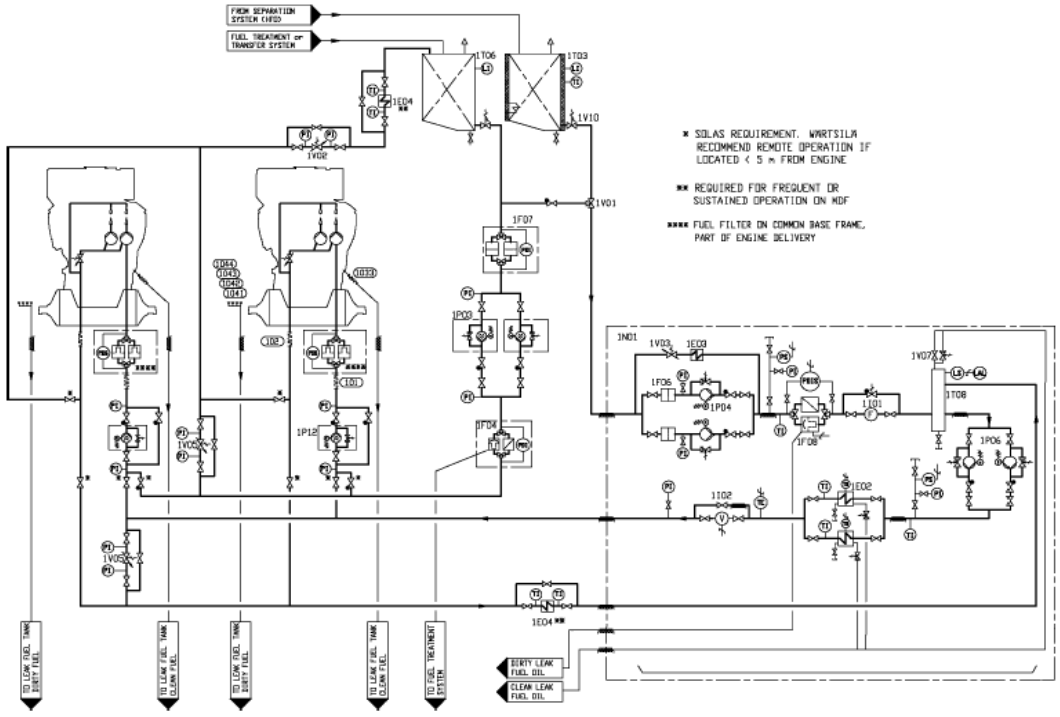


Рис 6-7 Система на тяжелом топливе, установка с несколькими двигателями (DAAF301498A)

Системные компоненты:			
1E02	Подогреватель (блок топливоподготовки)	1P06	Циркуляционный насос (блок топливоподготовки)
1E03	Холодильник (блок топливоподготовки)	1P12	Циркуляционный насос (HFO/MDF)
1E04	Холодильник (MDF)	1T03	Расходный танк (HFO)
1F04	Автоматический фильтр (MDF)	1T06	Расходный танк (MDF)
1F06	Фильтр на всасывании (блок топливоподготовки)	1T08	Вентиляционный танк (блок топливоподготовки)
1F07	Фильтр грубой очистки (MDF)	1V01	Переключающий клапан
1F08	Автоматический фильтр (блок топливоподготовки)	1V02	Регулировочный клапан (MDF)
1I01	Расходомер (блок топливоподготовки)	1V03	Регулировочный клапан (блок топливоподготовки)
1I02	Вискозиметр (блок топливоподготовки)	1V05	Переливный клапан (блок топливоподготовки)
1N01	Блок топливоподготовки	1V07	Вентиляционный клапан (блок топливоподготовки)
1P03	Циркуляционный насос (MDF)	1V10	Быстрозакрывающийся клапан (топливный танк)
1P04	Топливоподкачивающий насос (блок топливоподготовки)		

Соединения трубопроводов:		**Размер**
101	Подвод топлива	DN25
102	Отвод топлива	DN25
1033	Отвод чистого утечного топлива	OD28
1041-1044	Отвод грязного утечного топлива	DN32

Следует правильно изолировать трубы для тяжёлого топлива. Если вязкость топлива составляет 180 сСт/50˚C или выше, необходимо оборудовать трубы подогревателем трубопровода. Должна существовать возможность отключить подогрев труб, когда осуществляется работа на дизельном топливе (грамотно сгруппировать подогрев трубопроводов).

6.3.5.1 Пуск и остановка

Пуск и остановка двигателя может производиться на тяжёлом топливе при условии, что двигатель и топливная система предварительно прогреты до рабочей температуры. Топливо должно продолжать циркулировать в остановленном двигателе, чтобы поддерживать рабочую температуру. При пуске и остановке не требуется переходить на дизельное топливо.

Перед капитальным ремонтом или отключением внешней системы необходимо промыть топливную систему двигателя и заполнить дизельным топливом.

6.3.5.2 Переход с тяжёлого топлива на дизельное топливо

Последовательность действий и оборудование для изменения топлива во время работы должны обеспечивать плавное изменение температуры и вязкости топлива. Если дизельное топливо подаётся через блок топливоподготовки тяжёлого топлива, то объём системы как раз достаточен для плавного перехода.

Если имеются отдельные циркуляционные насосы для дизельного топлива, тогда смену топлива стоит производить при помощи блока топливоподготовки тяжёлого топлива до переключения на циркуляционные насосы дизельного топлива. Как было упомянуто выше, при продолжительной работе на дизельном топливе обычно требуется холодильник топлива. Вязкость топлива в двигателе не должна падать ниже минимального предела, описанного в главе Технические данные.

6.3.5.3 Блок топливоподготовки (1N01)

Блок топливоподготовки может доставляться целиком собранным. Данный блок включает в себя следующее оборудование:

- Два сетчатых фильтра
- Два подающих насоса винтового типа, оснащённых встроенными предохранительными клапанами и электромоторами
- Один клапан регулировки давления/сливной клапан
- Один танк для удаления воздуха, находящийся под давлением, оборудованный выпускным клапаном, управляемым по реле уровня.
- Два циркуляционных насоса, такого же типа, что и подающие насосы
- Два подогревателя (паровые, электрические, термомасляные) – один подогреватель работает, второй резервный.
- Один автоматический фильтр обратной промывки с перепускным фильтром.
- Один вискозиметр для управления подогревателями
- Один регулирующий клапан для парового подогревателя или термомасляного подогревателя, шкаф управления электрообогревателями
- Один терморегулирующий клапан для аварийного контроля подогревателей
- Один шкаф управления, включающий стартеры для насосов
- Одну панель аварийной сигнализации

Перечисленное выше оборудование собирается на стальном каркасе, который может быть приварен или прикручен болтами к судовому фундаменту. Все внутренние электрокабели и трубопроводы целиком смонтированы. Все трубы для тяжёлого топлива изолированы и оборудованы подогревом.

Подкачивающий насос, блок топливоподготовки (1P04)

Подкачивающий насос поддерживает давление в системе подачи топлива. В качестве подкачивающего насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Производительность насоса должна быть достаточной, чтобы предотвратить падение давления во время промывки автоматического фильтра.

Перед каждым насосом следует установить сетчатый фильтр с размером ячейки 0.5 мм. Со стороны всасывания насоса должно создаваться положительное статическое давление величиной порядка 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	Общий расход подсоединёнными двигателям и плюс объём потока от автоматического фильтра (1F08)
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	0.7 мПа (7 бар)
Расчётная температура	100˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	1000 сСт

Клапан регулировки давления, блок топливоподготовки (1V03)

Клапан регулировки давления в блоке топливоподготовки поддерживает давление в танке удаления воздуха, направляя избыток потока к всасывающей стороне подкачивающего насоса.

Расчётные данные:

Производительность	Соответствует производительности подкачивающего насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Расчётная температура	100˚C
Контрольная точка	0.3…0.5 мПа (3…5 бар)

Фильтр тонкой очистки (1F05)

Топливный фильтр тонкой очистки – это полнопроточный сдвоенный фильтр с сетчатым стальным фильтрующим элементом. Необходимо устанавливать этот фильтр как можно ближе к двигателю.

Диаметр трубопровода между фильтром тонкой очистки и двигателем должен быть таким же, как и диаметр до фильтра.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со спецификацией топлива
Расчётная температура	100˚C
Расчётный расход	Выше производительности подкачивающего/циркуляционного насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации	25 µм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимые перепады давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Автоматический фильтр, блок топливоподготовки (1F08)

Рекомендуется выбрать для обводной линии автоматический фильтр с ручной очисткой. Автоматический фильтр необходимо установить перед подогревателем, между подкачивающим насосом и танком удаления воздуха (деаэрации). Фильтр оборудуется нагревательной рубашкой. Тем не менее, необходимо предотвратить

перегревание (выше 100˚C); при работе на дизельном топливе должна быть предусмотрена возможность отключения подогревателя.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со спецификацией топлива
Расчётная температура	100˚C
Предварительный подогрев	Если вязкость топлива больше 25 сСт/100˚C
Расчётный расход	Соответствует производительности подкачивающего насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации:	
- автоматический фильтр	6 µм (абсолютный размер ячейки)
Максимально допустимый перепад давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Расходомер, блок топливоподготовки (1I01)

Если требуется расходомер, его следует установить между подкачивающими насосами и вентиляционным танком. Если требуется измерять расход топлива каждого отдельного двигателя в установках с несколькими двигателями, необходимо установить два расходомера на каждый двигатель: один на линию подачи и один на возвратную линию каждого двигателя.

Необходимо наличие обводной трубы вокруг расходомера, которая будет автоматически открываться при чрезмерном перепаде давления.

Если на расходомере установлен предварительный фильтр, рекомендуется установить устройство, сигнализирующее о высокой разнице давления на фильтре.

Вентиляционный танк, блок топливоподготовки (1T08)

Танк должен быть оснащён реле сигнала низкого уровня топлива и выпускным клапаном. Если это возможно, вытяжная труба отводится вниз, например, к расширительному танку. Танк должен быть изолирован и оборудован нагревательным элементом. Объём танка должен составлять минимум 100 литров.

Циркуляционный насос, блок топливоподготовки (1P06)

Назначение насоса – прокачивать топливо в системе и поддерживать требуемое давление (определённое в главе Технические данные) на ТНВД. Циркулируя в системе, топливо сохраняет правильное значение вязкости, а также поддерживает трубопроводы и ТНВД при рабочей температуре.

Подогреватель, блок топливоподготовки (1E02)

Подогреватель должен быть способен поддерживать вязкость топлива 14 сСт при максимальном потреблении топлива, требуемые значения вязкости на ТНВД приведены в главе Технические данные. Тем не менее, при работе на топливе высокой вязкости, температура топлива на входе двигателя не должна превышать 135 ˚C.

Мощность подогревателя должна контролироваться вискозиметром. Контрольная точка вискозиметра должна быть несколько ниже требуемой вязкости на ТНВД, чтобы компенсировать тепловые потери в трубопроводах. Для резервного контроля вязкости следует установить термостат.

Для предотвращения крекинга топлива, температура поверхности подогревателя не должна быть слишком высокой. Количество передаваемого тепла от поверхности не должно превышать 1.5 Вт/см2.

Требуемая мощность подогревателя может быть приблизительно подсчитана по следующей формуле:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

где:

P = мощность подогревателя [кВт]

Q = общее потребление топлива при полной выходной мощности

двигателя + 15% запас [л/ч]

ΔT = повышение температуры подогревателем [˚C]

Вискозиметр, блок топливоподготовки (1I02)

Подогреватель должен контролироваться измерителем вязкости. Вискозиметр должен быть сконструирован таким образом, чтобы выдерживать пики давления, вызываемые ТНВД дизельного двигателя.

Расчётные данные:

Рабочий диапазон	0…50 сСт
Расчётная температура	180˚C
Расчётное давление	4 мПа (40 бар)

6.3.5.4 Переливной клапан, тяжёлое топливо (1V05)

Если несколько двигателей подключены к одному и тому же блоку топливоподготовки, между линией подачи топлива и возвратной линией требуется переливной клапан. Переливной клапан ограничивает максимальное давление в линии подачи, когда топливные линии к параллельному двигателю закрыты для технического обслуживания.

Для переливного клапана необходимо задать параметры, обеспечивающие стабильное давление во всём рабочем диапазоне.

Расчётные данные:

Производительность	Равна производительности циркуляционного насоса (1P06)
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Расчётная температура	150˚C

6.3.6 Промывка

Перед тем, как двигатели подсоединяются к системе подачи топлива, и топливо начинает циркулировать через двигатели, необходимо полностью промыть внешнюю систему трубопроводов. Система трубопроводов должна предусматривать установку временного промывочного фильтра.

Топливопроводы на двигателе (соединения 101 и 102) отсоединяются, подающая и возвратная линии соединяются временной трубой или шлангом со стороны установки. Все фильтрующие элементы удаляются из фильтров, кроме, конечно, промывочного фильтра. Для предотвращения повреждения, вокруг автоматического фильтра и измерителя вязкости следует проложить байпасные трубы. Тонкость фильтрации промывочного фильтра должна составлять 35µм или быть более высокой.

7 Система смазочного масла

7.1 Требования к качеству смазочного масла

7.1.1 Смазочное масло для двигателя

Смазочное масло должно быть класса вязкости SAE 40 и иметь индекс вязкости (VI) минимум 95. Щелочные свойства смазочного масла (ЩЧ) связаны с сортом топлива, как показано в таблице ниже. ЩЧ – это щелочное число. Его значение равно миллиграммам KOH в грамме масла.

Таблица 7.1 Стандарты топлива и требования к качеству смазочного масла, работа на газовом и дизельном топливе

Категория	Стандарт топлива		ЩЧ смазочного масла
A	ASTM D 975-01 BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 IS08217: 2012(E)	GRADE NO. 1-D, 2-D, 4-D DMX, DMA, DMB DX, DA, DB ISO-F-DMX, DMB	10...30
B	ASTM D 975-01 BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 2012(E)	GRADE NO. 1-D, 2-D, 4-D DMX, DMA, DMB DX, DA, DB ISO-F-DMX - DMB	15...30
C	ASTM D 975-01 ASTM D 396-04, BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 2012(E)	GRADE NO. 4 D GRADE NO. 5 6 DMC, RMA10-RMK55 DC, A30-K700 RMA 10-RMK 700	30...55

Для работы на тяжёлом топливе в первую очередь следует выбирать смазочные масла со значением ЩЧ равным 50-55. Масла со значением ЩЧ 40 также может быть использована с тяжёлым топливом при условии, что содержание серы сравнительно невелико и что ЩЧ остаётся выше предельного значения при допустимых интервалах между заменами масла. Смазочные масла со значением ЩЧ 30 должны использоваться вместе с тяжёлым топливом только в частных случаях; например, на установках с SCR (селективным катализатором), если, несмотря на более короткие интервалы между заменами масла, могут быть достигнуты лучшие показатели общей экономии. Меньшие значения ЩЧ могут иметь положительное влияние на срок службы катализатора в установках с SCR.

Для двигателя не является вредным использование более высокого ЩЧ, чем рекомендуется для сорта топлива.

Недопустимо смешивать масла разных марок, если только это не разрешено поставщиками масла. Если двигатель на гарантии, смешивание различных масел также должно быть одобрено компанией Wärtsilä.

Каждая установка снабжается обновлённым списком одобренных смазочных масел.

7.2 Внутренняя система смазочного масла

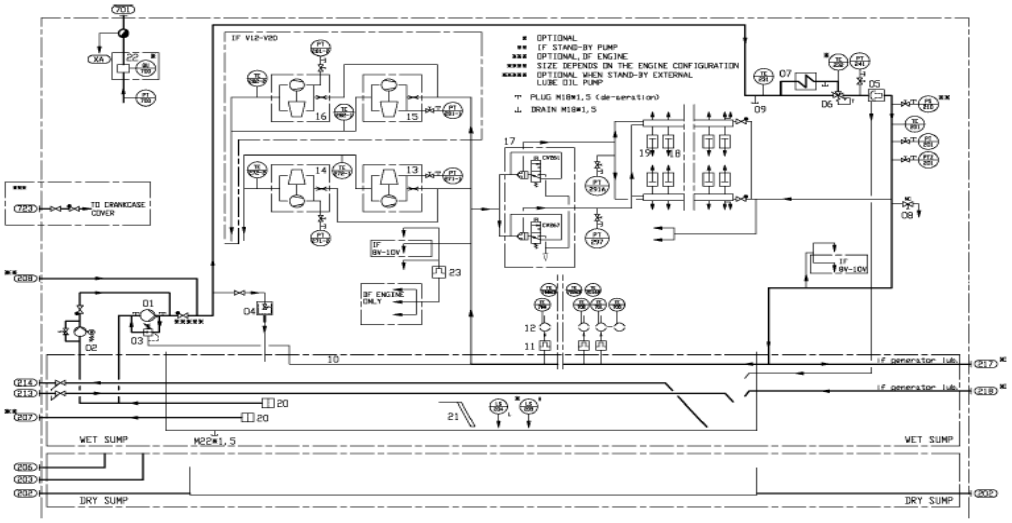


Рисунок 7.1 Внутренняя система смазочного масла (DAAF315513A)

Системные компоненты					
01	Главный масляный насос	09	Заглушка для отбора проб	17	Отключающий клапан системы регулируемого закрытия
02	Насос предварительной прокачки	10	Масляная трубка регулировки давления	18	Система регулируемого закрытия впускного клапана
03	Регулировочный и предохранительный клапан	11	Приработочный фильтр (удаляется после заводских испытаний)	19	Система регулируемого закрытия выпускного клапана
04	Фильтр центробежного типа	12	Рамовые подшипники	20	Фильтр
05	Автоматический фильтр	13	ГТН низкого давления, ряд A	21	Масляный щуп
06	Термостатный клапан смазочного масла	14	ГТН высокого давления, ряд A	22	Датчик масляного тумана
07	Масляный холодильник	15	ГТН низкого давления, ряд B	23	Приработочный фильтр
08	Пробоотборный клапан	16	ГТН высокого давления, ряд B		

Датчики и индикаторы:			
PT201	Давление на подводе масла в двигатель	TE272-1	Температура масла, отвод ГТН A низкого давления
PTZ201	Давление на подводе масла в двигатель	TE272-2	Температура масла, отвод ГТН A высокого давления
TE201	Температура на подводе масла	PT281-1	Давление масла, подвод ГТН B низкого давления
LS204	Уровень смазочного масла, мокрый картер	PT281-2	Давление масла, подвод ГТН B высокого давления
LS205	Уровень смазочного масла, мокрый картер	TE282-1	Температура масла, отвод ГТН B низкого давления

Датчики и индикаторы:			
PS210	Запуск резервного масляного насоса	TE282-2	Температура масла, отвод ГТН B высокого давления
TE231	Температура масла, подвод к масляному холодильнику	PT291A	Давление масла после клапана управления системы регулируемого закрытия впускного клапана, ряд A
PT241	Давление масла на входе в фильтр	PT297	Давление масла после клапана управления системы регулируемого закрытия выпускного клапана,
CV261	Клапан управления системы регулируемого закрытия впускного клапана	PT700	Давление в картере
CV267	Клапан управления системы регулируемого закрытия выпускного клапана	QU700	Датчик масляного тумана
PT271-1	Давление масла, подвод ГТН A низкого давления	TE7##	Температура рамового подшипника ##
PT271-2	Давление масла, подвод ГТН A высокого давления	TE7##6A	Температура мотылевого подшипника, цил. ##A

Соединения трубопроводов:		8V-10V	12V-20V
202	Отвод смазочного масла (сухой картер)	DN200 / DN250	
203	Смазочное масло на насос с приводом от двигателя (сухой картер)	DN200 / DN250	
206	Смазочное масло на насос предварительной прокачки	DN80	DN80
207	Смазочное масло от насоса с электроприводом (резервный насос)	DN200 / DN250	
208	Смазочное масло на насос с электроприводом (резервный насос)	DN150	DN150
213	Смазочное масло от сепаратора и заливочного отверстия (мокрый картер)	DN40	DN40
214	Смазочное масло на сепаратор и слив (мокрый картер)	DN40	DN40
217	Смазочное масло на подшипники генератора	DN40	DN40
218	Смазочное масло от подшипников генератора	DN40	DN40
701	Вентиляция картера	DN125	DN150
723	Подвод инертного газа	DN50	DN50
XA	Отвод воды		

Двигатель имеет систему смазочного масла с мокрым или сухим катером в зависимости от типа установки. При сухом картере всасывающие трубы подсоединены к внешней системе смазочного масла, а от нее – обратно к масляному насосу с приводом от двигателя. Всасывающая труба должна быть оборудована невозвратным клапаном.

При мокром картере всасывающие трубы к главному масляному насосу, насосу предварительной прокачки и сепаратору подсоединены к масляному поддону. На всасывающих трубах к насосу предусмотрены фильтры. В верхней части картера с боковой стороны блока двигателя имеется мерный щуп. На мерном щупе отмечены максимальный (HIGH) и минимальный (LOW) пределы, между которыми может варьироваться уровень масла. Также предусмотрен датчик уровня масла (LS204), подключенный к системе автоматики двигателя. Этот датчик замеряет нижний уровень масла в картере.

Масляный насос с приводом от двигателя – винтового типа, он оборудован клапаном регулировки давления. Насос предназначен для обеспечения достаточного потока масла даже при низких оборотах. Скорость подачи и давление насоса с приводом от двигателя см. в разделе *Технические данные*.

Насос предварительной прокачки маслом – винтового типа, с электроприводом, он оборудован предохранительным клапаном. Этот насос должен работать всегда, когда двигатель остановлен. Скорость подачи и давление насоса и давление насоса предварительной прокачки см. в разделе *Технические* данные.

Модуль смазочного масла, навешенный на двигатель, состоит из масляного холодильника, термостатного клапана и автоматического фильтра.

Центробежный фильтр используется в качестве перепускного исключительно для контроля качества масла.

7.3 Внешняя система смазочного масла

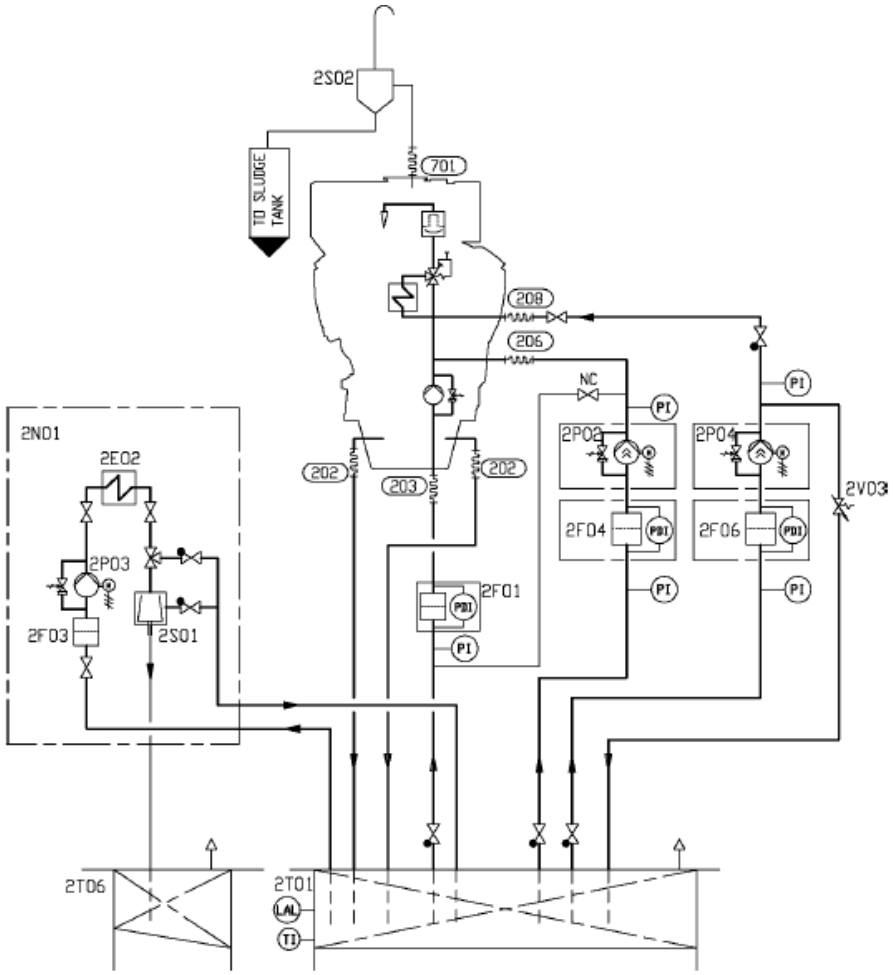


Рис. 7-2 Система смазочного масла, главные двигатели с сухим картером (DAAF301499A)

Системные компоненты:			
2E02	Нагреватель (блок сепаратора)	2P03	Насос сепаратора (блок сепаратора)
2F01	Фильтр на всасывании (главный масляный насос)	2P04	Резервный насос
2F03	Фильтр на всасывании (блок сепаратора)	2S01	Сепаратор
2F04	Фильтр на всасывании (насос предварительной прокачки маслом)	2S02	Конденсатная ловушка
2F06	Фильтр на всасывании (резервный насос)	2T01	Системный масляный танк
2N01	Блок сепаратора	2T06	Шламовый танк
2P02	Насос предварительной прокачки маслом	2V03	Регулировочный клапан

Соединения трубопроводов:		**8V - 10V**	**12V - 20V**
202 (*	Отвод смазочного масла	DN200	DN250
203	Смазочное масло на насос с приводом от двигателя	DN200	DN250
206	Смазочное масло от насоса предварительной прокачки	DN80	DN80
208	Смазочное масло от насоса с электроприводом	DN150	DN150
701	Вентиляция картера	DN125	DN150

*Размер зависит от конфигурации двигателя

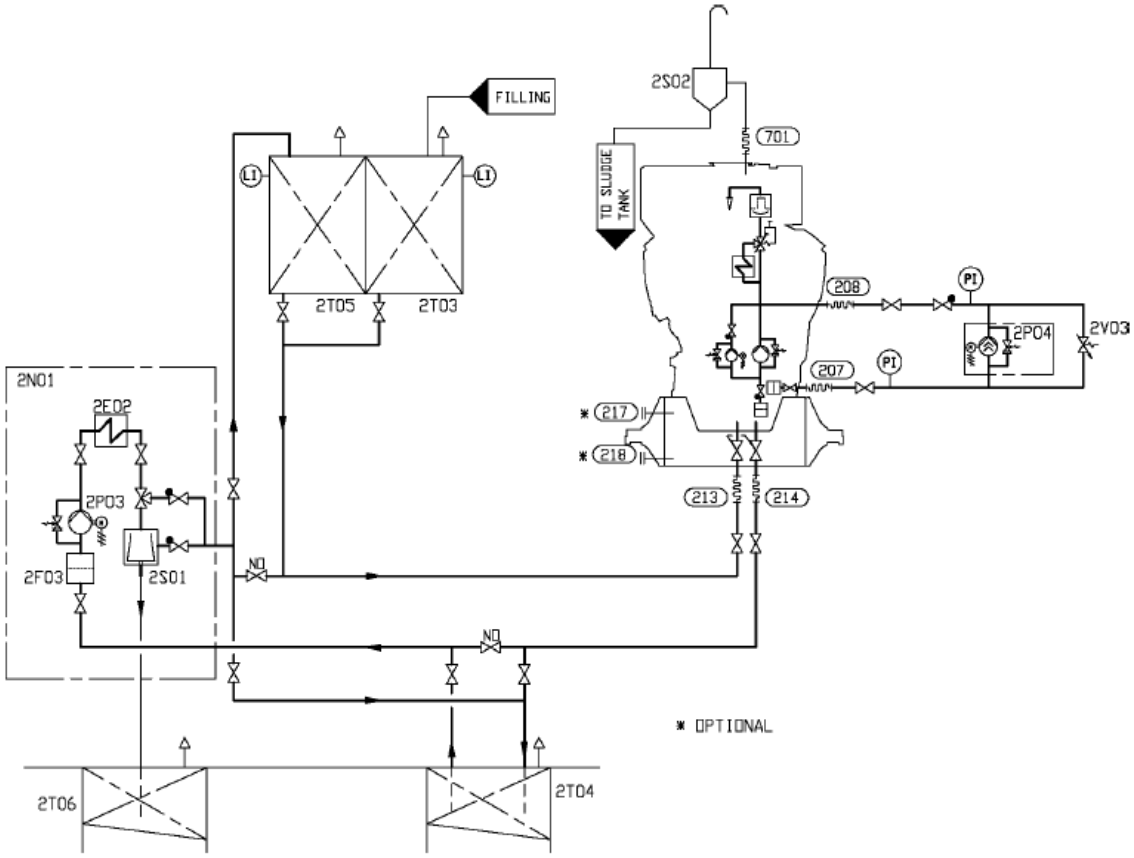


Рис. 7-3 Система смазочного масла, один двигатель с мокрым картером (DAAF301501A)

Системные компоненты:			
2E02	Нагреватель (блок сепаратора)	2S02	Конденсатная ловушка
2F03	Фильтр на всасывании (блок сепаратора)	2T03	Танк свежего масла
2N01	Блок сепаратора	2T04	Танк доливочного масла
2P03	Насос сепаратора (блок сепаратора)	2T05	Танк отсепарированного масла
2P04	Резервный насос	2T06	Шламовый танк
2S01	Сепаратор	2V03	Регулировочный клапан

Соединения трубопроводов:		**8V - 10V**	**12V - 20V**
207(*	Смазочное масло на насос с приводом от двигателя	DN200	DN250
208	Смазочное масло от насоса с электроприводом	DN150	DN150
213	Смазочное масло от сепаратора и залива	DN40	DN40
214	Смазочное масло на сепаратор и слив	DN40	DN40
217	Смазочное масло на подшипники генератора	DN40	DN40
218	Смазочное масло от подшипников генератора	DN40	DN40
701	Вентиляция картера	DN125	DN150
* Размер зависит от конфигурации двигателя			

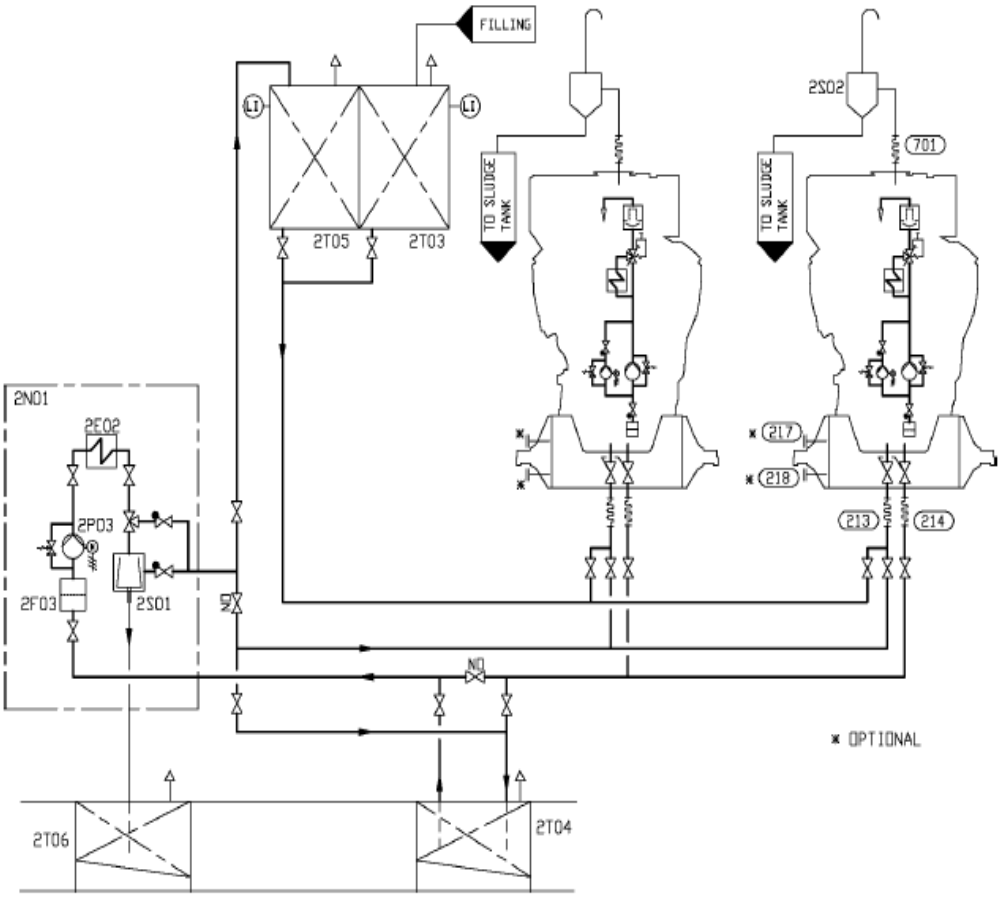


Рис. 7-4 Система смазочного масла (MDF), несколько двигателей с мокрым картером (DAAF301500)

Системные компоненты:			
2E02	Нагреватель (блок сепаратора)	2S02	Конденсатная ловушка
2F03	Фильтр на всасывании (блок сепаратора)	2T03	Танк свежего масла
2N01	Блок сепаратора	2T04	Танк доливочного масла
2P03	Насос сепаратора (блок сепаратора)	2T05	Танк отсепарированного масла
2S01	Сепаратор	2T06	Шламовый танк

Соединения трубопроводов:		**8V - 10V**	**12V - 20V**
213	Смазочное масло от сепаратора и залива	DN40	DN40
214	Смазочное масло на сепаратор и слив	DN40	DN40
217	Смазочное масло на подшипники генератора	DN40	DN40
218	Смазочное масло от подшипников генератора	DN40	DN40
701	Вентиляция картера	DN125	DN125

7.3.1 Система сепарации

7.3.1.1 Блок сепаратора (2N01)

Вспомогательные двигатели, работающие на топливе с вязкостью до 380 сСт / 50°C могут иметь общий сепаратор смазочного масла. Два двигателя могут иметь общий сепаратор смазочного масла. В установках из четырех и более двигателей следует устанавливать два или больше сепараторов смазочного масла.

Сепараторы обычно поставляются уже собранными блоками.

Обычно блоки сепаратора смазочного масла оборудованы:

- Подкачивающим насосом с сетчатым фильтром и предохранительным клапаном
- Подогревателем
- Сепаратором
- Шкафом управления

Также блок сепаратора смазочного масла может быть оборудован промежуточным шламовым танком и шламовым насосом, что делает сепаратор более удобным для размещения, так как нет необходимости располагать шламовый танк непосредственно под сепаратором.

Подкачивающий насос сепаратора (2P03)

Подкачивающий насос выбирается из расчёта, чтобы соответствовать рекомендованной пропускной способности сепаратора. Обычно насос подбирается и поставляется к сепаратору производителем сепаратора.

При расчете электродвигателя, необходимо принять во внимание самую низкую ожидаемую температуру в масляном танке системы (после длинной остановки).

Нагреватель сепаратора (2E02)

Параметры нагревателя следует задать, исходя из производительности подкачивающего насоса и температуры в масляном танке системы. Когда двигатель работает, температура в системном масляном танке, расположенном в днище корабля, обычно составляет 65…75˚C. Для того, чтобы сделать возможной сепарацию при остановленном двигателе, мощность нагревателя должна быть достаточной для поддержания требуемой температуры без подвода тепла от двигателя.

Рекомендуемая температура масла после подогревателя составляет 95˚C.

Температура поверхности подогревателя не должна превышать 150˚C во избежание крекинга масла.

Нагреватели должны быть оборудованы предохранительными клапанами и сливными трубами, ведущими к танку утечки (так, чтобы возможные утечки могли быть обнаружены).

Сепаратор (2S01)

Предпочтительно, чтобы сепаратор был с контролируемым сливом из барабана, чтобы минимизировать потери смазочного масла.

Пропускная способность Q [*л/ч*] сепаратора может быть оценена по формуле:

$$Q = \frac{1.35 \times P \times n}{t}$$

где:

Q = объёмный расход [л/ч]

P = мощность двигателя [кВт]

n = число полных прокачек объёма танка в день (5 для тяжёлого топлива, 4 для дизельного)

t = время работы [ч/день] (24 ч при непрерывной сепарации, 23 ч при нормальной работе)

Шламовый танк (2T06)

Шламовый танк следует расположить непосредственно под сепараторами, или как можно ближе, насколько это возможно, под сепараторами, кроме случаев, когда шламовый танк интегрирован в блоке сепаратора. Шламовая труба должна находиться под постоянным уклоном вниз.

7.3.2 Системный масляный танк (2T01)

Рекомендуемый объём масляного танка указан в главе *Технические данные*.

Системный масляный танк обычно располагается под фундаментом двигателя. Танк не должен выдаваться под редуктор или генератор, а также должен быть расположен симметрично в поперечном направлении под двигателем. Более того, расположение танка должно быть таким, чтобы смазочное масло не охлаждалось ниже нормальной рабочей температуры. Высота всасывания крайне важна, если насос смазочного масла приводится от двигателя. Потери на фильтрах и т.д. добавляются к геометрической высоте всасывания. Максимальная высота всасывания указана в главе *Технические данные*.

Соединение трубопроводов между поддоном картера двигателя и системным масляным системы должно быть гибким, чтобы предотвратить повреждения, связанные с тепловым расширением. Возвратные трубы от поддона картера двигателя должны оканчиваться ниже минимального уровня масла в танке. Более того, возвратные трубы не должны располагаться в том же углу танка, где расположена всасывающая труба насоса.

Всасывающая труба насоса должна быть с воронкообразным или коническим впускным отверстием, чтобы минимизировать потерю давления. По этой же причине всасывающая труба должна быть как можно короче и прямее (насколько это возможно) и иметь достаточный диаметр. Манометр должен быть расположен близко к впускному отверстию насоса смазочного масла. Далее всасывающая труба должна быть оборудована невозвратным клапаном створчатого типа без пружины. Обратный клапан чрезвычайно важен, если насос приводится от двигателя, обратный клапан необходимо установить в таком положении, чтобы обеспечить его самозакрывание.

Всасывающая и возвратная трубы сепаратора не должны располагаться в танке близко друг к другу.

Вентиляционная труба из системного масляного танка не может быть совмещена с вентиляционными трубами картера двигателя.

После длительной остановки должна существовать возможность повысить температуру масла в танке. В холодных условиях, возможна необходимость установки нагревательных элементов в масляном танке для обеспечения прокачиваемости. Подогреватель сепаратора обычно используется единожды для повышения температуры масла до достижения прокачиваемости. После тепло может передаваться маслу от прогретого двигателя, если вязкость масла и, соответственно, потребление мощности масляного насоса предварительной смазки не превышает мощности электродвигателя.

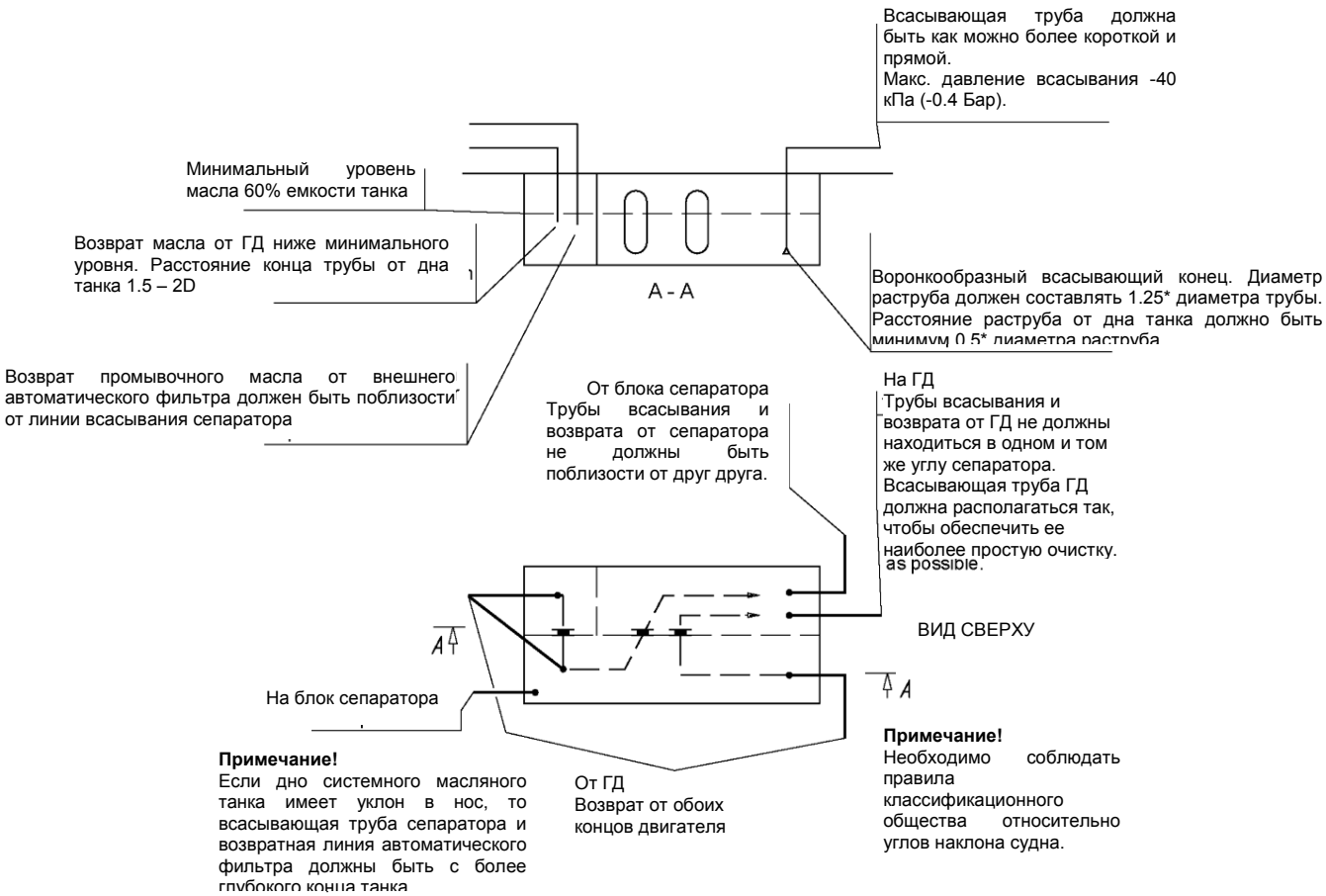


Рисунок 7.5 Пример компоновки системного масляного танка (DAAE007020e)

Расчётные данные:

Объём масла	1.2…1.5 л/кВт, см. также главу *Технические данные*
Уровень масла при работе	75 – 80 % от объёма танка
Аварийный уровень масла	60% от объёма танка.

7.3.3 Сетчатые фильтры на всасывании (2F01, 2F04, 2F06)

Рекомендуется установить сетчатые фильтры перед каждым насосом, чтобы защитить насос от повреждения. Чтобы минимизировать потери давления, сетчатый фильтр и всасывающая труба должны быть рассчитаны с достаточным запасом. Фильтр на всасывании всегда должен быть оборудован аварийной сигнализацией высокого перепада давления.

Расчётные данные:

Тонкость фильтрации	0.5…1.0 мм

7.3.4 Насос предварительной прокачки маслом (2P02)

Насос предварительной прокачки –винтового или шестеренного типа, он оборудован предохранительным клапаном.

Установка насоса предварительной прокачки является обязательной. Главный насос с электроприводом или резервный насос (полного давления) не могут использоваться вместо специального насоса предварительной прокачки, так как его максимально допустимое давление 200 кПа (2 Бар) позволяет исключить протечки через лабиринтное уплотнение ГТН (которые не представляют проблемы при работающем

двигателе). Также не допустимо применение двухскоростного электромотора для главного или резервного насосов.

Трубопроводы должны быть устроены таким образом, чтобы насос предварительной прокачки заполнял главный масляный насос, если главный насос имеет привод от двигателя.

Насос предварительной прокачки должен работать всегда, когда двигатель останавливается.

В зависимости от предполагаемой температуры масла после долгой остановки высота всасывания и всасывающая способность насоса должны специально рассчитываться с учетом вязкости. При холодном масле давление насоса будет достигать давления срабатывания предохранительного клапана.

Расчётные данные:

Производительность	см. главу *Технические данные*
Максимальное давление (предохранительный клапан)	350 кПа (3.5 Бар)
Расчетная температура	100°C
Вязкость для задания параметров электромотора	500 сСт

7.3.5 Регулировочный клапан (2V03)

Расчётные данные:

Расчётное давление	1.0 мПа (10 бар)
Пропускная способность	Разница между производительностью насоса и протоком масла через двигатель
Расчетная температура	100°C

7.3.6 Резервный насос (2P04)

Резервный насос смазочного масла устанавливается обычно винтового типа, он должен быть оборудован предохранительным клапаном.

Расчётные данные:

Производительность	см. главу Технические данные
Расчётное давление, макс.	0.8 мПа (10 бар)
Расчетная температура	100°C
Вязкость смазочного масла	SAE 40
Вязкость для задания параметров электромотора	500 сСт

7.4 Система вентиляции картера двигателя

Система вентиляции картера двигателя предназначена для удаления газов из картера двигателя, чтобы поддерживать давление в картере в заданных пределах.

Каждый двигатель должен быть оснащён собственной вентиляционной трубой, ведущей к открытому воздуху. Вентиляционные трубы картера недопустимо совмещать с другими вентиляционными трубами, например, вентиляционными трубами из системного масляного танка.

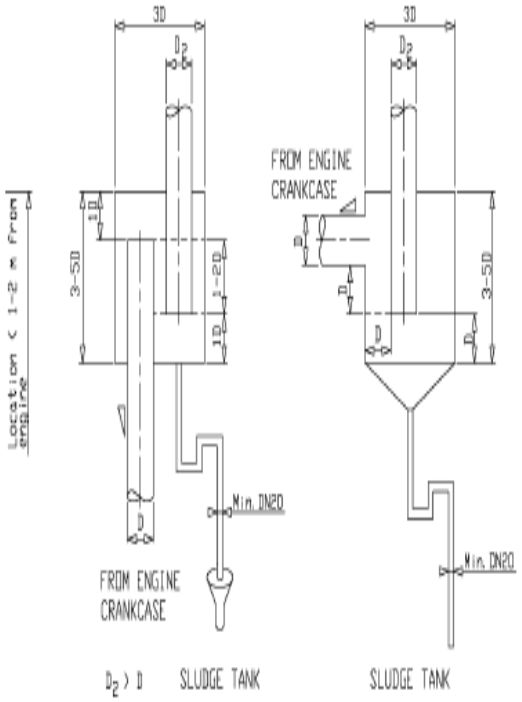
Диаметр трубы должен быть достаточно большим во избежание чрезмерного противодавления. Другое оборудование трубопровода также должно быть разработано и рассчитано во избежание чрезмерного противодавления.

Конденсационную ловушку необходимо расположить в вытяжной трубе рядом с двигателем.

Соединение между двигателем и трубой должно быть гибким.

Расчётные данные:

Поток	см. главу Технические данные
Противодавление, макс.	см. главу Технические данные
Температура	80˚C



Размер вентиляционной трубы (D2) от конденсатной ловушки должен быть больше, чем вентиляционной трубы (D) от двигателя.

Дополнительную информацию по размеру вентиляционной трубы (D) см. на чертеже внешней системы смазочного масла.

При выборе размера вентиляционной трубы также должно приниматься во внимание максимальное противодавление.

Рис. 7-6 Конденсатная ловушка (DAAE032780B)

7.5 Инструкции по промывке

Инструкции по промывке в настоящем Руководстве по проектированию приведены исключительно для общего сведения. Для проектов, на которые подписаны контракты, необходимо изучить соответствующие инструкции, включенные в состав Инструкций по монтажу (IPI).

7.5.1 Трубопроводы и навешенное оборудование двигателя

Промывка трубопроводов и оборудования, навешенного на двигатель, не требуется, а промывочное масло не должно прокачиваться через систему смазочного масла двигателя (которая очищается и промывается на заводе-изготовителе).

При этом допускается циркуляция промывочного масла через картер двигателя если это представляется обоснованным.

После завершения промывке необходимо убедиться в чистоте картере.

7.5.2 Внешняя система смазочного масла

Расположение/ описание указанных ниже компонентов см. на системных схемах в разделе *Внешняя система смазочного масла*.

Если двигатель оборудован мокрым картером, то перед бункеровкой масла необходимо убедиться в чистоте внешних масляных танков, танка свежего масла (2T03), доливочного танка (2T04) и танка отсепарированного масла (2T05). В особенности должна быть обеспечена чистота труб, ведущих от блока сепаратора (2N01) непосредственно в двигатель, например, отсоединив путем отсоединения их от двигателя и продувкой сжатым воздухом.

Если двигатель оборудован сухим картером, то перед бункеровкой масла необходимо убедиться в чистоте внешних танков смазочного масла, танка свежего масла и системного масляного танка (2T01).

Во время промывки должен (не менее 24 часов) должен постоянно работать сепаратор. Необходимо продолжить работу сепаратора и после завершения промывки; это необходимо для удаления всех оставшихся загрязнений.

Если установлен электрический резервный насос смазочного масла (2P04) промывку трубопроводов необходимо производить с помощью этого насоса, прокачивая моторное масло через временный внешний фильтр (рекомендуется использовать размер ячейки 34 микрон) через картер двигателя по шлангу через лючок картера. Насос должен быть защищен фильтром на всасывании (2F06).

По возможности для удаления загрязнений должен все время работать сепаратор. Необходимо продолжить работу сепаратора и после завершения промывки; это необходимо для удаления всех оставшихся загрязнений.

7.5.3 Тип промывочного масла

7.5.3.1 Вязкость

Для того чтобы промывочное масло могла удалять загрязнения и уносить их своим потоком идеально подходит вязкость 10...50 сСт. Правильной вязкости можно добиться нагреванием моторного масла до прибл. 65°C или использованием специального промывочного масла, имеющего идеальную вязкость при нормальной окружающей температуре.

7.5.3.2 Промывка моторным маслом

Лучше всего использовать для промывки моторное масло. Для этого, однако, требуется чтобы блок сепаратора находился в работе для подогрева масла. Моторное масло, применяемое для промывки, может повторно использоваться в двигателе при

условии, что в нем после окончания промывки не будет присутствовать механических и прочих загрязнений.

7.5.3.3 Промывочное масло низкой вязкости

Если сепаратор для подогрева масла при промывке использовать невозможно можно пользоваться специальным промывочным маслом низкой вязкости вместо моторного масла. В таком случае промывочное масло низкой вязкости нужно удалять и утилизировать после промывки. Необходимо очень тщательно слить все промывочное масло из трубных пакетов и со дна танков так чтобы остающееся в системе промывочное масло не портило вязкость настоящего моторного масла.

7.5.3.4 Проба смазочного двигателя

Для подтверждения чистоты Верфи необходимо выполнить забор пробы смазочного масла после завершения промывки. Свойства, которые необходимо проанализировать – это вязкость, ЩЧ, КЧ, наличие нерастворимых примесей, железа и механических частиц.

При этом работы по пуско-наладке можно не прерывать если только инженер, руководящий пуско-наладкой не уверен в том, что масло загрязнено.

8 Система сжатого воздуха

Сжатый воздух используется для запуска двигателей и для приведения в действие устройств защиты и управления. Использование пускового воздуха для других целей ограничено классификационными нормами.

Чтобы элементы системы сжатого воздуха функционировали, необходимо, чтобы сжатый воздух был очищен от твёрдых частиц и масла.

8.1 Качество воздуха систем управления

Качество воздуха систем управления от судовой системы для устройств защиты и управления должно соответствовать следующим требованиям.

Спецификация воздуха систем управления:

Расчётное давление, макс.	1 МПа (10 Бар)
Номинальное давления	0.7 МПа (7 Бар)
Точка росы	+3°C
Максимальное содержание масла	1 мг/м^3
Максимальный размер механических частиц	3 µм

8.2 Внутренняя система сжатого воздуха

Все двигатели вне зависимости от числа цилиндров запускаются сжатым воздухом с номинальным давлением 3 МПа (30 Бар). Запуск производится прямой подачей воздуха в цилиндры через пусковые клапаны в цилиндровых крышках. Привод главного пускового клапана – пневматическим соленоидом в местном (кнопка на панели управления), дистанционном и автоматическом режиме.

Все двигатели оборудованы встроенными невозвратными клапанами и пламегасителями. Запуск двигателя невозможен при подключенном валоповоротном устройстве.

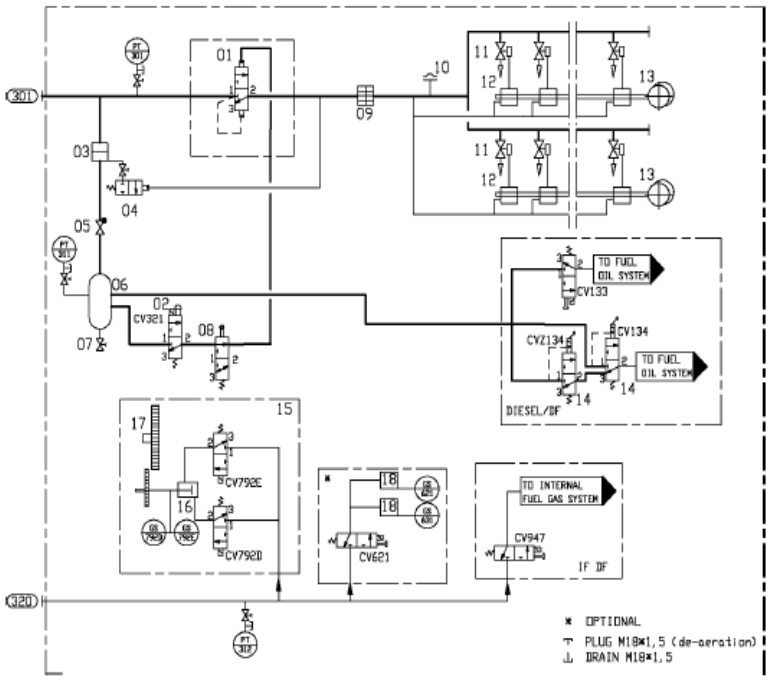


Рис. 8-1 Внутренняя система пускового воздуха (DAAF315514A)

Системные компоненты:					
01	Главный пусковой клапан	07	Дренажный клапан для техобслуживания	13	Распредвал
02	Пусковой соленоидный клапан	08	Блокировочный клапан валоповоротного устройства	14	Управляющий клапан со стопорным штифтом
03	Воздушный фильтр	09	Пламегаситель	15	Контрольные соленоиды подключения/отключения валоповоротного устройства
04	Автоматический дренажный клапан	10	Разрывная мембрана	16	Цилиндр подключения валоповоротного устройства
05	Невозвратный клапан	11	Пусковой клапан в цилиндровой крышке	17	Зубчатый венец маховика
06	Аккумулятор воздуха	12	Система регулируемого закрытия впускных и выпускных клапанов	18	Отсечной клапан наддувочного воздуха

Датчики и индикаторы:			
CV133	Управление циркуляционным клапаном	GS621	Отсечной клапан наддувочного воздуха, ряд A
CV134	Редукционный клапан	GS631	Отсечной клапан наддувочного воздуха, ряд B
CVZ134	Редукционный предохранительный клапан	CV792E	Соленоид подключения валоповоротного устройства
PT301	Давление пускового воздуха на входе двигателя	CV792D	Соленоид отключения валоповоротного устройства
PT311	Давление воздуха систем управления	GS792E	Подключено валоповоротное устройство
PT312	Давление рабочего воздуха	GS792D	Отключено валоповоротное устройство
CV321	Пусковой соленоидный клапан	CV947	Контроллер управления

Датчики и индикаторы:			
			газоудаляющим клапаном
CV621	Управление отсечного клапана наддувочного воздуха		

Соединения трубопроводов:		Размер
301	Подвод пускового воздуха, 15 - 30 Бар	DN50
320	Подвод рабочего воздуха, 6 - 8 Бар	OD12

8.3 Внешняя система сжатого воздуха

Конструкция системы пускового воздуха частично определяется правилами классификационных обществ. Большинство классификационных обществ требуют, чтобы полный объем разделялся на два равных пусковых баллона и компрессора пускового воздуха. Требования, касающиеся установок из нескольких двигателей, могут стать предметом специального рассмотрения классификационного общества.

Трубы пускового воздуха всегда должны иметь небольшой наклон и оснащаться ручной или автоматической системой слива в самых нижних точках.

Рабочий воздух для устройств управления и защиты должен обрабатываться осушителем.

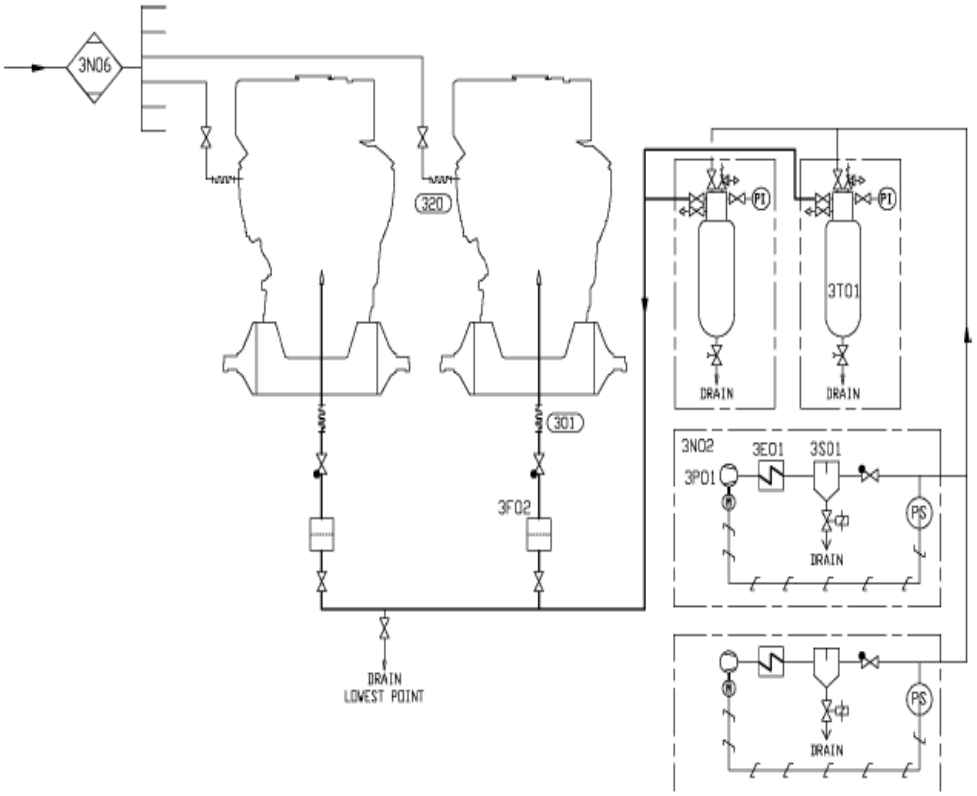


Рис. 8-2 Внешняя система пускового воздуха (DAAF301502)

Системные компоненты:		Соединения трубопроводов:		Размер	
3E01	Холодильник (блок компрессора пускового воздуха)	301	Подвод пускового воздуха	DN32	
3F02	Фильтр (подвод пускового воздуха)	320	Подвод рабочего воздуха	OD12	
3N02	Блок компрессора пускового воздуха				
3N06	Блок осушителя воздуха				
3P01	Компрессор (блок компрессора пускового воздуха)				
3S01	Сепаратор (блок компрессора пускового воздуха)				
3T01	Баллон пускового воздуха				

8.3.1 Блок компрессора пускового воздуха (3N02)

Необходимо установить, по крайней мере, два компрессора пускового воздуха. Рекомендуется, чтобы компрессоры были способны заполнять баллон с пусковым воздухом от минимального (1.8 мПа) до максимального давления за 15…30 минут. Для точного определения минимальной производительности, необходимо следовать правилам классификационного общества.

8.3.2 Сепаратор масла и воды (3S01)

На трубе между компрессором и баллоном пускового воздуха должен быть всегда установлен сепаратор масла и воды. В зависимости от условий эксплуатации установки, может потребоваться сепаратор масла и воды на трубе между баллоном пускового воздуха и двигателем.

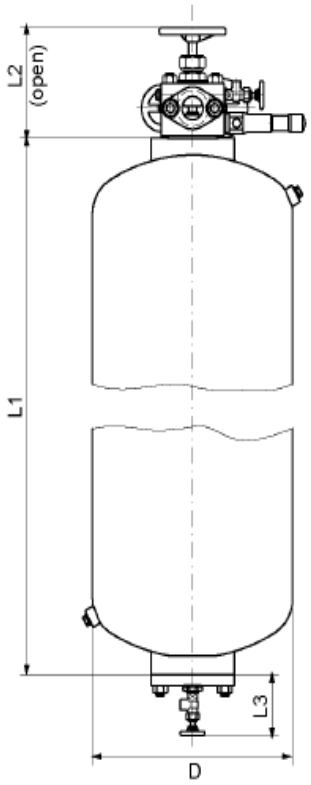
8.3.3 Баллон пускового воздуха (3T01)

Баллоны пускового воздуха должны быть рассчитаны на нормальное давление 3 мПа.

Количество и объём баллонов пускового воздуха для главных двигателей зависит от требований классификационного общества и типа установки.

При расчёте требуемого объёма баллонов рекомендуется брать минимальное давление воздуха 1.8 мПа.

Баллоны пускового воздуха должны быть оснащены, по крайней мере, клапаном с ручным управлением для удаления конденсата. Если баллоны располагаются горизонтально, тогда необходимо обеспечить наклон в 3…5˚ в сторону спускного клапана для обеспечения эффективности слива.



Объём [литры]	Размеры [мм]				Вес [кг]
	L1	L21)	L31)	D	
250	1767	243	110	480	274
500	3204	243	133	480	450
710	2740	255	133	650	625
1000	3560	255	133	650	810
1250	2930	255	133	800	980

1) Размеры являются приблизительными.

Рис. 8-3 Баллон пускового воздуха

Потребление пускового воздуха, указанное в технических данных, справедливо для удачных стартов. При запуске главный пусковой клапан остается открытым, пока двигатель не запустится, или пока не истечёт макс. время, отведённое для попытки пуска. При неудачном запуске расход может в 2 раза превысить объём воздуха, указанный в технических данных. Если на знак класса судна включает

необслуживаемое машинное отделение, тогда запуски необходимо представлять классификационному обществу.

Требуемый общий объём баллона пускового воздуха может быть посчитан по формуле:

$$V_R = \frac{p_E \times V_E \times n}{p_{Rmax} - p_{Rmin}}$$

где:

VR = общий объём баллона пускового воздуха [м3]

pE = нормальное барометрическое давление (нормальные условия) = 0.1 мПа

VE = потребление воздуха при запуске [Нм3] см. главу Технические данные

n = требуемое количество запусков в соответствии с классификационным обществом

pRmax = максимальное давление пускового воздуха = 3 мПа

pRmin = минимальное давление пускового воздуха = 1.8 мПа

ПРИМЕЧАНИЕ

Общий объём баллона должен быть разделён по крайней мере на два равных по объёму баллона с пусковым воздухом.

8.3.4 Фильтр пускового воздуха (3F02)

Значительные сконденсированные образования могут возникать после сепаратора воды (между компрессором пускового воздуха и баллонами пускового воздуха), и это может приводить к появлению абразивных частиц ржавчины в трубопроводах, соединениях труб и баллонах. Поэтому рекомендуется установить сетчатый фильтр во внешней системе пускового воздуха перед двигателем.

9 Система водяного охлаждения

9.1 Качество воды

Пресная вода в системе водяного охлаждения двигателя должна соответствовать следующим требованиям:

Водородный показатель (pH) ..... мин. 6,5…8,5

Жесткость ..... макс. 10 °dH

Содержание хлоридов ..... 80 мг/л

Содержание сульфатов ..... 150 мг/л

Можно использовать водопроводную воду хорошего качества, но береговая пресная вода не всегда пригодна. Рекомендуется использовать воду, полученную с помощью бортовой испарительной установки. Содержание хлоридов в пресной воде, полученной с помощью установок обратного осмоса, часто превышает норму. Дождевая вода не годится для охлаждения двигателя в силу высокого содержания кислорода и углекислого газа.

В двигателях можно использовать только чистую пресную воду, содержащую одобренные ингибиторы коррозии. Важно, чтобы вода необходимого качества и одобренные ингибиторы коррозии были использованы при первом же заполнении системы водой после установки двигателя.

9.1.1 Ингибиторы коррозии

Обязательно использование одобренных присадок к охлаждающей воде. Обновляемый перечень одобренной продукции прилагается к каждой установке. Он также включен в руководство по эксплуатации двигателя вместе с указанием дозировок и дополнительными инструкциями.

9.1.2 Гликоль

Без абсолютной необходимости не рекомендуется использовать гликоль в охлаждающей воде. Начиная от 20% содержания гликоля и выше двигатель должен дополнительно дератироваться на 0,23% на 1% содержания гликоля в воде. Разрешается максимум 60% содержания гликоля.

Необходимо использовать ингибиторы коррозии независимо от наличия гликоля в охлаждающей воде.

9.2 Внутренняя система водяного охлаждения

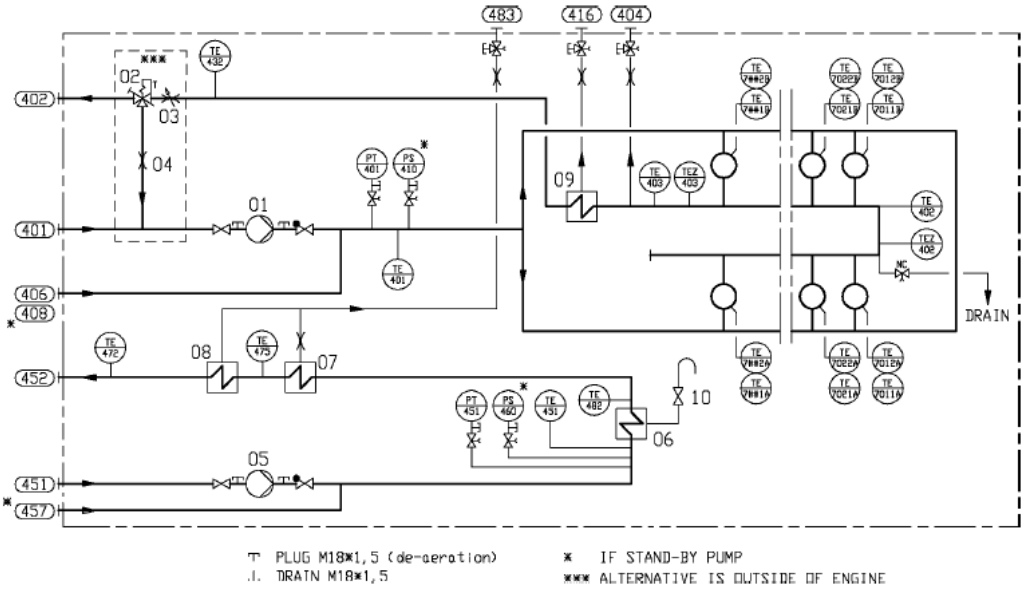


Рис. 9-1 Внутренняя система водяного охлаждения, 8V - 10V (DAAF323816A)

Системные компоненты:					
01	Насос ВТ контура	05	Насос НТ контура	09	Воздушный холодильник низкого давления, ВТ ступень
02	Термостатный клапан ВТ контура	06	Масляный холодильник	10	Автоматический вентиляционный клапан
03	Регулируемое отверстие главной линии (сменные диски)	07	Воздушный холодильник низкого давления, НТ ступень		
04	Регулируемое отверстие перепускной линии (сменные диски)	08	Воздушный холодильник высокого давления		

Датчики и индикаторы:			
PT401	Давление воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	TE451	Температура воды на входе в двигатель, НТ контур
TE401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	PS460	Запуск резервного насоса НТ контура
TE402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE472	Температура воды НТ контура, выход НТ ступени воздушного холодильника
TEZ402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE475	Температура воды НТ контура, вход воздушного холодильника высокого давления

Датчики и индикаторы:			
TE403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд B	TE482	Температура воды НТ контура, выход масляного холодильника
TEZ403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд B	TE7##1A	Температура втулки 1, цил. A##
PS410	Запуск резервного насоса ВТ контура	TE7##1B	Температура втулки 1, цил. B##
TE432	Температура воды ВТ контура, выход ВТ ступени воздушного холодильника	TE7##2A	Температура втулки 2, цил. A##
PT451	Давление воды на входе в двигатель, НТ контур	TE7##2B	Температура втулки 2, цил. B##

Соединения трубопроводов:		8V - 10V
401/402	Вход/выход воды ВТ контура	DN100
404	Вентиляция ВТ контура	OD12
406	Вода от подогревателя в ВТ контур	DN40
408/457	Вода ВТ/НТ контура от резервного насоса	DN100
416	Вентиляция ВТ контура от воздушного холодильника	OD12
451/452	Вход/выход воды НТ контура	DN100
483	Вентиляция НТ контура	OD15

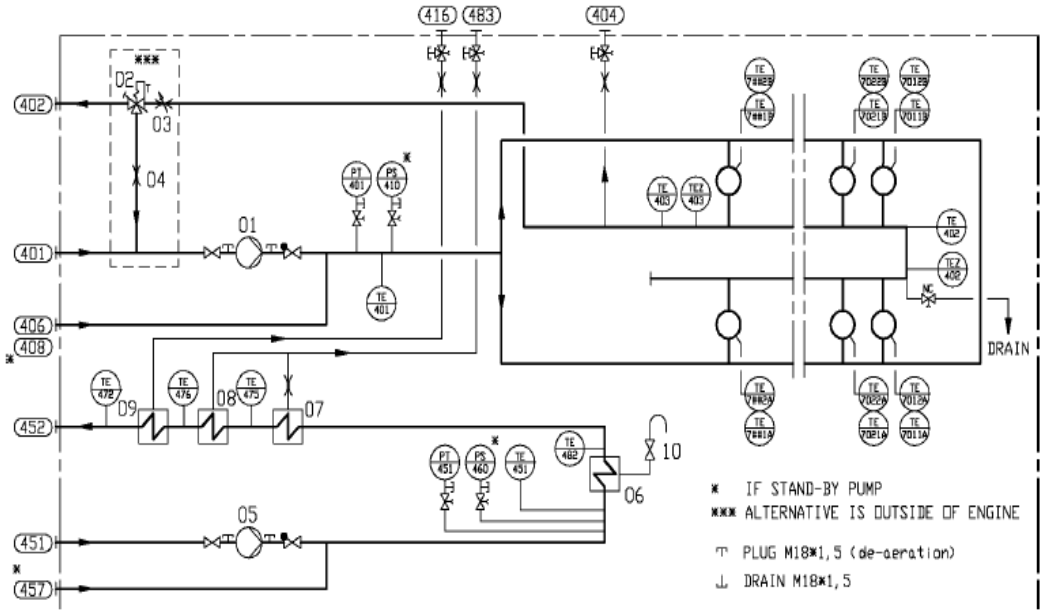


Рис. 9-2 Внутренняя система водяного охлаждения, 8V - 10V для арктических условий (DAAF315515A)

Системные компоненты:					
01	Насос ВТ контура	05	Насос НТ контура	09	Воздушный холодильник низкого давления, ВТ ступень (промежуточный)
02	Термостатный клапан ВТ контура	06	Масляный холодильник	10	Автоматический вентиляционный клапан
03	Регулируемое отверстие главной линии (сменные диски)	07	Воздушный холодильник низкого давления, НТ ступень (промежуточный)		
04	Регулируемое отверстие перепускной линии (сменные диски)	08	Воздушный холодильник высокого давления, НТ ступень (доохладитель)		

Датчики и индикаторы:			
PT401	Давление воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	PS460	Запуск резервного насоса НТ контура
TE401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	TE472	Температура воды НТ контура, выход НТ ступени воздушного холодильника
TE402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE475	Температура воды НТ контура, вход воздушного холодильника высокого давления
TEZ402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE476	Температура воды НТ контура, выход воздушного холодильника высокого давления
TE403	Температура воды на выходе рубашки	TE482	Температура воды НТ

Датчики и индикаторы:			
	охлаждения, ВТ-контур, ряд В		контура, выход масляного холодильника
TEZ403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд В	TE7##1A	Температура втулки 1, цил. А##
PS410	Запуск резервного насоса ВТ контура	TE7##1B	Температура втулки 1, цил. В##
PT451	Давление воды на входе в двигатель, НТ контур	TE7##2A	Температура втулки 2, цил. А##
TE451	Температура воды на входе в двигатель, НТ контур	TE7##2B	Температура втулки 2, цил. В##

Соединения трубопроводов:		8V - 10V
401/402	Вход/выход воды ВТ контура	DN100
404	Вентиляция ВТ/НТ контура	OD12
406	Вода от подогревателя в ВТ контур	DN40
408/457	Вода ВТ/НТ контура от резервного насоса	DN100
416	Вентиляция ВТ контура от воздушного холодильника	OD12
451/452	Вход/выход воды НТ контура	DN100
483	Вентиляция НТ контура	OD15

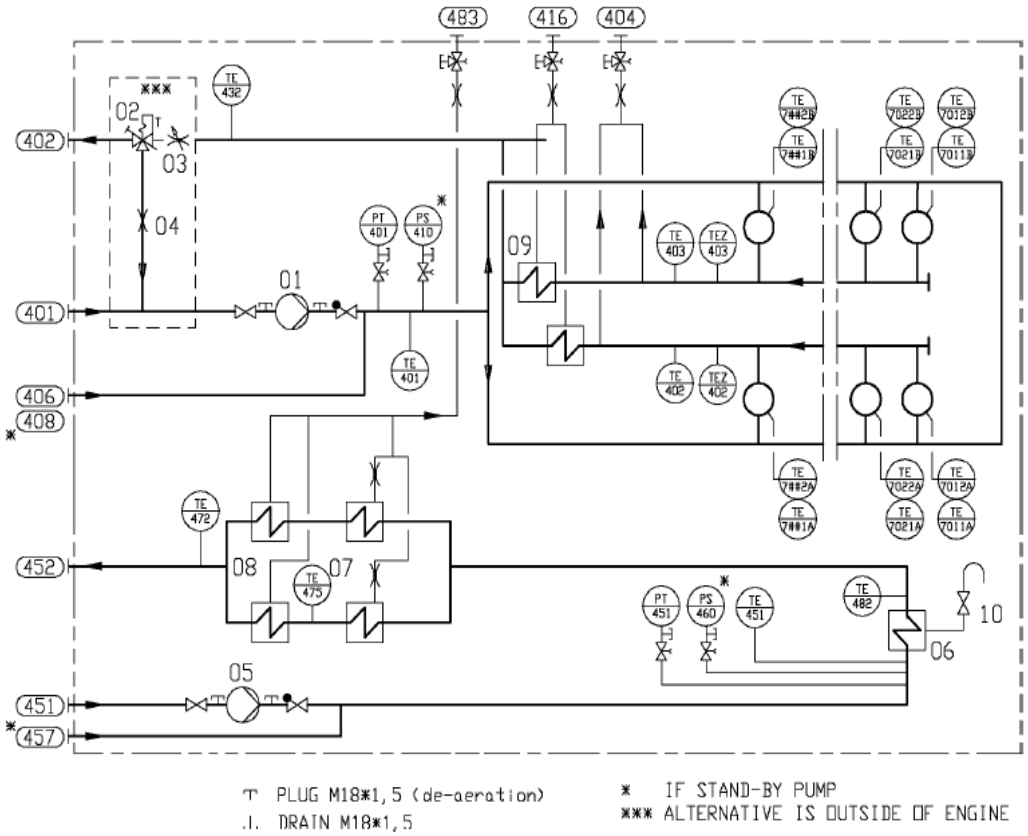


Рис. 9-3 Внутренняя система водяного охлаждения, 12V-16V (DAAF320102A)

Системные компоненты:					
01	Насос ВТ контура	05	Насос НТ контура	09	Воздушный холодильник низкого давления, ВТ ступень
02	Термостатный клапан ВТ контура	06	Масляный холодильник	10	Автоматический вентиляционный клапан
03	Регулируемое отверстие главной линии (дроссель)	07	Воздушный холодильник низкого давления, НТ ступень		
04	Регулируемое отверстие перепускной линии (сменные диски)	08	Воздушный холодильник высокого давления		

Датчики и индикаторы:			
PT401	Давление воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	TE451	Температура воды на входе в двигатель, НТ контур
TE401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	PS460	Запуск резервного насоса НТ контура
TE402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE472	Температура воды НТ контура, выход НТ ступени воздушного холодильника
TEZ402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE475	Температура воды НТ контура, вход

Датчики и индикаторы:			
			воздушного холодильника высокого давления
TE403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд B	TE482	Температура воды НТ контура, выход масляного холодильника
TEZ403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд B	TE7##1A	Температура втулки 1, цил. A##
PS410	Запуск резервного насоса ВТ контура	TE7##1B	Температура втулки 1, цил. B##
TE432	Температура воды ВТ контура, выход ВТ ступени воздушного холодильника	TE7##2A	Температура втулки 2, цил. A##
PT451	Давление воды на входе в двигатель, НТ контур	TE7##2B	Температура втулки 2, цил. B##

Соединения трубопроводов:		12V - 14V	16M
401	Вход воды ВТ контура	DN125	DN150
402	Выход воды ВТ контура	DN125	DN150
404	Вентиляция ВТ контура	OD12	OD12
406	Вода от подогревателя в ВТ контур	DN40	DN40
408	Вода ВТ контура от резервного насоса	DN125	DN150
416	Вентиляция ВТ контура от воздушного холодильника	OD12	OD12
451	Вход воды НТ контура	DN125	DN150
452	Выход воды НТ контура	DN125	DN150
457	Вода НТ контура от резервного насоса	DN125	DN150
483	Вентиляция НТ контура	OD15	OD15

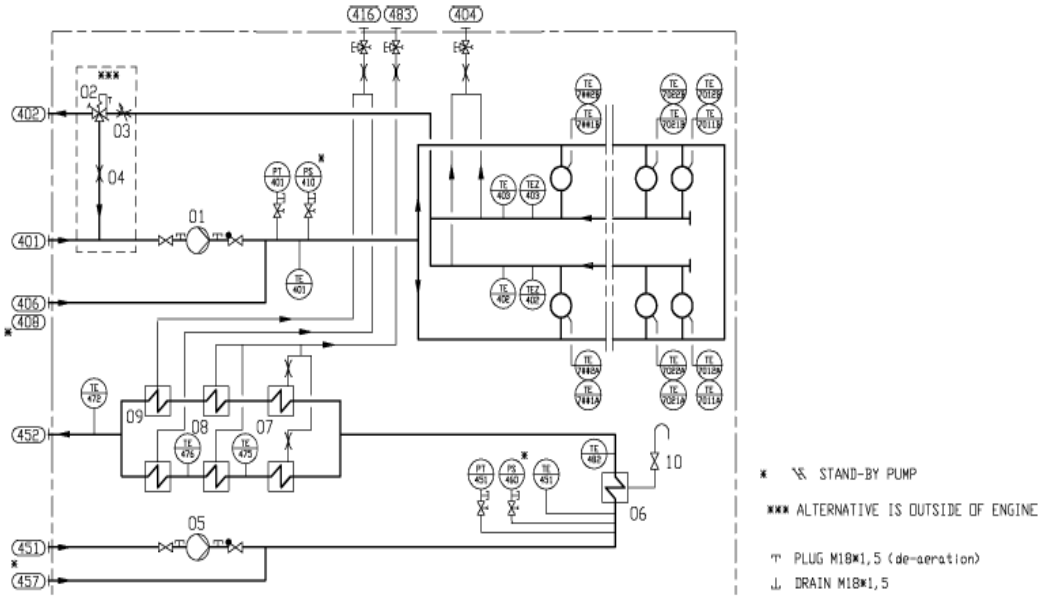


Рис. 9-4 Внутренняя система водяного охлаждения, 12V-16V для арктических условий (DAAF330193A)

Системные компоненты:					
01	Насос ВТ контура	05	Насос НТ контура	09	Воздушный холодильник низкого давления, ВТ ступень (промежуточный)
02	Термостатный клапан ВТ контура	06	Масляный холодильник	10	Автоматический вентиляционный клапан
03	Регулируемое отверстие главной линии (сменные диски)	07	Воздушный холодильник низкого давления, НТ ступень (промежуточный)		
04	Регулируемое отверстие перепускной линии (сменные диски)	08	Воздушный холодильник высокого давления, НТ ступень (доохладитель)		

Датчики и индикаторы:			
PT401	Давление воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	PS460	Запуск резервного насоса НТ контура
TE401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур	TE472	Температура воды НТ контура, выход НТ ступени воздушного холодильника
TE402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE475	Температура воды НТ контура, вход воздушного холодильника высокого давления
TEZ402	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд А	TE476	Температура воды НТ контура, выход воздушного холодильника

Датчики и индикаторы:			
			высокого давления
TE403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд В	TE482	Температура воды НТ контура, выход масляного холодильника
TEZ403	Температура воды на выходе рубашки охлаждения, ВТ-контур, ряд В	TE7##1A	Температура втулки 1, цил. А##
PS410	Запуск резервного насоса ВТ контура	TE7##1B	Температура втулки 1, цил. В##
PT451	Давление воды на входе в двигатель, НТ контур	TE7##2A	Температура втулки 2, цил. А##
TE451	Температура воды на входе в двигатель, НТ контур	TE7##2B	Температура втулки 2, цил. В##

Соединения трубопроводов:		12V - 14V	16V – 20V	Соединения трубопроводов:		12V - 14V	16V – 20V
401	Вход воды ВТ контура	DN125	DN150	416	Вентиляция ВТ контура от воздушного холодильника	OD18	OD18
402	Выход воды ВТ контура	DN125	DN150	451	Вход воды НТ контура	DN125	DN150
404	Вентиляция ВТ контура	OD18	OD18	452	Выход воды НТ контура	DN125	DN150
406	Вода от подогревателя в ВТ контур	DN40	DN40	457	Вода НТ контура от резервного насоса	DN125	DN150
408	Вода ВТ контура от резервного насоса	DN125	DN150	483	Вентиляция НТ контура	0018	OD18

Система охлаждения пресной водой состоит из высокотемпературного (ВТ) и низкотемпературного (НТ) контуров.

Вода ВТ контура охлаждения циркулирует через рубашку охлаждения, цилиндровые крышки и 1-ю ступень воздушного холодильника. Вода НТ контура охлаждения циркулирует через 2-ю ступень воздушного холодильника и масляный холодильник, который навешивается на двигатель.

Двухступенчатый воздушный холодильник обеспечивает более эффективную утилизацию тепла и подогрев холодного наддувочного воздуха.

Вода НТ контура циркулирует через воздушный холодильник и масляный холодильник, которые навешены на двигателе.

Термостатные клапаны регулируют температуру поступающей от двигателя воды, направляя часть ее обратно к на насос охлаждающей воды. Насос ВТ контура прокачивает воды по контуру, а термостатный клапан контролирует ее температуру на выходе.

Термостатный клапан ВТ-контура может устанавливаться во внешней системе в качестве опциона. Насос НТ контура прокачивает воды по контуру, а термостатный клапан НТ, установленный во внешней системе, контролирует ее температуру на

входе для обеспечения правильной температуры в ресивере наддувочного воздуха. В обязательном порядке должен использоваться термостат с электрическим приводом, управляемый от системы автоматики.

9.2.1 Циркуляционные насосы с приводом от двигателя

Насосы охлаждающей воды ВТ и НТ контуров имеют привод от двигателя. Насосы с приводом от двигателя располагаются со свободной стороны двигателя.

Рабочие кривые насосов с приводом от двигателя показаны на схемах. Номинальное давление и мощность насосов приведены в разделе *Технические данные*.

9.3 Внешняя система водяного охлаждения

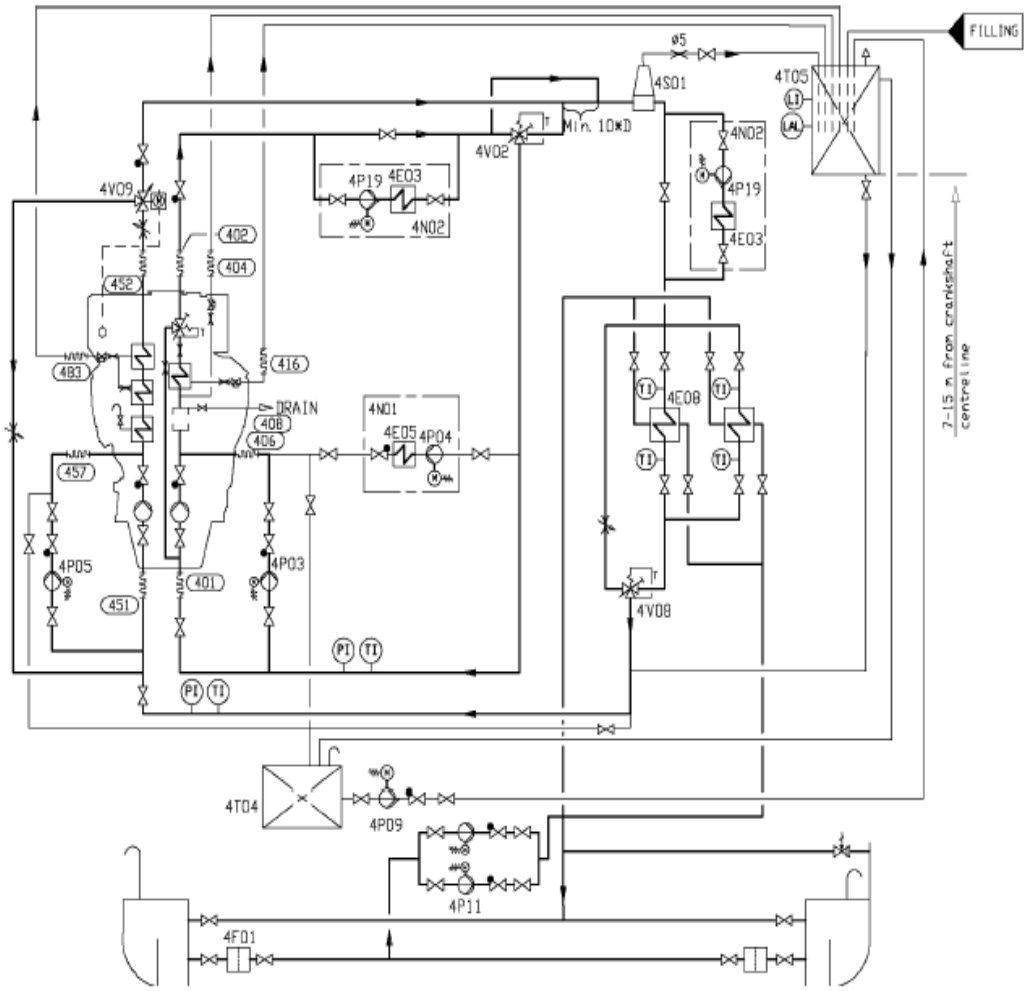


Рис. 9-5 Пример схемы для одного главного двигателя (DAAF301503A)

Системные компоненты:					
4E03	Утилизация тепла (опреснитель)	4P03	Резервный насос(ВТ)	4S01	Вентиляция
4E05	Нагреватель (блок подогревателя)	4P04	Циркуляционный насос (подогреватель)	4T04	Сливной танк
4E08	Центральный холодильник	4P05	Резервный насос (НТ)	4T05	Расширительный танк
4F01	Фильтр на всасывании (забортная вода)	4P09	Перекачивающий насос	4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)
4N01	Блок подогревателя	4P11	Циркуляционный насос (забортная вода)	4V08	Термостатный клапан (центральный холодильник)
4N02	Блок опреснителя	4PI 9	Циркуляционный насос (опреснитель)	4V09	Термостатный клапан (наддувочный воздух)

Соединения трубопроводов:		8V - 10V	12V - 14V	16V - 20V
401	Вход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
402	Выход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
404	Вентиляция воды ВТ контура	OD12	OD12	OD12
406	Вход от подогревателя в ВТ контур	DN100	DN125	DN150
408	Вода ВТ контура от резервного насоса	DN100	DN125	DN150
416	Вентиляция воды ВТ контура от воздушного холодильника	OD12	OD12	OD12
451	Вход воды НТ контура	DN100	D125	DN150
452	Выход воды НТ контура	DN100	D125	DN150
457	Вода НТ контура от резервного насоса	DN100	D125	DN150
483	Вентиляция воды НТ контура	OD15	OD15	OD15

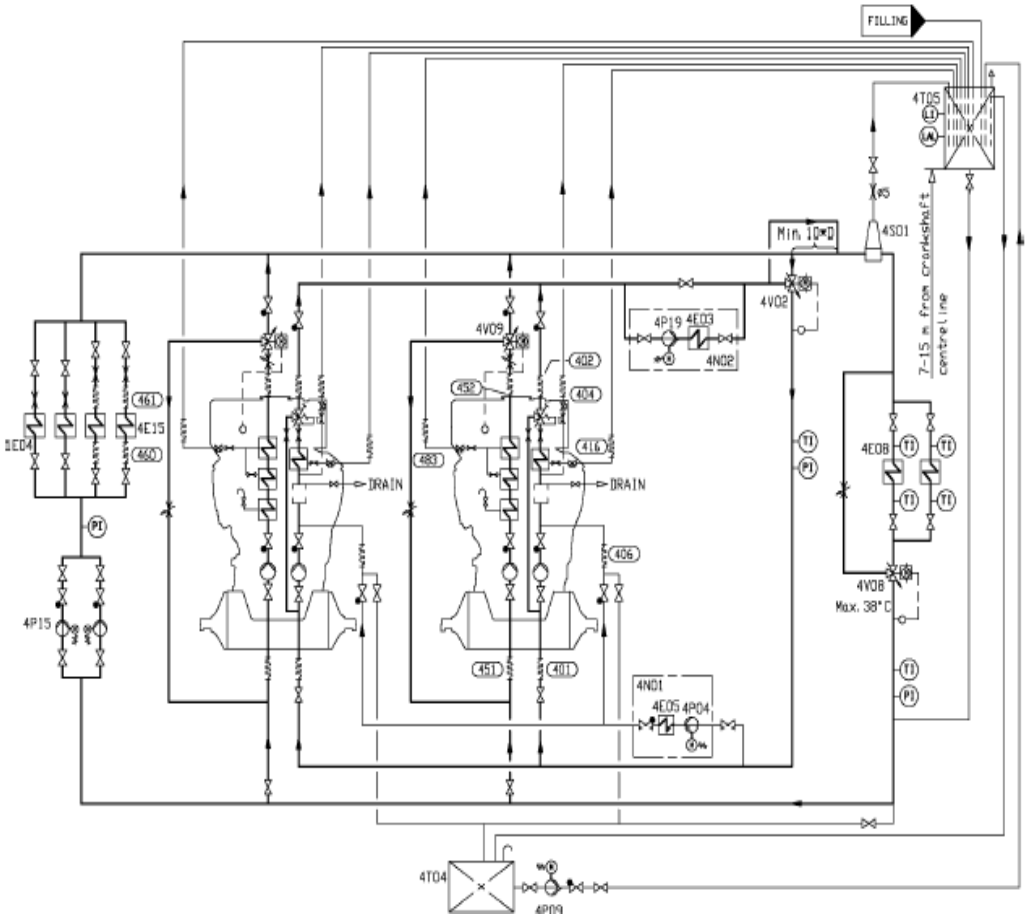


Рис. 9-6 Пример схемы для нескольких главных двигателей (DAAF301505A)

Системные компоненты:			
1E04	Холодильник (MDF)	4P15	Циркуляционный насос (HT)
4E03	Утилизация тепла (опреснитель)	4P19	Циркуляционный насос (опреснитель)
4E05	Нагреватель (блок подогревателя)	4S01	Вентиляция
4E08	Центральный холодильник	4T04	Сливной танк
4E15	Холодильник (генератор)	4T05	Расширительный танк
4N01	Блок подогревателя	4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)
4N02	Блок опреснителя	4V08	Термостатный клапан (центральный холодильник)
4P04	Циркуляционный насос (подогреватель)	4V09	Термостатный клапан (наддувочный воздух)
4P09	Перекачивающий насос		

Соединения трубопроводов:		**8V - 10V**	**12V - 14V**	**16V - 20V**
401	Вход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
402	Выход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
404	Вентиляция воды ВТ контура	OD12	OD12	0012

Соединения трубопроводов:		8V - 10V	12V - 14V	16V - 20V
406	Вход от подогревателя в ВТ контур	DN40	DN40	DN40
416	Вентиляция воды ВТ контура от воздушного холодильника	OD12	OD12	0012
451	Вход воды НТ контура	DN100	DN125	DN150
452	Выход воды НТ контура	DN100	DN125	DN150
460	Вода НТ контура на генератор	-		
461	Вода НТ контура от генератора			
483	Вентиляция воды НТ контура	OD15	OD15	OD15

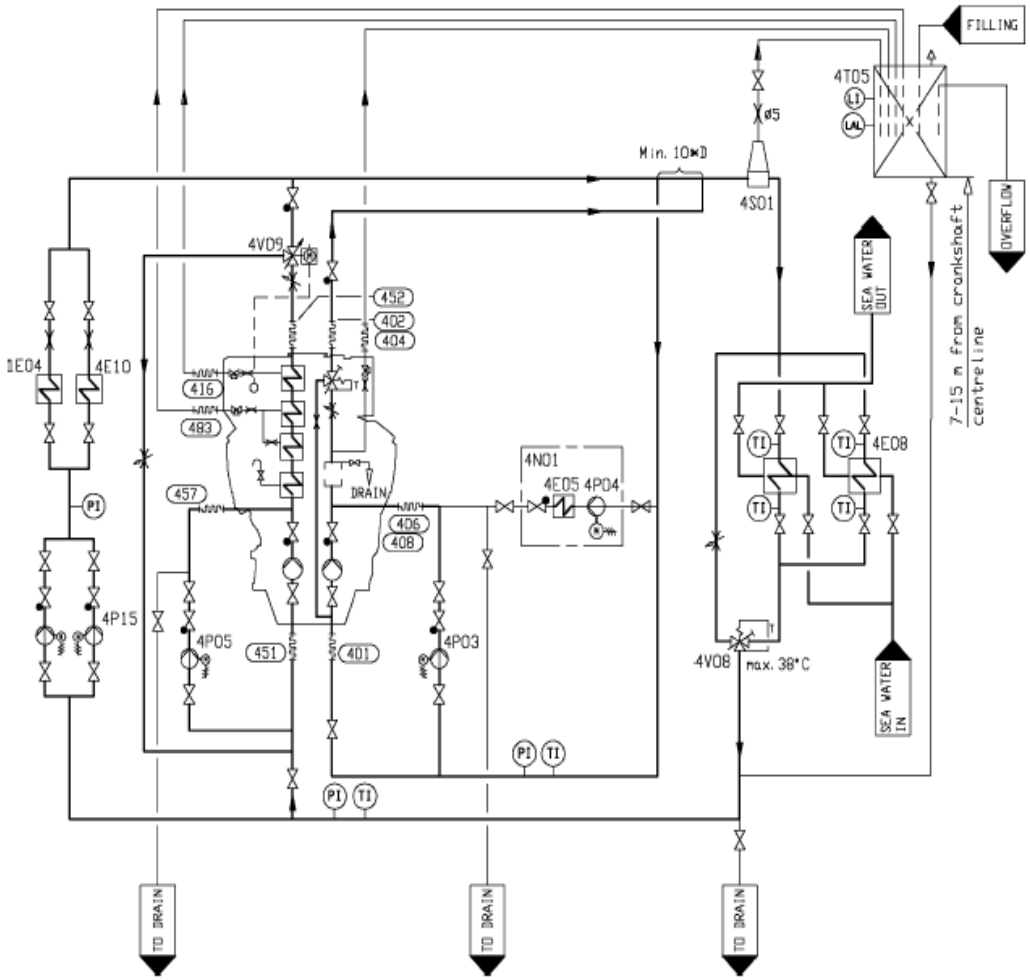


Рис. 9-7 Система водяного охлаждения для арктических условий, один главный двигатель (DAAF320499A)

Системные компоненты:			
1E04	Холодильник (MDF)	4P05	Резервный насос (HT)
4E05	Нагреватель (блок подогревателя)	4P15	Циркуляционный насос (HT)
4E08	Центральный холодильник	4S01	Вентиляция
4E10	Холодильник (редуктор)	4T05	Расширительный танк
4N01	Блок подогревателя	4V08	Термостатный клапан (центральный холодильник)
4P03	Резервный насос (HT)	4V09	Термостатный клапан (наддувочный воздух)
4P04	Циркуляционный насос (подогреватель)		

Соединения трубопроводов:		**8V - 10V**	**12V - 14V**	**16V - 20V**
401	Вход воды ВТ контура	DN100	DN125	ON150
402	Выход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
404	Вентиляция воды ВТ контура	OD18	OD18	OD18

Соединения трубопроводов:		8V - 10V	12V - 14V	16V - 20V
406	Вход от подогревателя в ВТ контур	DN100	DN125	DN150
408	Вода ВТ контура от резервного насоса	DN100	DN125	DN150
416	Вентиляция воды ВТ контура от воздушного холодильника	OD18	OD18	OD18
451	Вход воды НТ контура	DN100	DN125	DN150
452	Выход воды НТ контура	DN100	DN125	ON150
457	Вода НТ контура от резервного насоса	DN100	DN125	ON150
483	Вентиляция воды НТ контура	OD18	OD18	OD18

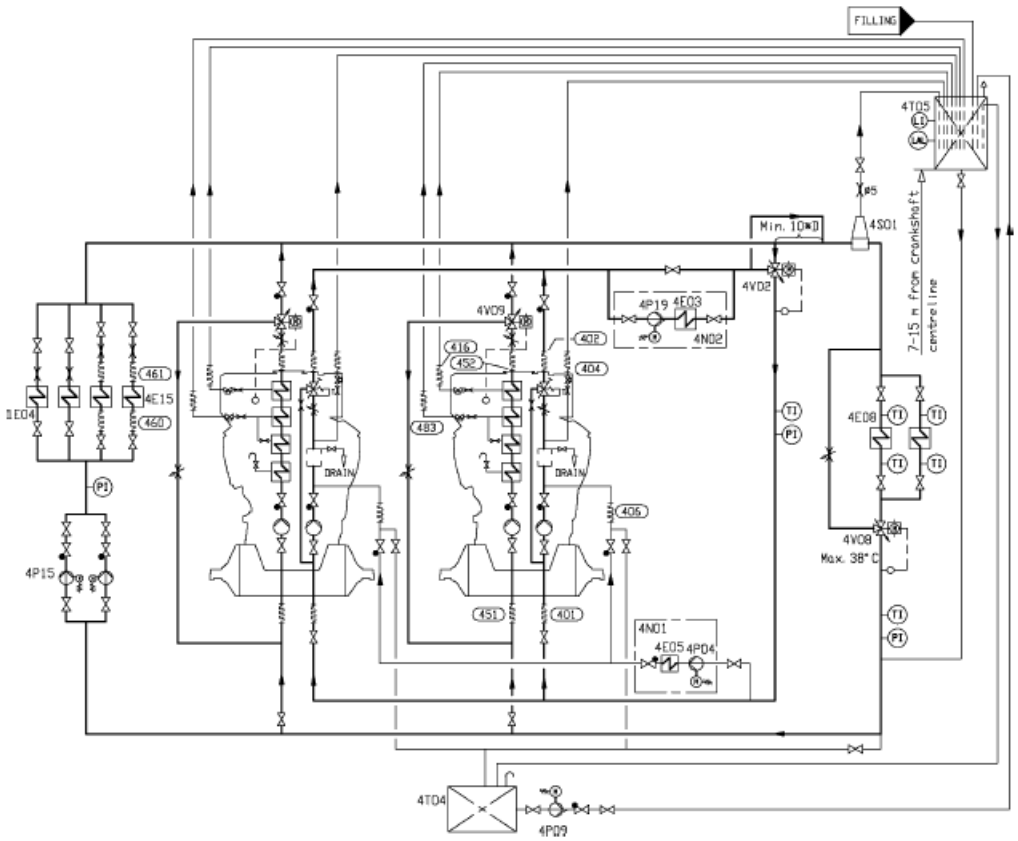


Рис. 9-8 Система водяного охлаждения для арктических условий, несколько главных двигателей (DAAF320500A)

Системные компоненты:			
1E04	Холодильник (MDF)	4P15	Циркуляционный насос (HT)
4E03	Утилизация тепла (опреснитель)	4P19	Перекачивающий насос
4E05	Нагреватель (блок подогревателя)	4S01	Вентиляция
4E08	Центральный холодильник	4T04	Сливной танк
4E15	Холодильник (генератор)	4T05	Расширительный танк
4N01	Блок подогревателя	4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)
4N02	Блок опреснителя	4V08	Термостатный клапан (центральный холодильник)
4P04	Циркуляционный насос (подогреватель)	4V09	Термостатный клапан (наддувочный воздух)
4P09	Перекачивающий насос		

Соединения трубопроводов:		**8V - 10V**	**12V - 14V**	**16V - 20V**
401	Вход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
402	Выход воды ВТ контура	DN100	DN125	DN150
404	Вентиляция воды ВТ контура	OD18	OD18	OD18
406	Вход от подогревателя в ВТ контур	DN40	DN40	DN40
416	Вентиляция воды ВТ контура от воздушного	OD13	OD18	OD18

Соединения трубопроводов:		8V - 10V	12V - 14V	16V - 20V
	холодильника			
451	Вход воды НТ контура	DN100	DN125	DN150
452	Выход воды НТ контура	DN100	DN125	DN150
460	Выход воды НТ контура	-	-	-
461	Вода НТ контура от резервного насоса	-	-	-
483	Вентиляция воды НТ контура	OD18	OD18	OD18

Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	451	Впуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	452	Выпуск воды, НТ-контур
4T04	Дренажный танк	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T05	Расширительный танк		

9.3.1 Система водяного охлаждения для арктических условий

При низких нагрузках температура воздуха сгорания после ступени компрессора может быть ниже нуля по Цельсию; при этом воздух охлаждает охлаждающую воду и двигатель вместо того чтобы отдавать тепло в охлаждающую воду в воздушном холодильнике. Слишком низкая температура воздуха сгорания, поступающего в цилиндры, может вызывать неравномерное сгорание топлива в цилиндре и, возможно, пропуски зажигания. Кроме того, чрезмерное охлаждение рубашки цилиндров может вызывать холодную коррозию цилиндровых втулок и даже заклинивание поршня.

Таким образом поддержание номинальной температуры в ресивере наддувочного воздуха и воды ВТ контура на входе в двигатель являются важными факторами при проектировании системы водяного охлаждения для арктических условий. В зависимости от типа двигателя в системе ВТ воды может потребоваться дополнительный подогреватель так что на некоторых типах двигателей воздушный холодильник в ВТ контуре заменяется на двухступенчатый холодильник в НТ контуре охлаждающей воды. В двигателях других типов воздушный холодильник в ВТ контуре сохраняется при отсутствии на двигателе арктической комплектации. Если применяется компоновка с дополнительным подогревателем в ВТ контуре, то с двигателя снимается навешенный термостатный клапан прямого действия, который заменяется на термостатный клапан с электрическим приводом во внешней системе

9.3.1.1 Система охлаждающей забортной воды для арктических условий

В арктических условиях теплая забортная вода от выхода центрального холодильника обычно возвращается обратно в кингстон для предотвращения забивания фильтров забортной воды ледяной шугой. Пример устройства системы забортной воды для арктических условий приведен на Рис 9-9.

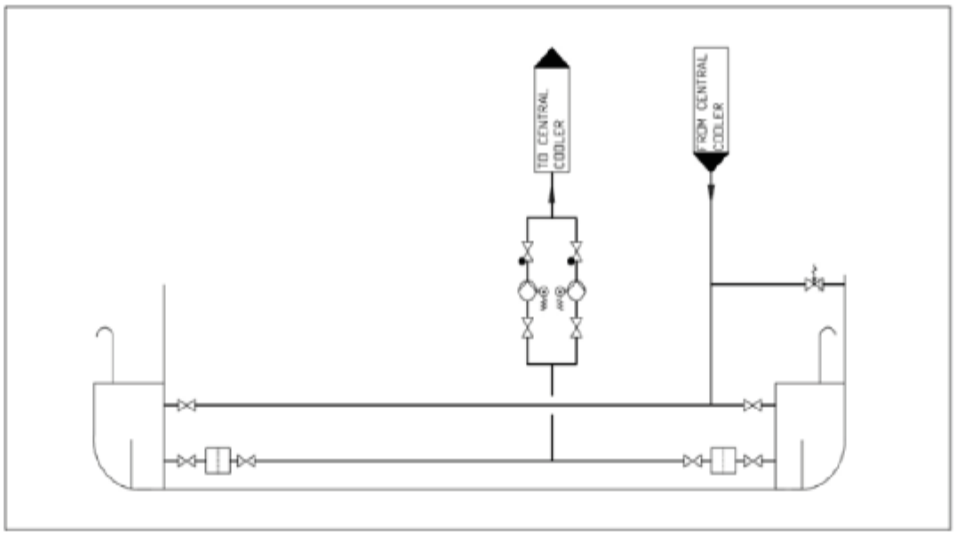


Рис. 9-9 Пример схемы системы забортной воды для арктических условий

В установках из нескольких двигателей рекомендуется разделять двигатели на несколько контуров. Одно из оснований для этого, разумеется, резервирование, но таким образом также проще регулировать поток в отдельных меньших по объему контурах. Также можно ограничивать воздействие неполадок в связи с захватом газов или потерями охлаждающей воды при значительных протечках. В некоторых установках может быть желательным отделение ВТ контура от НТ контура теплообменником.

Внешняя система должна быть спроектирована так чтобы расход, давление и температура были близки к номинальным величинам из раздела Технические данные и обеспечивалась правильная вентиляция охлаждающей воды.

В системе пресной охлаждающей воды не допускается использование труб с оцинкованной внутренней поверхностью. Некоторые присадки к охлаждающей воде

реагируют с цинком образую вредный осадок. Кроме того, при повышении температуры анодная активность цинка становится ниже, чем у железа, что вызывает серьезную коррозию компонентов двигателя.

На судах (ледового класса) спроектированных для работы в холодной забортной воде, должна быть предусмотрена возможность рециркуляции забортной воды от центрального холодильника обратно в кингстон:

- Для таяния льда и шуги во избежание закупорки фильтра забортной воды
- Для упрощения контроля температуры воды НТ контура путем повышения температуры забортной воды

9.3.2 Резервные циркуляционные насосы (4P03, 4P05)

Резервные насосы должны быть центробежного типа, с электроприводом. Необходимые параметры производительности и напорного давления указаны в разделе *Технические данные.*

ПРИМЕЧАНИЕ

Некоторые классификационные общества требуют наличия на борту запасных насосов, даже если судно оснащено несколькими двигателями. В этом случае имеет смысл рассмотреть использование резервных насосов для этих целей.

9.3.3 Термостатный клапан для центрального холодильника (4V08)

Если нужно использовать насос НТ контура с приводом от двигателя для охлаждения внешнего оборудования, например, редуктора или генератора, то вместо отдельных клапанов на каждом двигателе необходим общий НТ термостатный клапан во внешней системе. Общий НТ термостатный клапан устанавливается за центральным холодильником и регулирует температуру воды до поступления в двигатель и внешнее оборудование, частично направляя ее в обход центрального холодильника. Клапан может быть прямого действия или с электроприводом.

Уставка НТ термостатного клапана 4V08 в системы описанного выше типа – 38ºC.

Двигатели, работающие на тяжелом топливе должны иметь отдельные термостатные клапаны НТ контура. В таких случаях для оборудования внешнего контура нужен отдельный насос, а уставка клапана 4V08 может быть ниже 38ºC.

9.3.4 Термостатный клапан наддувочного воздуха (4V09)

Температура наддувочного воздуха поддерживается на желаемом уровне термостатным клапаном с электроприводом, установленным во внешнем НТ контуре. Термостатный клапан регулирует проток воды через НТ ступень воздушного холодильника в соответствии с замеряемой температурой в ресивере наддувочного воздуха.

9.3.5 Холодильники для прочего оборудования и холодильники MDF

Циркуляционный насос НТ контура с приводом от двигателя может подавать охлаждающую воду на один или два небольших холодильника установленных параллельно с двигателем, например, на холодильник MDF или холодильник редуктора. Это возможно только для двигателей, работающих на дизельном топливе, так как термостатный клапан НТ контура не может устанавливаться на двигателе для управления температурой воды на выходе из двигателя. Для управления более значительными потоками воды требуются отдельные циркуляционные насосы.

Указания по проектированию холодильника MDF приведены в главе *Топливная система*.

9.3.6 Центральный холодильник пресной воды (4E08)

Необходимо рассчитывать поток в холодильник пресной воды для каждого конкретного случая с учетом того, как спроектирован контур.

В случае если холодильник пресной воды используется для объединенных НТ и ВТ контуров, суммарный поток в параллельной системе может быть рассчитан по следующей формуле:

$$q = q_{LT} + \frac{3.6 \times \Phi}{4.15 \times (T_{OUT} - T_{IN})}$$

где:

q = суммарный поток пресной воды [м³/ч]

qLT = номинальная производительность НТ насоса [м³/ч]

Ф = тепло, рассеиваемое в воде ВТ-контура [Кв]

Tout = температура ВТ воды после двигателя (91°C)

Tin = температура ВТ воды после холодильника (38°C)

Расчетные данные:

Поток пресной воды	см. раздел *Технические данные*
Рассеваемое тепло	см. раздел *Технические данные*
Перепад давления со стороны пресной воды	макс. 60 кПа (0,6 бар)
Поток забортной воды холодильника, обычно 1,2 – 1,5 к потоку пресной воды	устанавливается производителем
Перепад давления со стороны забортной водыв	зависимости от напора насоса, обычно 80 - 140 кПа (0,8 – 1,4 Бар)
Температура пресной воды после холодильника	макс 38°C
Запас (удельный расход тепла, засорение)	15%

9.3.7 Утилизация тепла

Отходящее тепло охлаждающей воды ВТ-контура может быть использовано для получения пресной воды, центрального отопления, обогрева танков и т.д. В этом случае, во избежание излишнего охлаждения, система должна быть снабжена термостатом, как это показано на схемах, приведенных в качестве примера. С этим приспособлением можно усилить поток воды ВТ-контура, проходящей через систему утилизации тепла.

Количество тепла, которое можно утилизовать из охлаждающей воды ВТ контура зависит от внешних условий. также следует принимать в расчет что отбираемое тепло снижается циркуляцией через расширительный танк, тепловым излучением от трубопроводов и протечками на термостатных клапанах.

9.3.8 9.3.8 Расширительный танк (4T05)

Расширительный танк выравнивает тепловое расширение охлаждающей жидкости, служит для удаления воздуха из контуров, и обеспечивает достаточное статическое давление для циркуляционных насосов.

Расчетные данные:

Объем	мин. 10% объема всей системы

ПРИМЕЧАНИЕ

В том случае если насос с электроприводом установлен значительно выше двигателя, нельзя превышать максимальное давление на двигатель.

Относительно объема воды в двигателе см. раздел *Технические Данные*.

Расширительный танк должен быть оборудован смотровым люком, уровнемером, сигналом низкого уровня и необходимыми приспособлениями для дозирования присадок к охлаждающей воде.

Вентиляционные трубы должны подсоединяться к танку ниже уровня воды. Вентиляционные трубы должны быть подведены к танку раздельно (см. "Вентиляция") и снабжены бирками у расширительного танка.

Уравнительная труба, идущая из расширительного танка вниз должна быть такого диаметра, чтобы скорость потока не превышала 1,0 – 1,5 м/с с тем, чтобы обеспечить необходимое давление на входном патрубке насоса при работающем двигателе. Поток воды по трубам зависит от количества ведущих к танку вентиляционных труб и размеров отверстий в вентиляционных трубах. В качестве руководства можно принять приведенную ниже таблицу.

9.3.9 Дренажный танк (4T04)

Рекомендуется собирать охлаждающую воду с присадками в дренажный танк в тех случаях, когда систему необходимо осушить для ремонтных работ. Для того чтобы охлаждающую воду можно было закачать обратно в систему и снова использовать, необходим насос.

Относительно объема воды в двигателе см. раздел Технические Данные. Объем воды в НТ-контуре двигателя небольшой.

9.3.10 Подогрев

Охлаждающая вода, циркулирующая через цилиндры должна быть подогрета, по крайней мере, до 60 ºC, желательно - до 70 ºC.

Это обязательное требование для установок, предназначенных для работы на тяжелом топливе, но также настоятельно рекомендуется для двигателей, работающих только на морском дизельном топливе.

Энергия необходимая для подогрева охлаждающей воды ВТ-контура может быть получена от автономного источника или от работающего двигателя, часто комбинации того и другого. Во всех случаях необходимо использовать отдельный циркуляционный насос. Обычно для подогрева главных двигателей используется тепло работающих вспомогательных двигателей. В установках с несколькими главными двигателями мощности автономного источника тепла должно хватать для подогрева двух двигателей при условии, что этого достаточно для функционирования судна. Если контуры охлаждающей воды разделены, энергия передается через теплообменник.

9.3.10.1 Нагреватель (4E05)

Источником энергии для подогревателя может служить электроэнергия, пар или термальное масло.

Рекомендуется подогревать ВТ воду до температуры близкой к штатной рабочей температуре. Мощность подогрева обусловливает время необходимое для прогревания остывшего двигателя.

Расчетные данные:

Температура подогрева	мин. 60°C
Необходимая мощность подогрева	5 кВт/цил
Необходимая мощность подогрева для	

поддержания двигателя в разогретом состоянии 1 кВт/цил

Необходимая мощность для подогрева двигателя, см. ниже приведенную формулу:

$$P = \frac{(T_1 - T_0)(m_{eng} \times 0.14 + V_{LO} \times 0.48 + V_{FW} \times 1.16)}{t} + k_{eng} \times n_{cyl}$$

Где:

P = Выходная мощность подогревателя [Квт]

T1 = -Температура подогрева = 60 … 70 °C

T0 = Температура окружающей среды [°C]

meng = Вес двигателя [тонны]

VLO = Уровень смазочного масла [м3] (только двигатели с мокрым картером)

VFW = Уровень ВТ воды [м3]

t = Время подогрева [ч]

keng = Удельный коэффициент двигателя = 0.5 Квт

ncyl = Число цилиндров

9.3.10.2 Циркуляционный насос подогревателя (4P04)

Расчетные данные:

Напорное давление 80 кПа (0,8 Бар)

9.3.10.3 Блок подогревателя (4N01)

Блок подогревателя может поставляться в виде готового собранного устройства. Блок включает:

- Электрические или паровые подогреватели
- Циркуляционный насос
- Шкаф управления подогревателями и насосом
- Набор термометров
- Невозвратный клапан
- Предохранительный клапан

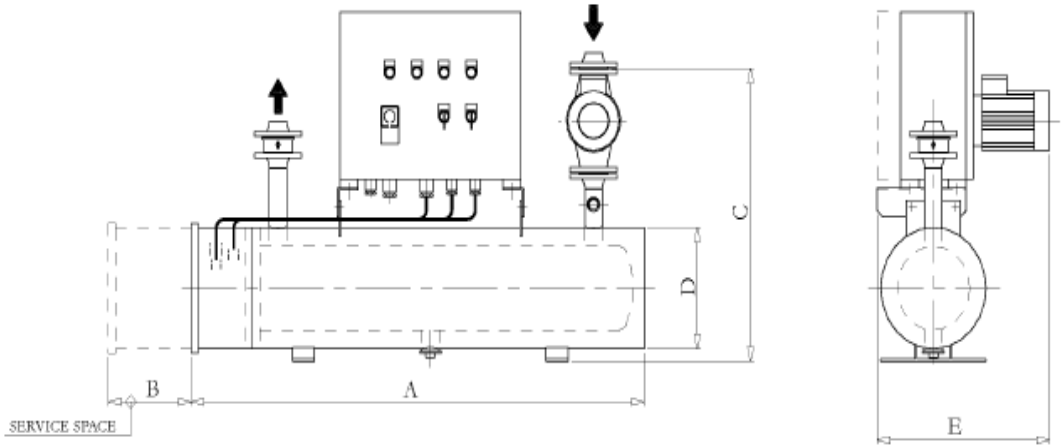


Рис. 9-10 Блок подогревателя, электрический (3V60L0562C)

Мощность нагревателя, кВт	Производительность насоса, м3/час		Вес	Соединения трубопроводов	Габариты, мм				
	50 Гц	60 Гц		Подвод/отвод					
18	11	13	95	DN40	1250	900	660	240	460
22.5	11	13	100	DN40	1050	720	700	290	480
27	12	13	103	DN40	1250	900	700	290	480
30	12	13	105	DN40	1050	720	700	290	480
36	12	13	125	DN40	1250	900	700	290	480
45	12	13	145	DN40	1250	720	755	350	510
54	12	13	150	DN40	1250	900	755	350	510
72	12	13	187	DN40	1260	900	805	400	550
	12	13	190	DN40	1260	900	805	400	550
108	12	13	215	DN40	1260	900	855	450	575

9.3.11 Дроссели

Дроссели (регулируемые отверстия) должны быть установлены на всех обводных линиях с тем, чтобы обеспечить сбалансированные условия эксплуатации термостатных клапанов. Дроссели также должны быть установлены там, где необходимо сбалансировать поток воды между дополнительными протоками воды.

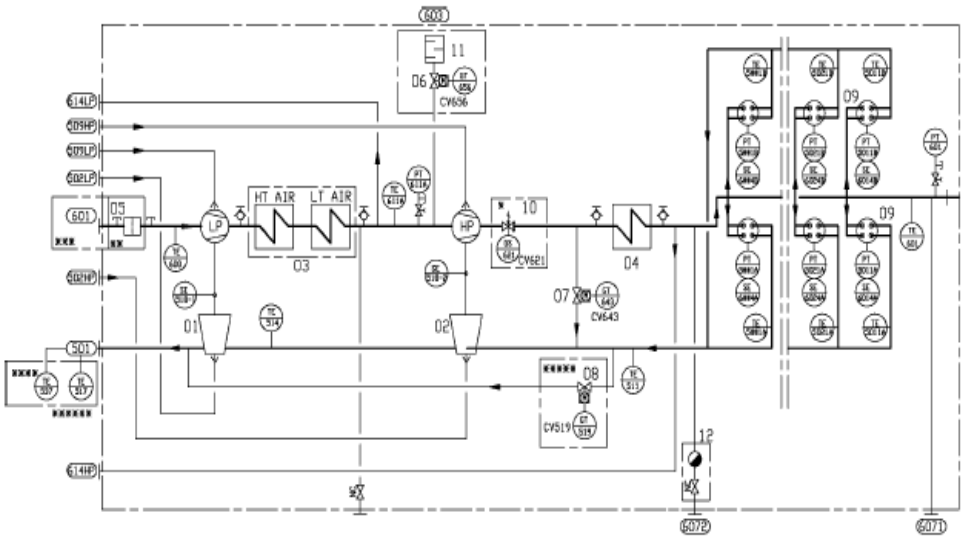
9.3.12 Термометры и манометры

Местные термометры должны быть установлены в тех местах, где происходит изменение температуры, т.е. до и после теплообменников и т.д.

Местные манометры должны быть установлены на стороне всасывания и стороне нагнетания каждого насоса.

10 Выхлопная система

10.1 Внутренняя выхлопная система



* Если используется отсечной клапан наддувочного воздуха
** «Морской фильтр» - воздух из машинного отделения
*** Альтернатива варианту ** - воздух снаружи машинного отделения
**** При использовании катализатора
***** Клапан сброса выхлопного газа – на дизеле с катализатором; на двухтопливном – стандарт
****** Внешний выхлопной тракт, датчик (поставка Wärtsilä), сигнал на двигатель, расстояние не менее 5 м от общей трубы ГТН (перед катализатором)

Примечание 502LP/HP и 509LP/HP: показана автоматическая система промывки ГТН

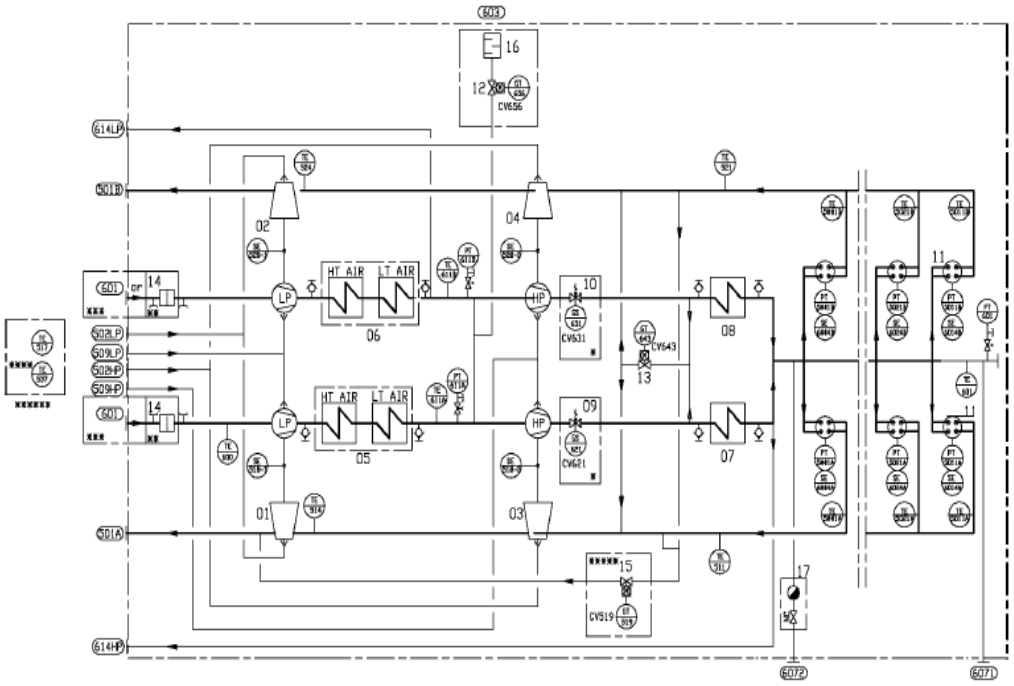
Рис. 10-1 Внутренняя выхлопная система (DAAF315516A)

Системные компоненты:					
01	ГТН низкого давления	05	Воздушный фильтр	09	Цилиндр
02	ГТН высокого давления	06	Клапан сброса наддувочного воздуха	10	Отсечной клапан наддувочного воздуха (опцион)
03	Воздушный холодильник низкого давления	07	Клапан перепуска наддувочного воздуха	11	Глушитель
04	Воздушный холодильник высокого давления	08	Клапан сброса выхлопного газа	12	Автоматический слив

Датчики и индикаторы:			
PT5##1A	Давление в цилиндре, цил. A## (опцион)	PT601	Давление наддувочного воздуха, подвод двигателя
PT5##1A	Давление в цилиндре, цил.B## (опцион)	TE601	Температура наддувочного воздуха, подвод двигателя
TE5##1A	Температура выхлопного газа, цил. ##A	SE##4A	Детонация, цил. A## (только двухтопливные двигатели)
TE5##1B	Температура выхлопного газа, цил. ##B	SE##4B	Детонация, цил. B## (только двухтопливные двигатели)
TE511	Температура выхлопного газа, подвод ГТН A	PT611A	Давление наддувочного воздуха, подвод, ГТН высокого давления A

Датчики и индикаторы:			
TE514	Температура выхлопного газа, отвод ГТН высокого давления А	TE611A	Температура наддувочного воздуха, подвод, ГТН высокого давления А
TE517	Температура выхлопного газа, отвод ГТН А	CV621	Управление отсечным клапаном наддувочного воздуха
SE518-1	Частота вращения ГТН низкого давления А	GS621	Положение отсечного клапана наддувочного воздуха, ряд А
SE518-2	Частота вращения ГТН высокого давления А	CV643	Управление перепуском наддувочного воздуха
CV519	Управление сбросом выхлопного газа	GT643	Положение клапана перепуска наддувочного воздуха
GT519	Положение клапана сброса выхлопного газа	CV656	Управление сбросом наддувочного воздуха
TE537	Температура выхлопного газа, отвод двигателя	GT656	Положение клапана сброса наддувочного воздуха
TE600	Температура воздуха, подвод ГТН		

Соединения трубопроводов:		**Размер**	**Соединения трубопроводов:**		**Размер**
501	Отвод выхлопного газа	DN550	603	Наддувочный воздух от редукционного клапана	-
502LP	Промывочная вода на турбину	OD22	6071	Конденсат от ресивера	OD12
502HP	Промывочная вода на турбину	OD28	6072	Конденсат от воздушного холодильника	OD12
509LP/HP	Промывочная вода на компрессор	OD12	614LP	Отвод наддувочного воздуха на блок промывочного клапана ГТН	OD15
601	Подвод воздуха к ГТН	DN450	614HP		OD18



Примечание 502LP/HP и 509LP/HP:показана автоматическая системапромывки ГТН
Заглушка

* Если используется отсечной клапан наддувочного воздуха
** «Морской фильтр» - воздух из машинного отделения
*** Альтернатива варианту ** - воздух снаружи машинного отделения
**** При использовании катализатора
***** Клапан сброса выхлопного газа – на дизеле с катализатором; на двухтопливном – стандарт
****** Внешний выхлопной тракт, датчик (поставка Wärtsilä), сигнал на двигатель, расстояние не менее 5 м от общей трубы ГТН (перед катализатором)

Рис. 10-2 Внутренняя система, двигатели 12V - 16V с системой автоматической промывки ГТН (DAAF320118A)

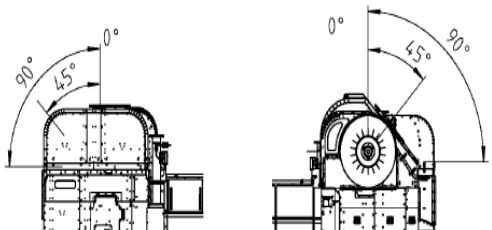
Системные компоненты:			
01	ГТН низкого давления, ряд A	10	Отсечной клапан наддувочного воздуха, ряд B
02	ГТН низкого давления, ряд B	11	Цилиндр
03	ГТН высокого давления, ряд A	12	Клапан сброса наддувочного воздуха
04	ГТН высокого давления, ряд B	13	Клапан перепуска наддувочного воздуха
05	Воздушный холодильник низкого давления, ряд A	14	Воздушный фильтр
06	Воздушный холодильник низкого давления, ряд B	15	Клапан сброса выхлопного газа
07	Воздушный холодильник высокого давления, ряд A	16	Глушитель
08	Воздушный холодильник высокого давления, ряд B	17	Автоматический слив
09	Отсечной клапан наддувочного воздуха, ряд A		

Датчики и индикаторы:			
PT5##1A	Давление в цилиндре, цил. A## (опцион)	PT601	Давление наддувочного воздуха, подвод двигателя
PT5##1A	Давление в цилиндре, цил.B## (опцион)	TE601	Температура наддувочного воздуха, подвод двигателя

Датчики и индикаторы:			
TE5##1A	Температура выхлопного газа, цил. ##A	SE##4A	Детонация, цил. A## (только двухтопливные двигатели)
TE5##1B	Температура выхлопного газа, цил. ##B	SE##4B	Детонация, цил. B## (только двухтопливные двигатели)
TE511	Температура выхлопного газа, подвод ГТН A	PT611A	Давление наддувочного воздуха, подвод, ГТН высокого давления A
TE514	Температура выхлопного газа, отвод ГТН высокого давления A	PT611B	Давление наддувочного воздуха, подвод, ГТН высокого давления B
TE517	Температура выхлопного газа, отвод ГТН A	TE611A	Температура наддувочного воздуха, подвод, ГТН высокого давления A
SE518-1	Частота вращения ГТН низкого давления A	TE611B	Температура наддувочного воздуха, подвод, ГТН высокого давления B
SE518-2	Частота вращения ГТН высокого давления A	CV621	Управление отсечным клапаном наддувочного воздуха
SE-528-1	Частота вращения ГТН низкого давления B	GS621	Положение отсечного клапана наддувочного воздуха, ряд A
SE-528-2	Частота вращения ГТН высокого давления B	CV631	Управление отсечным клапаном наддувочного воздуха
CV519	Управление сбросом выхлопного газа	GS631	Положение отсечного клапана наддувочного воздуха, ряд B
GT519	Положение клапана сброса выхлопного газа	CV643	Управление перепуском наддувочного воздуха
TE521	Температура выхлопного газа, подвод ГТН B	GT643	Положение клапана перепуска наддувочного воздуха
TE524	Температура выхлопного газа, отвод ГТН высокого давления B	CV656	Управление сбросом наддувочного воздуха
TE527	Температура выхлопного газа, отвод ГТН B	GT656	Положение клапана сброса наддувочного воздуха
TE600	Температура воздуха, подвод ГТН		

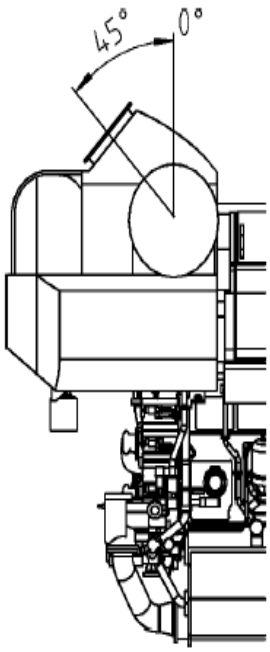
Соединения трубопроводов:		Размер
501A	Отвод выхлопного газа, ряд A	DN550
501 B	Отвод выхлопного газа, ряд B	DN550
502LP	Промывочная вода на турбину	OD22
502HP	Промывочная вода на турбину	OD28
509LP	Промывочная вода на компрессор	OD18
509HP	Промывочная вода на компрессор	OD18
601	Подвод воздуха к ГТН	DN450
603	Наддувочный воздух от редукционного клапана	-
6071	Конденсат от ресивера	OD12
6072	Конденсат от ресивера	OD12
614LP	Отвод наддувочного воздуха на блок промывочного клапана ГТН	OD12
614HP	Отвод наддувочного воздуха на блок промывочного клапана ГТН	OD12

10.2 Выхлопной патрубок



Двигатель	Тип ГТН	Расположение ГТН	
		Свободный конец	Маховик
W 8V31	ABB POWER2 850-M	0º, 45º, 90º	0º, 45º, 90º
W 10V31			

Рис. 10.3 Выхлопной патрубок W8V31 и W10V31 (DAAF343596)



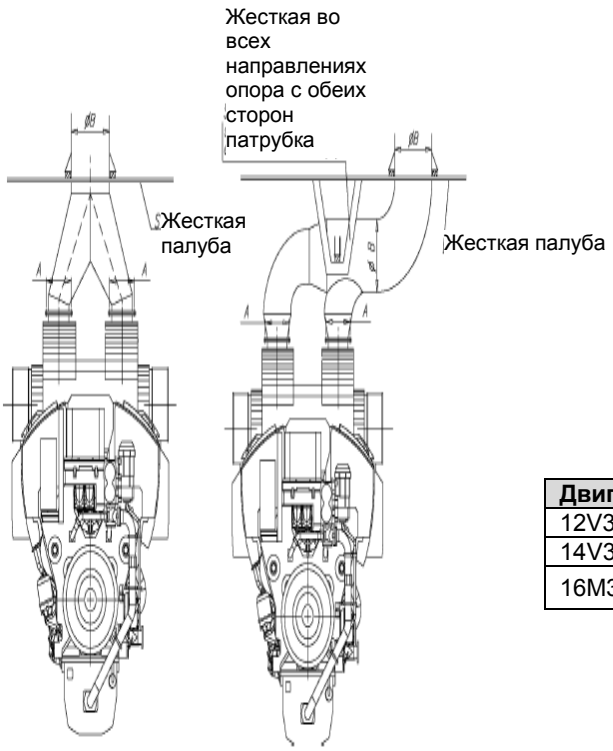
Двигатель	Тип ГТН	Расположение ГТН	
		Свободный конец	Маховик
W 8V31	ABB POWER2 845-M	0º, 45º	0º, 45º
W 10V31			
W 16V31			

Рис. 10.4 Выхлопной патрубок W12V- W16V31 (DAAF343596)



Двигатель	Тип ГТН	ØA, мм	ØB, мм
W 8V31	ABB POWER2 850-M	DN550	700
W 10V31		DN550	800

Рис. 10.5 Выхлопной патрубок, диаметр и опоры (DAAF351047)



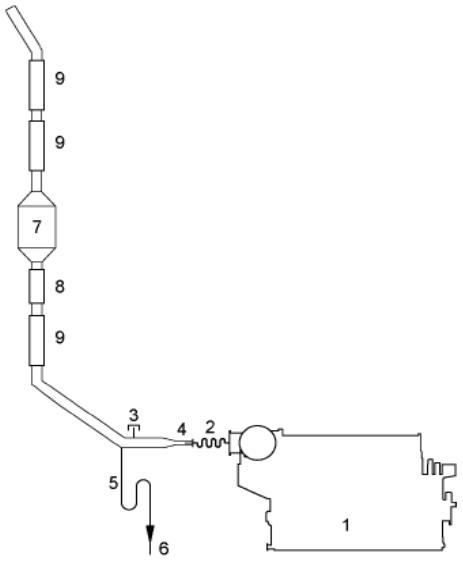
Двигатель	Тип ГТН	ØA, мм	ØB, мм
12V31	ABB POWER2 845-M	D450	900
14V31		D450	900
16M31		D450	1000

Рис. 10.6 Выхлопной патрубок, диаметр и опоры (DAAF351275, DAAF351507)

10.3 Внешняя выхлопная система

Каждый двигатель должен иметь отдельный выхлопной газоход, идущий наружу. Некоторыми важными факторами проектирования конструкции являются противодавление, тепловое расширение и опоры.

Гибкие сильфоны должны быть установлены непосредственно на выхлопной патрубок ГТН для компенсации теплового расширения и предотвращения повреждений ГТН из-за вибрации.



1) Дизельный двигатель
2) Гибкие сильфоны
3) Соединение для измерения противодавления
4) Переходник
5) Водоотвод с водоотделителем, всегда открыт
6) Трюм
7) Катализатор SCR
8) Блок впрыска мочевины (SCR)
9) Секция глушителя SCR

Рис. 10-7 Внешняя выхлопная система

10.3.1 Газоходы

Газоходы должны быть как можно более короткими и прямыми. Сгибы и расширения должны быть плавными для минимизации противодавления. Диаметр выхлопного газохода должен увеличиваться непосредственно за гибкими сильфонами на ГТН. Сгибы труб должны быть выполнены с максимально возможным радиусом изгиба, радиус изгиба должен быть не меньше 1,5 D.

Рекомендованная скорость газового потока в трубе 35…40 м/с при максимальной производительности. Если в газоходах есть много факторов сопротивления, или газоход слишком длинная, скорость потока должна быть ниже. Указанный в разделе Технические данные массовый расход выхлопного газа может быть переведен в скорость по следующей формуле:

$$v = \frac{4 \times m'}{1.3 \times \left(\frac{273}{273 + T} \right) \times \pi \times D^2}$$

Где:

v = скорость газа [м/с]

m = массовый расход выхлопного газа [кг/с]

T = температура выхлопного газа [°C]

D = диаметр выхлопного газохода [м]

Выхлопной газоход должен быть изолирован изоляционным материалом, одобренным для соответствующих условий эксплуатации. Выхлопной газоход должен быть изолирован по всей длине от ГТН, а изоляция должна быть защищена металлическими пластинами или чем-то подобным, чтобы уберечь изоляцию от повреждений.

Непосредственно у ГТН изоляция должна иметь крюк на набивке для облегчения технического обслуживания. Особенно важно предотвратить отсоединение изоляции под действием сильного воздушного потока в ГТН.

После завершения укладки изоляции необходимо убедиться, что на соответствует требованиям SOLAS. Температура на поверхности должна быть ниже 220°C во всем рабочем диапазоне двигателя.

10.3.2 Монтажные опоры

Крайне необходимо по всем направлениям закрепить выхлопной газоход на жесткой опоре непосредственно за гибкими сильфонами на ГТН. На обеих сторонах газохода должно быть по точке крепления к опоре. Сильфоны на ГТН не могут быть использованы для поглощения теплового расширения от выхлопной трубы. Первая точка крепления должна направлять тепловое расширение в противоположную сторону от двигателя. Следующая точка крепления должна предотвращать вращение трубы вокруг первой точки крепления.

В первой точке крепления после ГТН рекомендуется абсолютно жесткое крепление. Эластичные крепления могут использоваться в двигателях на амортизаторах с длинными гибкими сильфонами при условии, что крепления самозащелкивающиеся, и при полном их отказе максимальное радиальное отклонение относительно сильфонов будет составлять менее 2 мм, а осевое – менее 4 мм. Собственные частоты опоры должны достаточно отстоять от рабочей частоты вращения, частоты зажигания двигателя и частоты вращения лопастей винта. Эластичные крепления могут быть конусообразными резиновыми креплениями или же проволочными подушками из высокоамортизационной нержавеющей стали. Для защиты резиновых креплений от высоких температур они должны быть оснащены необходимой теплоизоляцией. При использовании эластичных креплений центровка выхлопных сильфонов должна проверяться регулярно и при необходимости корректироваться.

За первой точкой крепления рекомендуется установить гибкие крепления. Опоры креплений должны быть расположены на жестких поверхностях в конструкции судна, например, палубах, стенках шпангоутов, или на специально установленных опорах.

Опоры должны выдерживать тепловое расширение и деформацию в конструкции судна.

10.3.3 Противодавление

Максимальное допустимое противодавление выхлопного газа указано в разделе Технические данные. Противодавление в системе должно рассчитываться на судоверфи с учетом конструкции газоходов и сопротивлении компонентов в выхлопной системе. Для расчетов можно использовать массовый расход выхлопных газов, указанный в разделе Технические данные.

В выхлопном тракте должно быть предусмотрено соединение для замера противодавления. Противодавление должно замеряться при ходовых испытаниях.

10.3.4 Выхлопные сильфоны (5H01, 5H03)

Сильфоны должны использоваться в системе выхлопных труб там, где должны быть компенсированы тепловое расширение или прогибы в конструкции судна. Упругие сильфоны, смонтированные непосредственно на выхлопном патрубке ГТН, служат для минимизации внешнего воздействия на ГТН и, таким образом, предотвращают избыточную вибрацию и возможные повреждения. Все выхлопные сильфоны должны быть одобренного типа.

10.3.5 Блок селективного каталитического восстановления SCR (11N14)

Катализатор SCR требует особого устройства выхлопной система двигателя для поддержания температуры выхлопного газа и противодавления в пределах диапазона, необходимого для работы этого блока. Выхлопная труба должна быть прямой, по крайней мере, 3…5 м. до подвода в блок SCR. Если устанавливаются и выхлопной котел, и блок SCR, котел должен быть установлен после блока SCR. Необходимо принять меры, чтобы вода не попадала в блок SCR при промывке котла.

Дополнительную информацию по блокам SCR см. в Проектном руководстве на природоохранную продукцию Вяртсиля.

10.3.6 Выхлопной котел

Если устанавливаются выхлопные котлы, то каждый двигатель должен быть оборудован собственным котлом. В качестве альтернативы может допускаться общий котел с отдельной секцией для каждого двигателя.

Для расчета параметров котла использовать расход и температуру выхлопного газа, приведенные в разделе Технические данные.

10.3.7 Выхлопные глушители

Глушение шума выхлопных газов возможно с помощью патентованной технологии «система компактных глушителей» (CSS) или с помощью традиционного глушителя.

10.3.7.1 Выхлопной шум

Неослабленный шум от выхлопа двигателя обычно замеряется в выхлопном тракте. Замеры в газоходе преобразуются в звуковую мощность свободного поля с использованием нескольких поправочных коэффициентов.

Диапазон требуемого шумопонижения в выхлопной системе достигается, когда звуковая мощность свободного поля (A) преобразуется в звуковое давление (B) в определённой точке и сравнивается с допустимым уровнем звукового давления (C).

Выхлопной шум, поправки первоначального источника

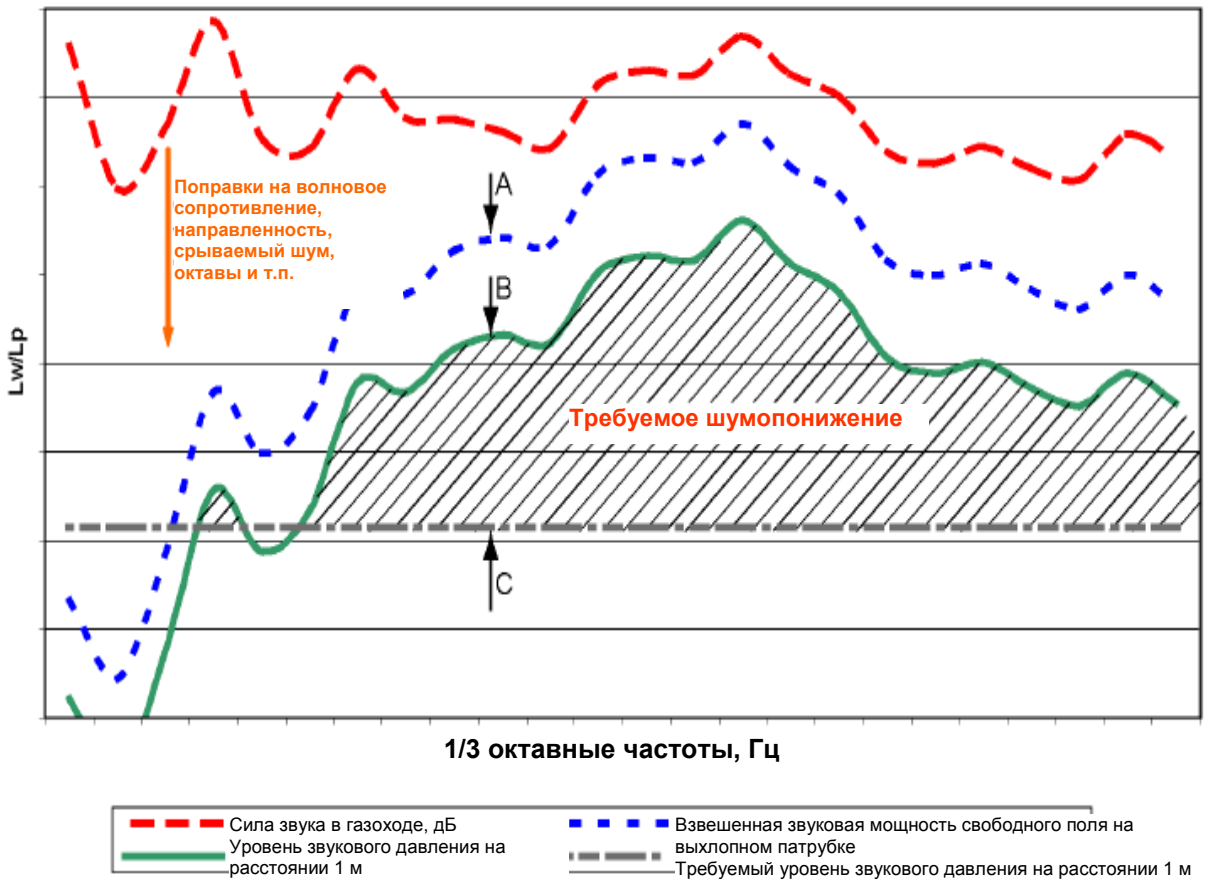


Рис. 10-8 Выхлопной шум, поправки первоначального источника

Традиционный глушитель может понизить уровень шума в определенной зоне диапазона частот. Система CSS рассчитана для покрытия всего звукового диапазона.

10.3.7.2 Сравнение систем глушителей

При выборе традиционного глушителя проектирование системы шумоподавления обычно начинается от двигателя. При использовании системы CSS проектирование ведется в обратном порядке, то есть приемлемость уровня шума на определенном расстоянии от выхлопного патрубка на борту судна используется для расчета системы шумоподавления.

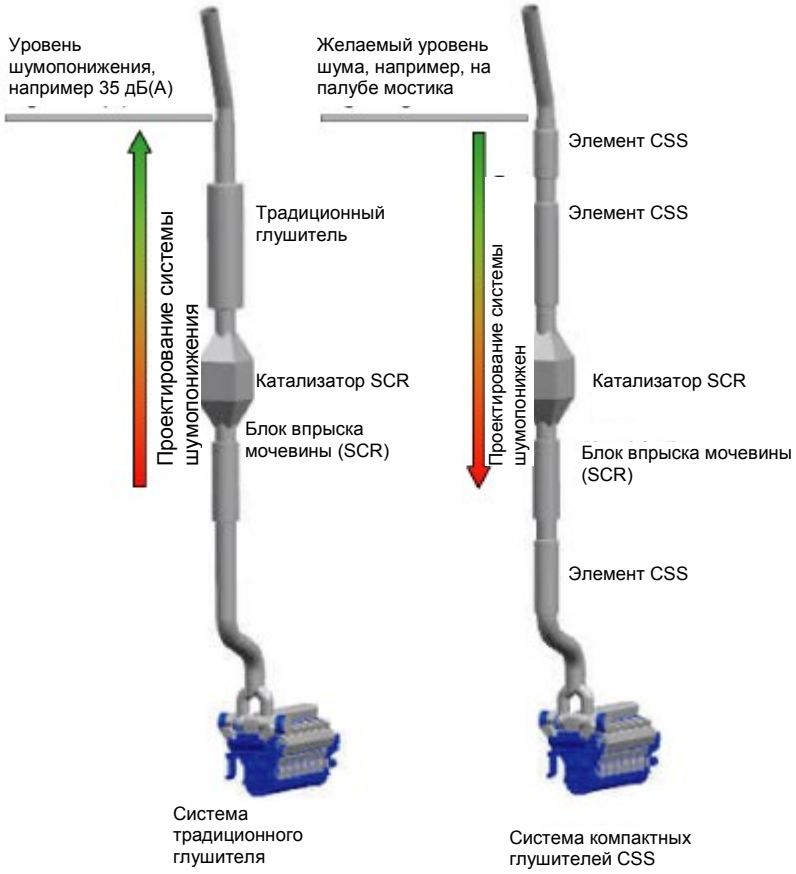


Рис. 10-9 Сравнение систем глушителей

10.3.7.3 Система компактных глушителей (5N02)

Система CSS оптимизируется для каждой установки в виде комплектной выхлопной системы. Оптимизация выполняется в соответствии с характеристиками двигателя, требованиями по уровню шума и просим оборудованием, установленным в выхлопной системе, например, катализаторами SCR, выхлопными котлами или газоочистителями.

Система CSS состоит из трех отдельных глушительных элементов: резистивного, реактивного и композитного. Сочетание, количество и длина элементов всегда рассчитываются отдельно для каждой установки. Диаметр элемента CSS в 1.4 раза больше диаметра выхлопного газохода.

Величина шумопонижения действительна при скорости потока выхлопного газа до макс. 40 м/с. Перепад давления на элементах CSS меньше чем на традиционном выхлопном глушителе (5R02).

10.3.7.4 Традиционный выхлопной глушитель (5R02)

Производитель/Проектант должен принять во внимание, что неудачная планировка системы газовыхлопа (длина прямых газоходов в системе газовыхлопа) может вызвать усиление шума между выхлопным патрубком и глушителем. Следовательно, шумопонижение в глушителе не дает абсолютной гарантии для уровня шума после глушителя.

При включении в объем поставки стандартный глушитель поглощающего типа оборудован искрогасителем. Он также снабжен сажеуловителем и сливом конденсата.

В объем поставки не входят монтажные опоры и изоляция. Глушитель может устанавливаться как горизонтально, так и вертикально.

Шумоподавление стандартного глушителя – 25 или 35 дБ(A). Величина шумопонижения действительна при скорости потока выхлопного газа до макс. 40 м/с.

11 Очистка ГТН

Периодическая промывка турбины снижает образование отложений и увеличивает интервалы между капремонтами. Пресная вода впрыскивается в ГТН при работающем двигателе. Нельзя использовать присадки, растворители или соленую воду, также необходимо тщательно соблюдать инструкции по очистке, изложенные в руководстве пользователя.

11.1 Система очистки турбины

Для каждой установки поставляется дозировочный блок, состоящий из расходомера и регулируемого дроссельного клапана. Дозировочный блок устанавливается в машинном отделении и подключается к отсоединяемому резиновому шлангу. Шланг имеет быстроразъемное соединение, его длина обычно 10 м. Один дозировочный блок может использоваться на несколько двигателей.

Подача воды:

Пресная вода	
Минимальное давление	0,3 МПа (3,0 Бар)
Максимальное давление	2,0 МПа (20,0 Бар)
Максимальная температура	80 °C

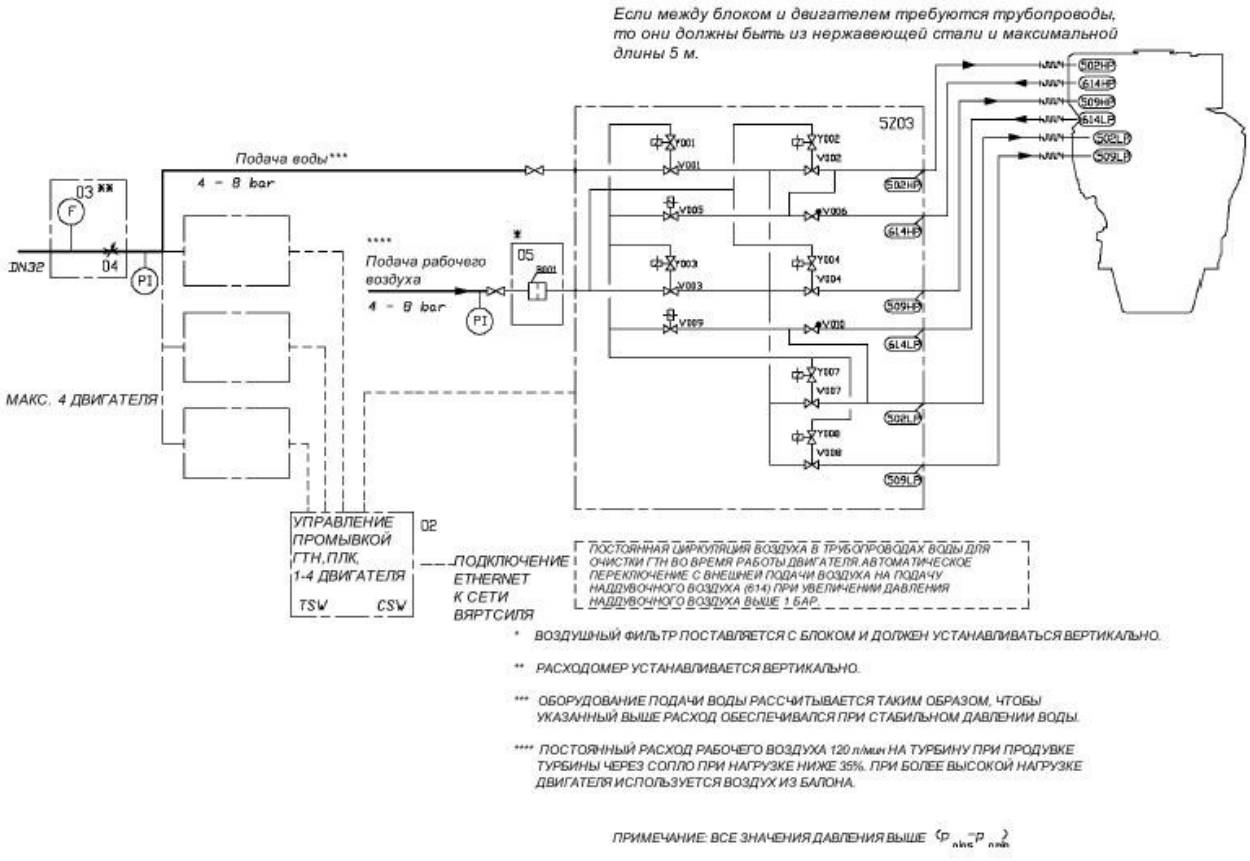


Рис. 11-1 Система очистки ГТН (DAAF347567)

Компоненты системы		Трубные соединения	
5Z03	Устройство очистки ГТН	502##	Промывочная вода на турбину
02	Блок управления Вяртсиля на 4 двигателя	509##	Промывочная вода на компрессор

Компоненты системы		Трубные соединения	
03	Расходомер/управление (7.5 – 40 л/мин)	614##	Отвод наддувочного воздуха на клапан блока очистки ГТН
04	Встроенный клапан регулировки расхода		
05	Воздушный фильтр		

Двигатель	Вода	
Турбина/компрессор	Расход воды на входе (л/мин)	Расход воды на очистку (л)
Компрессор низкого давления	6.5	1
Турбина низкого давления	18	180
Компрессор высокого давления	6.5	1
Турбина высокого давления	22	220

11.2 Система очистки компрессора

Сторона компрессора ГТН очищается тем же оборудованием, что и турбина.

12 Выхлопные газы

Выхлопные газы дизельного двигателя в основном состоят из азота, кислорода и продуктов сгорания, таких как углекислый газ (CO2), водяного пара, а также небольших количеств угарного газа (CO), оксидов серы (SOx), оксидов азота (NOx), частично среагировавших и несгоревших углеводородов (HC) и твердых частиц (PM).

Существуют различные способы регулировки выброса в зависимости от того, какое загрязняющее вещество следует устранить. В основном, они делятся на две категории – первичные методы, применяемые к самому двигателю, и вторичные методы, применяемые к потоку выхлопного газа.

12.1 Компоненты выхлопных газов дизельного двигателя

Азот и кислород в выхлопных газах являются основными компонентами всасываемого воздуха, не участвующими в процессе горения.

Основными продуктами горения являются CO2 и вода. Вторичными продуктами горения являются угарный газ, углеводороды, оксиды азота, оксиды серы, сажа и твердые частицы.

В дизельном двигателе выбросы угарного газа и углеводородов низки по сравнению с другими двигателями внутреннего сгорания, благодаря высокому коэффициенту избытка воздуха при горении. Избыток воздуха дает возможность практически полного сгорания HC и окисления CO в CO2, поэтому их количество в выхлопных газах очень мало.

12.1.1 Оксиды азота (NOx)

В качестве вторичного продукта процесс горения образует оксиды азота. Азот, который обычно инертен, при высоких температурах при реакции с кислородом образует окись азота (NO) и диоксид азота (NO2), которые обычно выделяются в группу NOx выбросов. Их количество напрямую зависит от температуры горения.

NO также могут образовываться посредством окисления азота в топливе и химической реакции с топливными радикалами. NO в потоке выхлопного газа находится под действием высоких температур и в среде высокой концентрации кислорода, и, таким образом, быстро окисляется до NO2. Количество выбросов NO2 составляет приблизительно 5% от общего выброса NOx.

12.1.2 Оксиды серы (SOx)

Оксиды серы (SOx) являются непосредственным результатом серной составляющей горючего. В процессе горения связанная топливом сера быстро окисляется до двуокиси серы (SO2). Небольшая часть SO2 может затем окислиться до трехокиси серы (SO3).

12.1.3 Твердые частицы (PM)

Фракция твердых частиц выхлопных газов представляет собой смесь неорганических и органических веществ, по большей части включающих сажу (элементарный углерод), топливную золу (в смеси с сульфатами и связанной водой), нитраты, углекислые соли и ряд несгораемых или частично сгорающих углеводородных компонентов топлива и смазочного масла.

12.1.4 Дым

Несмотря на то, что дым обычно является видимым признаком частиц в выхлопе, соотношение между выбросом частиц и дымом непостоянно. Более легкие и летучие углеводороды не будут видны, равно как и частицы, выбрасываемые из правильно обслуживаемого и эксплуатируемого дизельного двигателя.

На вид дым может быть черным, синим, белым, желтым или коричневым. Черный дым в основном состоит из углеродных частиц (сажа). Синий цвет дыма свидетельствует о наличии продуктов неполного сгорания топлива или смазочного масла. Белый дым обычно представляет собой конденсированный водяной пар. Желтый цвет дыма вызван выбросом NOx. Когда выхлопной газ охлаждается значительно раньше, чем выбрасывается в атмосферу, конденсированный компонент NO2 может давать коричневый цвет.

12.2 Морское законодательство по выбросам выхлопных газов

12.2.1 Международная морская организация (IMO)

Результатом растущей озабоченности по поводу загрязнения воздуха явилось введение в судоходстве контроля за выбросом выхлопных газов. Во избежание роста числа несогласованных нормативов IMO (Международная морская организация) разработала Приложение IV к МАРПОЛ 73/78 (Международная конвенция по предотвращению загрязнений вод с судов), в которой изложен первый ряд нормативов, касающихся выброса выхлопных газов судами.

12.2.1.1 МАРПОЛ, Приложение VI – Загрязнение воздуха

Приложение VI к конвенции МАРПОЛ 73/78 вступило в силу 19 мая 2005 г. Приложение VI включает нормативы по, например, таким выбросам как оксиды азота, оксиды серы, летучие органические соединения; оно запрещает преднамеренный выброс вещества с озоноразрушающей способностью

Оксиды азота, выброс NOx

Приложение VI к конвенции МАРПОЛ 73/78, норматив 13, директивы по NOx касаются дизельных двигателей свыше 130 кВт, установленных на судах, построенных (за дату постройки принята дата закладки киля или аналогичная стадия постройки судна) начиная с 1 января 2000 г. включительно. Разные уровни (Tiers) выброса NOx применяются в зависимости от даты постройки судна. Пределы выброса NOx выражаются как зависимость от частоты вращения двигателя. IMO разработан подробный технический кодекс по NOx, которым регулируется применение правил.

Сертификат EIAPP

Каждый двигатель будет иметь сертификат EIAPP (Международное соглашение о предотвращении загрязнения воздуха от двигателей) в качестве свидетельства того, что он соответствует нормативам выброса NOx, установленным IMO.

При испытаниях двигателя на выброс NOx эталонным топливом является топливо для судовых дизелей (дистиллят), а испытания проводятся в соответствии с циклом тестирования ISO 8178. Впоследствии величина NOx должна подсчитываться с учетом различных весовых коэффициентов для различных нагрузок в соответствии со стандартом ISO 8178. Наиболее часто используемый цикл тестирования ISO 8178 представлен в данной таблице:

Таблица 12.1 Цикл тестирования ISO 8178

D2: Вспомогательные двигатели, работающие на постоянной частоте вращения	Частота вращения (%)	100	100	100	100	100
	Мощность (%)	100	75	50	25	10
	Массовый коэффициент	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

E2: Главные двигатели, работающие на постоянных оборотах, в том числе ДЭ и все установки с ВРШ	Частота вращения (%)	100	100	100	100	
	Мощность (%)	100	75	50	25	
	Массовый коэффициент	0.2	0.5	0.15	0.15	

C1: Вспомогательные двигатели, работающие на переменной частоте и нагрузке	Частота вращения	Номинальная				Промежуточная			Холостой ход
	Вращающий момент (%)	100	75	50	10	100	75	50	0
	Массовый коэффициент	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15

Семейство/группа двигателей

Так как поставщики предлагают множество двигателей различных типоразмеров и применений, Техническим Кодексом по NOx допускается объединение двигателей в семейства и группы. По определению семейство – это группа двигателей, которые, с точки зрения поставщика, в связи с их общими конструктивными особенностями, скорее всего будут иметь идентичные характеристики выхлопных выбросов. При испытании семейства двигателей для испытаний выбирается двигатель, который, как ожидается, будет иметь наихудшие показатели по выбросам. Семейство двигателей представлено прототипом, и сертификационные испытания по выбросам необходимы только для прототипа. Прочие двигатели могут проходить сертификацию путем проверки документации компонентов, регулировок и т.п., которые доказывают сходство с прототипом.

Технический журнал

В соответствие с нормативами IMO для каждого двигателя должен быть заведен Технический журнал. Этот Технический журнал содержит информацию о комплектующих двигателя, влияющих на выброс NOx, и каждый важный компонент помечен специальным номером IMO. Допустимые заданные значения и параметры для работы двигателя также указываются в Техническом журнале. Сертификат EIAPP является частью сертификации IAPP (международный сертификат по предотвращению загрязнения воздуха) на все судно.

Стандарты IMO по выбросам NOx

Первый стандарт по выбросам IMO Tier 1 NOx вступил в силу в 2005 г. и распространялся на судовые двигатели, установленные на судах, построенных с 1.1.2000 по 1.1.2011.

Позднее Приложение VI к Marpol и Технический кодекс по NOx были пересмотрены с целью дальнейшего снижения выбросов от судов; окончательное одобрение норм IMO Tier 2 и Tier

3 произошло в октябре 2008 г.

Стандарт IMO Tier 2 по NOx вступил в силу 1.1.2011 и заменил стандарт IMO Tier 1 по выбросу NOx по всему миру. Стандарт Tier 2 по NOx распространяется на судовые двигатели, установленные на судах, построенных с 1.1.2011.

Вступление в силу стандарта IMO Tier 3 по выбросу NOx началось с 2016 г. стандарт Tier 3 будет действовать в определенных зонах экологического контроля (ECA). Данные зоны определяются решением IMO. К настоящему времени определены североамериканская зона ECA и карибская зона ECA в территориальных водах США, их действие распространяется на судовые двигатели, установленные на судах, построенных с 1.1.2016. для прочих зон ECA, которые могут появиться в будущем для контроля NOx в соответствии с Tier 3, дата вступления в силу будет распространяться на суда, построенные после даты утверждения морским экологическим комитетом новой зоны ECA или боле поздней отдельно установленной даты. За пределами установленных зон Tier 3 будет действовать стандарты по выбросам NOx IMO Tier 2.

Пределы выбросов NOx в стандартах IMO определяются относительно частоты вращения двигателя.

Они показаны на следующем Рис.

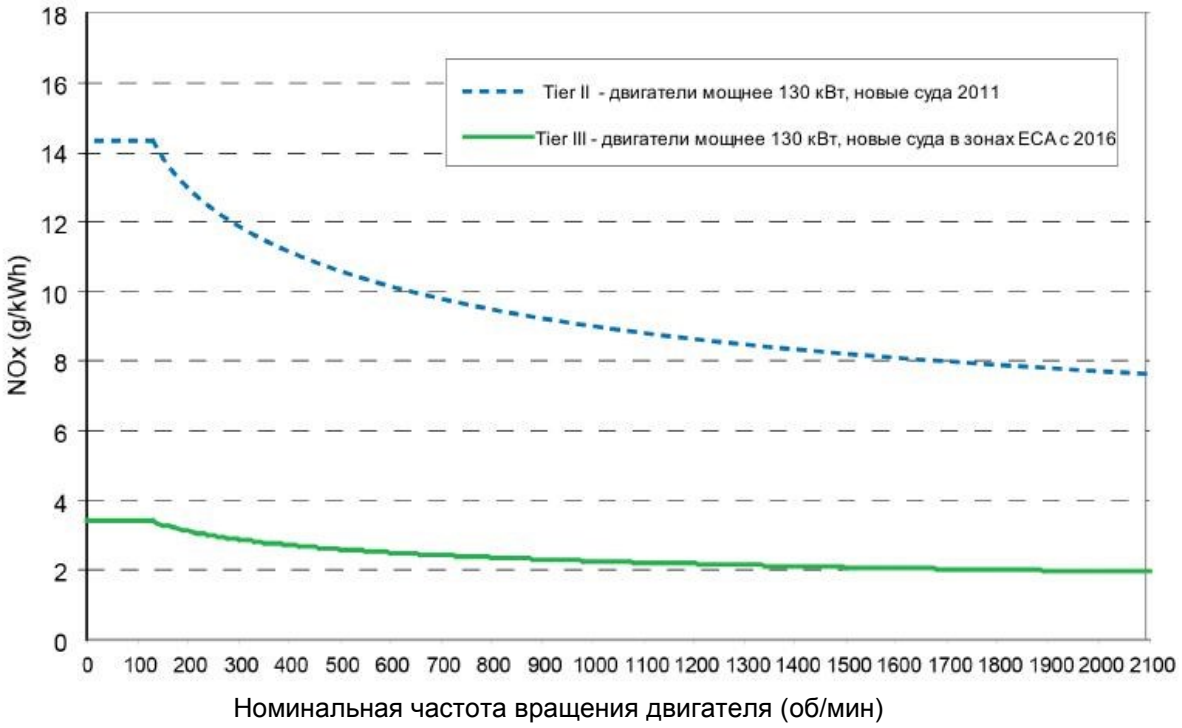


Рис 12-1 Предельно допустимые уровни IMO Tier 2 по выбросам NOx

Стандарт IMO Tier 2 по выбросу NOx (новые суда с 2011 г.)

Стандарт IMO Tier 2 по выбросу NOx вступил в силу 1.1.2011 г. и действует по всему миру, распространяясь на двигатели мощностью> 130 кВт, установленные на судах с датой закладки киля 1.1.2011 г. или позднее.

Предельные значения NOx по The IMO Tier 2 определяются следующим образом:

NOx [г/кВт] = 44 x об/мин-0.23, когда 130 <об/мин <2000

Уровень выброса NOx – средневзвешенная величина выбросов NOx на различных нагрузках, а испытательный цикл основан на эксплуатационном профиле двигателя в соответствии с испытательными циклами

ISO 8178. Уровень выброса NOx в соответствии с IMO Tier 2 достигается внутренними методами на двигателе.

Стандарт IMO Tier 3 по выбросу NOx (новые суда с 2016 г. в зонах ECA)

Стандарт IMO Tier 3 по выбросу NOx вступил в силу с 2016 г. распространяясь на двигатели мощностью> 130 кВт, установленные на судах с датой закладки киля 1.1.2016 г. или позднее, при работе в североамериканской зоне ECA и карибской зоне ECA в территориальных водах США.

Предельные значения NOx по The IMO Tier 3 определяются следующим образом:

NOx [г/кВт] = 9 x об/мин-0.23, когда 130 <об/мин <2000

Уровень выброса NOx по IMO Tier 3 соответствует 80% сокращению по сравнению со стандартом IMO Tier 2 по выбросам. Такого сокращения можно добиться с помощью вторичной системы контроля выбросов в выхлопном газе. Система селективного каталитического восстановления (SCR) для дизельных двигателей является эффективным способом достижения сокращения выбросов NOx, необходимого для соответствия стандарту IMO Tier 3.

Если вместе с двигателем устанавливается катализатор Вяртсиля SCR установка в составе двигателя и катализатора соответствует максимально допустимым нормам выброса NOx в соответствии со стандартом IMO Tier 3, а на всю установку поставляется сертификат соответствия Tier 3 EIAPP.

ПРИМЕЧАНИЕ

Двухтопливные двигатели соответствуют требованиям IMO Tier 3 по уровню выброса NOx без каких-либо модификаций в газовом режиме без необходимости использования вторичной системы контроля выбросов в выхлопном газе.

Выбросы оксидов серы, SOx

Приложение VI к MARPOL устанавливает (с 1.1.2012 г.) общий лимит на содержание серы в топливе 3,5% по весу для любого топлива, использующегося на судах во всем мире. Приложение VI также содержит положения, позволяющие устанавливать особые Зоны контроля за содержанием серы в выбросах (SECA) с более строгими нормативами выброса серы. В зонах SECA, которые в настоящее время распространяются на Балтийское море, Северное море, Ламанш, территориальные воды США в Карибском море и 200-мильную зону вокруг Северной Америки, содержание серы в топливе, используемом на судах, не должно превышать 0,1% по весу.

Приложение VI к MARPOL должно быть пересмотрено с целью еще более строгого ограничения выбросов от судов. Существующие и ожидаемые предельные величины содержания серы в топливе представлены в следующей таблице.

Таблица 12-2 Предельные величины содержания серы в топливе

Предельное содержание серы	Зона	Срок введения
Мак. 3.5% серы в топливе	По всему миру	1 января 2012 г.
Мак. 0.1% серы в топливе	Зоны SECA	1 января 2015 г.
Мак. 0.5% серы в топливе	По всему миру	1 января 2020 г.

Технологии очистки выхлопных газов, включая скрубберы, допускаются в качестве альтернативы низкосернистому топливу. Система очистки выхлопного газа может применяться для снижения общего выброса оксидов серы от судов, включая вспомогательные и главные двигатели, с перерасчетом на общее взвешенное содержание диоксида серы.

12.2.2 Другие законодательные акты

В отдельных регионах действуют другие законодательные акты.

12.3 Методы снижения выброса отработавших газов

Все стандартные двигатели Wärtsilä соответствуют нормативам выброса NOx, установленным IMO (Международной морской организацией) и большинству местных нормативов выброса без дополнительных модификаций. Wärtsilä также выработала решения для значительного снижения выброса NOx там, где это требуется.

Выбросы отработавших газов дизельного двигателя могут быть снижены с помощью первичных и вторичных методов. Первичные методы ограничивают образование удельных выбросов в процессе сгорания топлива. вторичные методы снижают объем компонентов выброса после их образования в процессе прохождения по системе газовыхлопа.

Информацию по системам контроля выхлопных выбросов см. в *Проектном руководстве по природоохранной продукции Вяртсиля.*

13 Система автоматики

Унифицированная система управления Wärtsilä UNIC это встроенная распределенная система управления двигателем, которая отрабатывает все функции управления, например, алгоритм запуска, блокировки запуска, впрыск топлива, уравновешивание параметров цилиндров, предотвращение детонации, управление частотой вращения, распределение нагрузки, штатные остановки и автоматические остановки по срабатыванию защит.

Связь между распределенными модулями происходит через внутреннюю шину обмена данными.

Сигналы управления на/он внешних систем имеют аппаратную коммутацию на клеммы главного пульта на двигателе. Данные АРС и контроля параметров передаются во внешние системы по протоколу Modbus TCP.

13.1 Технические данные и обзор системы

13.1.1 Защитное исполнение

Защитное исполнение системы предусмотрено IP54.

13.1.2 Окружающая температура системы автоматики

Конструкция и расположение системы на двигателе допускают ее работу при температуре 55°C в машинном отделении.

Отдельные компоненты, такие как электронные модули имеют температурный номинал не менее 70°C.

Краткое объяснение применяемых в системе модулей:

МОС (COM) Модуль обмена сигналами. Отрабатывает важнейшие функции управления двигателем (такие как алгоритмы запуска/остановки и оборотами/нагрузкой, то есть регулирование частоты вращения).

Модуль обмена сигналами отвечает за внутренний и внешний обмен данными, а также за отработку аппаратно закоммутированные интерфейсы.

МЗД (ESM) Модуль защиты двигателя отвечает за основные функции защиты, например, автоматическую остановку по забросу оборотов или низкому давлению масла.

БМД (LDU) На блок местного дисплея (местная панель оператора) выводятся все замеряемые параметры двигателя (например, величины температуры и давления) и индикация всех состояний двигателя, а также история событий.

МВВ (IOM) Модуль ввода/вывода отвечает за замер параметров и ограниченный функции управления в отдельных узлах двигателя.

МКЦ (CCM) Модуль контроля цилиндров управляет впрыском топлива и местным замером параметров по цилиндрам.

Все указанные выше оборудование штатно установлено и закоммутировано на двигателе.

13.1.3 Местная панель оператора

- Местная панель оператора (МПО) состоит из блока дисплея с сенсорным экраном и кнопками, а также включает кнопку аварийной остановки на двигателе.

На блок местного дисплея выводятся все замеряемые параметры двигателя (например, величины температуры и давления) и индикация всех состояний двигателя, а также история событий.

Здесь предусмотрены следующие функции управления:

- Выбор местного/дистанционного режима управления
- Местный запуск и остановка
- Перезапуск автоматической остановки
- Аварийная остановка

- Местное аварийное задание частоты вращения:
- Местная аварийная остановка



Рис. 13-1 Блок местного дисплея

13.1.4 Система защиты двигателя

Модуль защиты двигателя выполняет базовые функции защиты как, например, остановка забросам оборотов.

Основные характеристики:

- Конструкция предусматривает дублирование источника питания, входов по частоте вращения и управления остановочным соленоидом.
- Модуль определяет сбой на датчиках, соленоидах или обрыв контура.
- Состояние или обнаруженный сбой отображается светодиодами.
- Цифровые выходы состояния.
- Блокировка и перезапуск автоматической остановки
- Оповещения об автоматической остановке.

- Игнорирования сигнала автоматической остановки (конфигурация зависит от типа установки).

13.1.5 Блок питания

Блок питания поставляется с каждым двигателем для отдельной установки. Блок питания подает постоянный ток в систему автоматики двигателе и обеспечивает изоляцию от других систем, электропитания на судне. Шкаф блока питания рассчитан на установку на переборке судна. Уровень защиты IP44, макс. температура окружающей среды 50°C.

Блок питания имеет дублирующие преобразователи мощности. Каждый преобразователь рассчитан на 100% нагрузки. Как минимум один из двух источников должен быть подсоединен к устройству бесперебойного питания. Источник подает на оборудование автоматики двигателя напряжение 24 V DC и 110 VDC.

Питание от судовой системы:

- Питание 1: 230 VAC / ок. 750 W
- Питание 2: 230 VAC / ок. 750 W

13.1.6 Блок обмена информацией

Коммутатор Ethernet с межсетевым шлюзом в стальной панели поставляется для монтажа на переборку, исполнение IP44.

13.1.7 Подключение кабелей и обзор системы

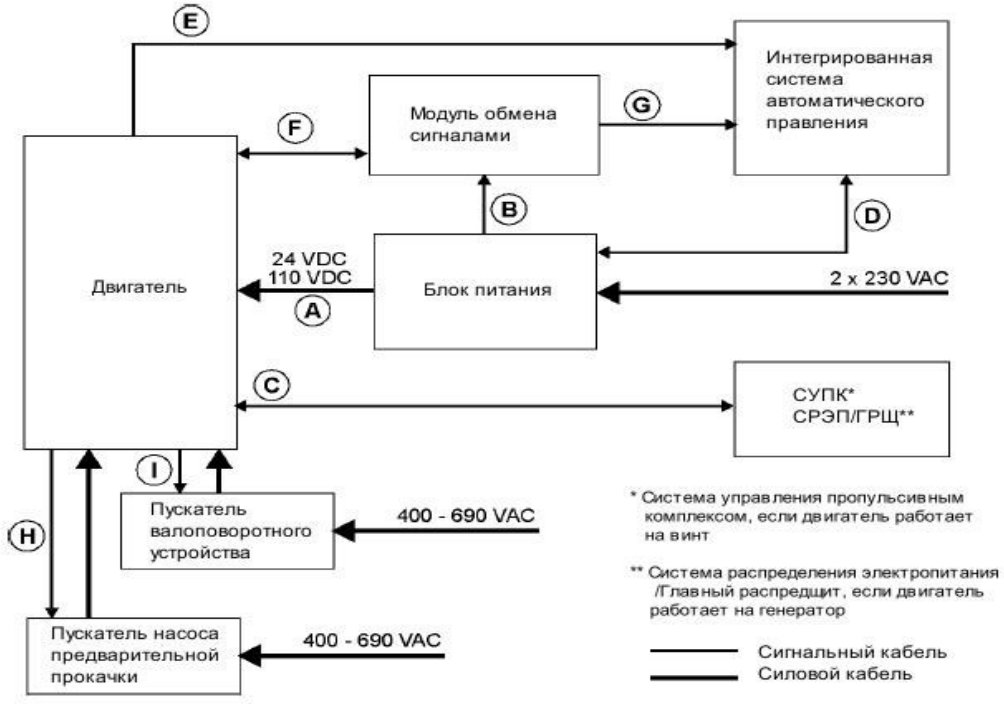


Рис 13-2 Общая схема системы UNIC

Таблица 13.1 Стандартная номенклатура кабелей системы UNIC

Кабель	От <=> к	Типы кабелей (обычно)
A	Двигатель <=> блок питания	2x4 мм2 (питание) * 2x4 мм2 (питание) *

Кабель	От <=> к	Типы кабелей (обычно)
		2x4 мм2 (питание) * 2x4 мм2 (питание) * 2x4 мм2 (питание) * 2x4 мм2 (питание) * 2x4 мм2 (питание) * 2x4 мм2 (питание) *
B	Блок питания => блок обмена сигналами	2 x 2.5 мм2 (питание) *
C	Двигатель <=> Система управления пропульсивным комплексом <=> Система распределения электропитания/Главный распредщит	1 x 2 x 0.75 мм2 1 x 2 x 0.75 мм2 1 x 2 x 0.75 мм2 24 x 0.75 мм2 24 x 0.75 мм2
D	Блок питания <=> ИСАУ	2 x 0.75 мм2
E	Двигатель <=> ИСАУ	3 x 2 x 0.75 мм2
F	Двигатель => блок обмена сигналами	1 x Ethernet CAT 5
G	блок обмена сигналами => ИСАУ	1 x Ethernet CAT 5
H	Двигатель => Пускатель насоса предварительной прокачки	2 x 0.75 мм2
I	Двигатель => Пускатель валоповоротного устройства	1 x шина CAN (120 Ом)

ПРИМЕЧАНИЕ

Типы кабелей и группировка сигналов в различных кабелях будет разной в зависимости от типа установки и конфигурации цилиндров.

*Сечение кабелей питания зависит от длины кабелей.

Требования к питанию отображены в разделе *Блок питания.*

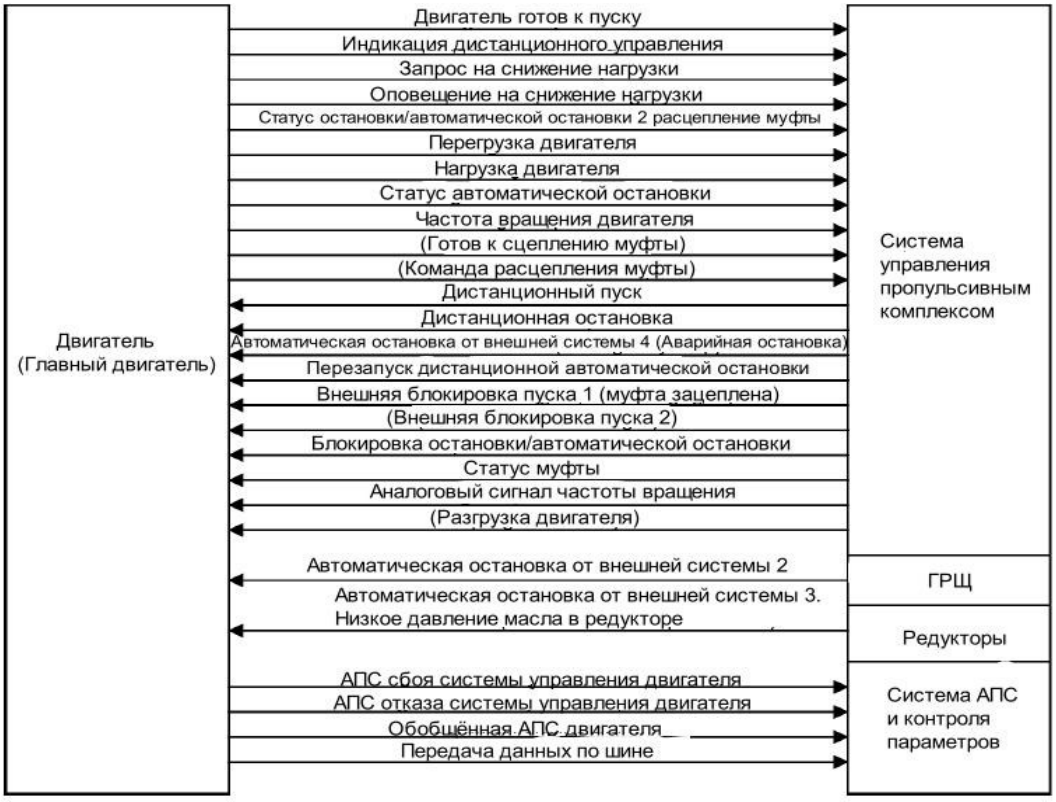


Рис 13-3 Обзор основных сигналов (Главный двигатель)

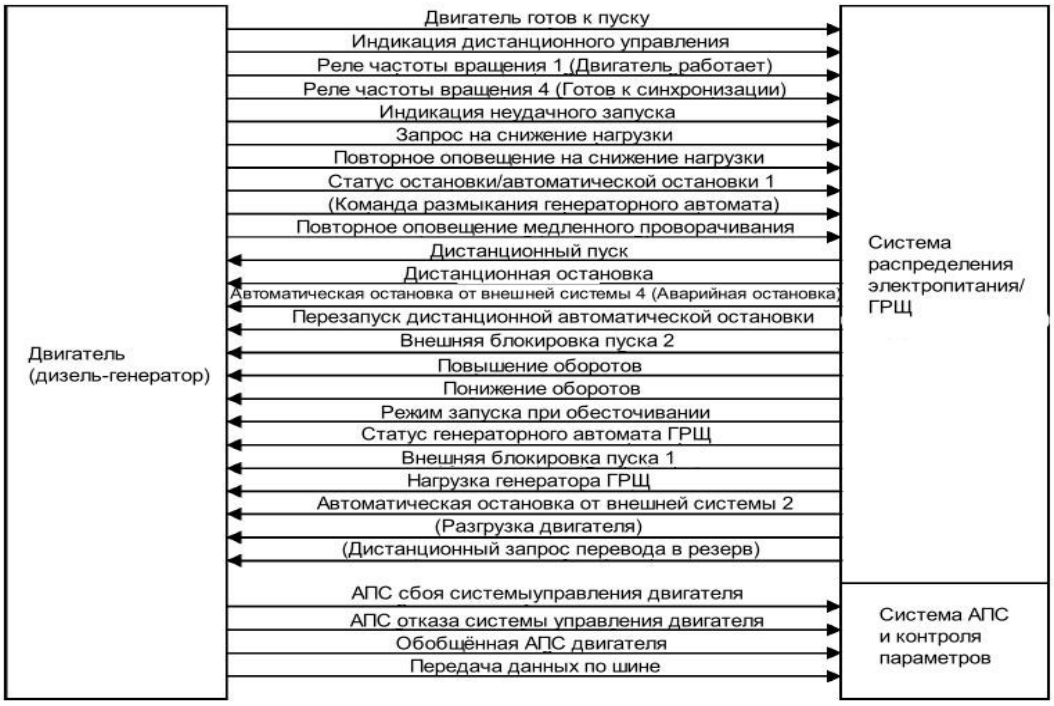


Рис 13-4 Обзор основных сигналов (дизель-генератор)

13.2 Функции

13.2.1 Пуск

Двигатель запускается подачей сжатого воздуха непосредственно в цилиндры.

Возможен местный или дистанционный запуск если это применимо для данной установки, например, от системы распределения электропитания или из ЦПУ. В аварийной ситуации также возможно управление клапаном пускового воздуха вручную.

При подключенном валоповоротном устройстве происходит пневматическая и механическая блокировка пуска.

Двигатель оборудован системой медленного проворачивания, которая вращает коленвал без впрыска топлива на несколько оборотов перед запуском. Медленное проворачивание выполняется автоматически через запрограммированные промежутки времени если двигатель назначен в резерв.

13.2.1.1 Блокировка пуска

Пуск блокируется по следующим функциям:

- Подключено валоповоротное устройство
- Низкое давление предварительной прокачки масла
- Блокировка оператором с местной панели управления
- Подан сигнал «СТОП» или «АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОСТАНОВКА»
- Внешний сигнал блокировки пуска
- Двигатель в работе

13.2.2 Остановка и автоматическая остановка

Возможна штатная местная или дистанционная остановка если это предусмотрено для данной установки. В случае штатной остановки алгоритм остановки продолжает отрабатываться до полного прекращения вращения коленвала. После этого система

автоматически возвращается в режим готовности к пуску если не произошло срабатывание функций блокировки пуска, например, нет необходимости перезапуска штатной остановки вручную.

Аварийная остановка производится копкой «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» с местного поста или дистанционного поста если предусмотрено.

Модуль защиты двигателя управляет автоматической остановкой по функциям защиты. Автоматическая остановка двигателя по может производиться независимо модулем защиты или же этим же модулем через запрос на отключение, полученный с другого узла системы автоматики.

Типичные функции автоматического отключения следующие:

- Низкое давление масла
- Заброс оборотов
- Масляный туман в картере
- Низкое давление масла в редукторе

При штатной и автоматической остановке подача топлива отсекается, а давление в топливной линии высокого давления моментально сбрасывается.

В зависимости от установки оператор может отключить функцию автоматической остановки специальным сигналом. Однако функцию остановки по забросу оборотов или аварийную остановку отключить невозможно.

Перед последующим запуском необходимо определить причину автоматической остановки и устранить ее.

13.2.3 Регулировка частоты вращения

13.2.3.1 Главные двигатели (механические пропульсивные установки)

Электронный регулятор частоты вращения интегрирован в систему автоматики двигателя.

Дистанционное задание частоты вращения от системы управления пропульсивным комплексом представляет собой аналоговый сигнал 4-20 mA. Также возможно выбрать рабочий режим, в котором опорный сигнал частоты вращения будет регулироваться сигналами увеличения/уменьшения оборотов.

Система электронного регулятора частоты вращения осуществляет распределение нагрузки между двигателями, работающими параллельно, управляет топливными ограничителями и другими различными функциями (напр., размыкание/замыкание муфты, фильтрация частоты вращения). Защита по перегрузке и контроль темпа повышения нагрузки должен быть включен в систему управления пропульсивным комплексом в соответствии с разделом *Рабочие диапазоны.*

13.2.3.2 Дизель-генераторы

Электронный регулятор частоты вращения интегрирован в систему автоматики двигателя.

Распределение нагрузки может основываться на стандартных статических характеристиках, или может осуществляться регуляторами частоты вращения независимо без статизма. Последний способ регулировки относится обычно к изохронному типу распределения нагрузки. При изохронном распределении нагрузки нет необходимости балансировки нагрузки, настройки частоты или контроля нагружения/разгружения генератора на внешней системе управления.

При системе регулировки по статизму каждый регулятор частоты вращения снижает свою внутреннюю опорную частоту, если регулятор зарегистрировал увеличение нагрузки на генераторе. Уменьшение частоты в электросети с большей нагрузкой в системе приводит к тому, что все генераторы пропорционально распределят между собой общую увеличенную нагрузку. Двигатели с одинаковым статизмом и опорной частотой распределят между собой нагрузку одинаково. Нагружение и разгружение

генератора осуществляется настройкой опорной частоты каждого регулятора частоты вращения. Величина статизма стандартно 4%, т.е. разница в частоте между нулевой и максимальной нагрузками составляет 4%.

В изохронном режиме опорный сигнал частоты вращения остается неизменным, независимо от уровня нагрузки. Оба режима, изохронного распределения и статизма, являются стандартными в системах управления частотой вращения, т.е. возможно выбрать любой из двух. Если судно имеет несколько распределительных секций с межсекционными выключателями, то необходимо значение состояния каждого прерывателя для управления распределением нагрузки в изохронном режиме.

13.3 Сигналы АПС и контроля параметров

Перечни установленных на двигателе датчиков см. на внутренних схемах систем двигателя, приведенных в данном Руководстве по проектированию.

Реальная конфигурация сигналов и уровней срабатывания аварийно-предупредительных сигналов (АПС) описана в конкретной документации по конкретному проекту, поставляемая для всех контрактных проектов.

13.4 Электрические потребители

13.4.1 Пускатели и работа насосов с электроприводом

Пускатели не являются частью поставляемой системы автоматики, но могут быть поставлены в качестве отдельных компонентов.

13.4.1.1 Валоповоротное устройство двигателя (9N15)

Для медленного проворачивания и при необходимости техобслуживания предусмотрена возможность проворачивания коленвала валоповоротным устройством. Валоповоротное устройство двигателя приводится в действие электромотором через частотный преобразователь. Частотный преобразователь устанавливается во внешней системе. Мощность электромотора указана в приведенной ниже таблице.

Таблица 13-2 Мощность электромотора валоповоротного устройства двигателя

Тип двигателя	Напряжение, В	Частота, Гц	Мощность, кВт	Ток, А
Wärtsilä 31	3 x 400 – 690 В	50 / 60	4.0	10 - 6A

13.4.1.2 Насос предварительной прокачки маслом

Насос предварительной прокачки маслом должен постоянно работать после остановки двигателя. Система автоматики управляет автоматическим пуском/остановкой насоса через пускатель.

Рекомендуется предусмотреть резервное питание от аварийного источника питания. Дизель-генераторы, используемые в качестве основного источника выработки энергии, должны запускаться в условиях отключения электропитания с помощью аккумулируемой энергии. В зависимости от конструкции и классификационных норм, возможно использование аварийного генератора.

Мощность электромотора указана в следующей таблице.

Таблица 13-3 Мощность электромотора насоса предварительной прокачки

Тип двигателя	Напряжение, В	Частота, Гц	Мощность, кВт	Ток, А
Wärtsilä 31	3 x 400	50	15.0	28.4
	3 x 440	60	15.0	25.7

13.4.1.3 Резервный насос, смазочное масло (если установлен) (2P04)

Система управления двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление масла падает ниже установленного уровня при работающем двигателе.

Насос не должен работать при остановленном двигателе, а также не должен использоваться для предварительной прокачки маслом. Насос также не должен работать параллельно с главным насосом, когда главный насос исправен.

13.4.1.4 Резервный насос, ВТ-контур охлаждения (если установлен) (4P03)

Система управления двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление охлаждающей воды падает ниже установленной величины при работающем двигателе.

13.4.1.5 Резервный насос, НТ-контур охлаждения (если установлен) (4P05)

Система управления двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление охлаждающей воды падает ниже установленной величины при работающем двигателе.

13.4.1.6 Циркуляционный насос подогревателя (4P04)

Насос подогревателя должен запускаться после остановки двигателя (для обеспечения циркуляции через двигатель в горячем состоянии) и должен останавливаться после пуска двигателя. Система управления управляет автоматическим пуском/остановкой насоса.

13.5 Системные требования и указания по дизель-электрическим пропульсивным установкам

Ниже перечислены типичные функции, предусматриваемые в системе управления пропульсивным оборудованием и системе распределения электропитания дизель-электрических судов:

1. Программа наброса нагрузки должна ограничивать темп повышения нагрузки при ускорении судна и распределение нагрузки между генераторами в соответствии с графиками, приведенными в главе 2.2 Нагрузочная способность.

- Постоянно действующее ограничение: «максимальный наброс нагрузки при штатных условиях».
- В течение первых 6 минут после запуска двигателя: «прогретый двигатель».

Если в системе управления запрограммирован только один график наброса нагрузки, необходимо пользоваться графиком для прогретого двигателя.

Если распределение нагрузки производится по статической характеристике, темп повышения нагрузки вновь подключенного генератора составляет сумму перевода мощности, выполняемого системой распределения электропитания и значения повышения нагрузки от системы управления пропульсивным комплексом. При изохронном распределении нагрузки изменения суммарной нагрузки системы не влияют на темп повышения нагрузки вновь подключенного генератора (если только нагрузка между генераторами уже распределена равномерно, и они не нагружены выше 100%).

2. Ускоренный наброс нагрузки в соответствии с «аварийным» графиком, приведенным в главе *2.2 Нагрузочная способность* должен быть возможен вызовом аварийной функции, при котором выдается визуальная и акустическая сигнализация в ЦПУ и на мостике.

3. Система управления пропульсивным оборудованием должна быть способна управлять пропульсивной мощностью в соответствии с запрограммированным графиком наброса нагрузки на дизель-генераторы. Контролируемое повышение нагрузки с разным количеством подключенных генераторов и в разных условиях эксплуатации трудноосуществимо при графиках наброса нагрузки, основанных на оборотах винта.

4. При штатной работе также должно применяться ограничение темпа сброса нагрузки. Внезапная остановка с полного хода может распознаваться системой, например, путем отслеживания резкой перекладкой рычага с хода вперед на ход назад.

5. В некоторых пропульсивных установках предусмотрена обратная подача электроэнергии в сеть. Дизель-генератор может воспринимать не более 5% обратной мощности.

6. Система распределения электропитания в системах, работающих по статической характеристике, выполняет наброс и сброс нагрузки на генераторы; она также корректирует частоту в системе для компенсации статизма путем регулировки сигнала задания частоты вращения индивидуальных регуляторов. Опорный сигнал частоты вращения регулируется выдачей на регулятор импульсных сигналов повышения/понижения, имеющих определенную длительность. Система распределения электропитания должна определять длительность импульса повышения/понижения исходя из степени желаемой корректировки и выдерживать паузу в 30 или более секунд перед выполнением новой корректировки, в особенности, если корректировки не велики.

Отношение между длительностью импульса повышения/понижения и изменением опорного сигнала частоты вращения обычно составляет 0.1 Гц на секунду. Фактическое изменение оборотов и нагрузки будет происходить в более медленном темпе.

7. В принципе полная мощность генератора может использоваться, как только генератор подключен к сети, но только при отсутствии ограничений, контролирующих сигнал запроса повышения мощности. На практике система управления должна

отслеживать нагрузку генератора и понижать нагрузку в системе если нагрузка генератора превышает 100%.

В режиме работы по статизму все генераторы принимают равную долю повышающейся нагрузки в системе вне зависимости от любой разницы первоначальной нагрузки. Если генераторы, уже равномерно поддерживающие распределенную нагрузку, нагружаются выше их максимальной мощности, вновь подключаемый генератор будет продолжать подхватывать нагрузку в соответствии со статической характеристикой. В изохронном режиме распределения нагрузки, если генераторы равномерно поддерживающие распределенную нагрузку, достигли своей максимальной мощности, то генератор все еще работающий по графику наброса нагрузки, будет подхватывать повышающуюся нагрузку.

8. Система должна отслеживать частоту в сети и снижать нагрузку если наблюдаются чрезмерные просадки частоты. Для безопасного контроля размыкания выключателя может потребоваться более прямое вмешательство в зависимости от условий работы и степени нагрузки двигателя или двигателей.

14 Фундамент

Двигатели могут либо жестко монтироваться на колодках, либо устанавливаться на резиновые амортизаторы. Если выбирается установка на амортизаторы необходимо проинформировать компанию Wärtsilä о наличествующих источниках резонанса, например, частоте прохождения лопастей винта. Динамические усилия от двигателя указаны в главе *Вибрации и шумы.*

14.1 Проектирование судовых конструкций.

Системный Масляный танк не должен заходить под редуктор, если применяется тип двигателя с сухим картером, и масляный танк располагается ниже фундамента двигателя. Точно так же танк не должен заходить под опорный подшипник в случае, если на свободном конце установлен механизм отбора мощности. Масляный танк должен располагаться симметрично в поперечном направлении под двигателем.

Фундамент двигателя и двойное дно должны быть как можно более жесткими во всех направлениях для поглощения динамических усилий от двигателя, редуктора и упорного подшипника. Расчет и проектирование фундамента должны исключать вредные деформации конструкций.

Фундамент оборудования с приводом от механизма отбора мощности должен быть объединен с фундаментом двигателя.

14.2 Монтаж главных двигателей

14.2.1 Жесткий монтаж

Главные двигатели могут жестко монтироваться на фундамент на стальных или на полимерных колодках.

Крепежные болты представляют собой сквозные анкерные болты со стопорными гайками с нижнего конца и гайками на гидравлической затяжке с верхнего конца. В стандартный объем поставки двигателя входит специальное приспособление для гидравлической затяжки крепежных болтов. Два из крепежных болтов являются призонными, а остальные – с допуском. Два призонных болта Ø43H7/n6 являются самыми близкими к маховику, по одному с каждой стороны двигателя.

С призонными болтами должна использоваться проставочная втулка. Проставочная втулка устанавливается между верхней плитой фундамента и нижней гайкой для обеспечения достаточной направляющей длины для призонного болта в плите фундамента. Направляющая длина в плите фундамента должна равняться по меньшей мере диаметру болта.

Конструкция крепежных болтов показана на чертеже фундамента. Рекомендуется изготавливать болты из высокопрочной стали, например, 42CrMo4 или подобной. Высокопрочный материал большее натяжение болтов, которое приводит к их большему растягивающему напряжению. Большее напряжение улучшает надежность затяжки гаек.

Во избежание заклинивания во время монтажа и постепенного снижения усилия натяжения из-за неравномерности резьбы, резьба на таких болтах должна нарезаться с меньшим допуском, чем обычная резьба. Резьба болта должна соответствовать допуску 6g, а резьба гайки - допуску 6H. Во избежание изгибающих усилий в болтах и обеспечения надежного крепления контактная поверхность гайки на нижней поверхности фундамента должна быть рассверлена.

Все двигатели должны устанавливаться с продольными опорами. Одна пара опор располагается у маховика и еще одна в средней части двигателя. Опоры следует приварить к фундаменту прежде, чем производить отливку колодок. Клинья в опорах должны устанавливаться без зазора, когда двигатель прогрелся до нормальной рабочей температуры. Клинья закрепляются на месте сварными

соединениями. Клинья опор должны иметь приемлемую поверхность прилегания к опорам двигателя.

14.2.1.1 Полимерные колодки

Размер полимерных колодок должен составлять 150 x 400 мм. Максимальное давление на поверхность полимера не должно превышать максимального значения, определенного для данного типа полимера и установленного требованиями классификационного общества. Рекомендуется выбрать тип полимера, утвержденный соответствующим классификационным обществом для максимального давления на поверхность в 5 N/мм2. (Типовое установившееся значение - ptot 3.5 N/мм2).

При нормальных условиях максимальная температура несущей поверхности опоры двигателя составляет около 75°C, что следует принимать во внимание при выборе типа полимера.

Следует использовать болты из прочной на растяжение стали с уменьшенным диаметром обеспечения достаточного растягивающего напряжения так как растягивающее усилие на болт ограничивается максимально допустимым давлением на поверхность полимера. Для данного диаметра болта допустимое напряжение ограничивается либо пределом прочности его материала, либо максимально допустимым давлением на поверхность полимера.

14.2.1.2 Стальные колодки

Верхние плиты фундамента двигателя должны иметь наклон наружу относительно центровой линии двигателя. Наклон несущей поверхности должен составлять 1/100; несущая поверхность опорной поверхности должна быть механически обработана до получения по крайней мере 75%-ной поверхности контакта с колодками.

Рекомендованный размер колодок должен составлять 250 x 200 мм; у колодок должен быть скос 1:100 вовнутрь относительно центровой линии двигателя. Вырез в колодках для крепежных болтов с допуском должен составлять 44 мм (болты M42), а отверстие в колодках для призонных болтов необходимо просверлить и развернуть до нужного размера (Ø43H7), когда осуществляется окончательная центровка двигателя с редуктором.

Конструкция крепежных болтов показана на чертеже фундамента. Следует использовать болты из прочной на растяжение стали с уменьшенным диаметром для достижения большего растягивающего напряжения, что улучшает надежность затяжки гаек

14.2.1.3 Стальные колодки с регулируемой высотой

В качестве альтернативы полимерным колодкам или обычным стальным колодкам позволяется установить двигатель на регулируемые стальные колодки. Высота колодки регулируется между 45 мм и 65 мм для одобренного типа упора. Колодка должна быть адекватного размера относительно каждого фундаментного болта.

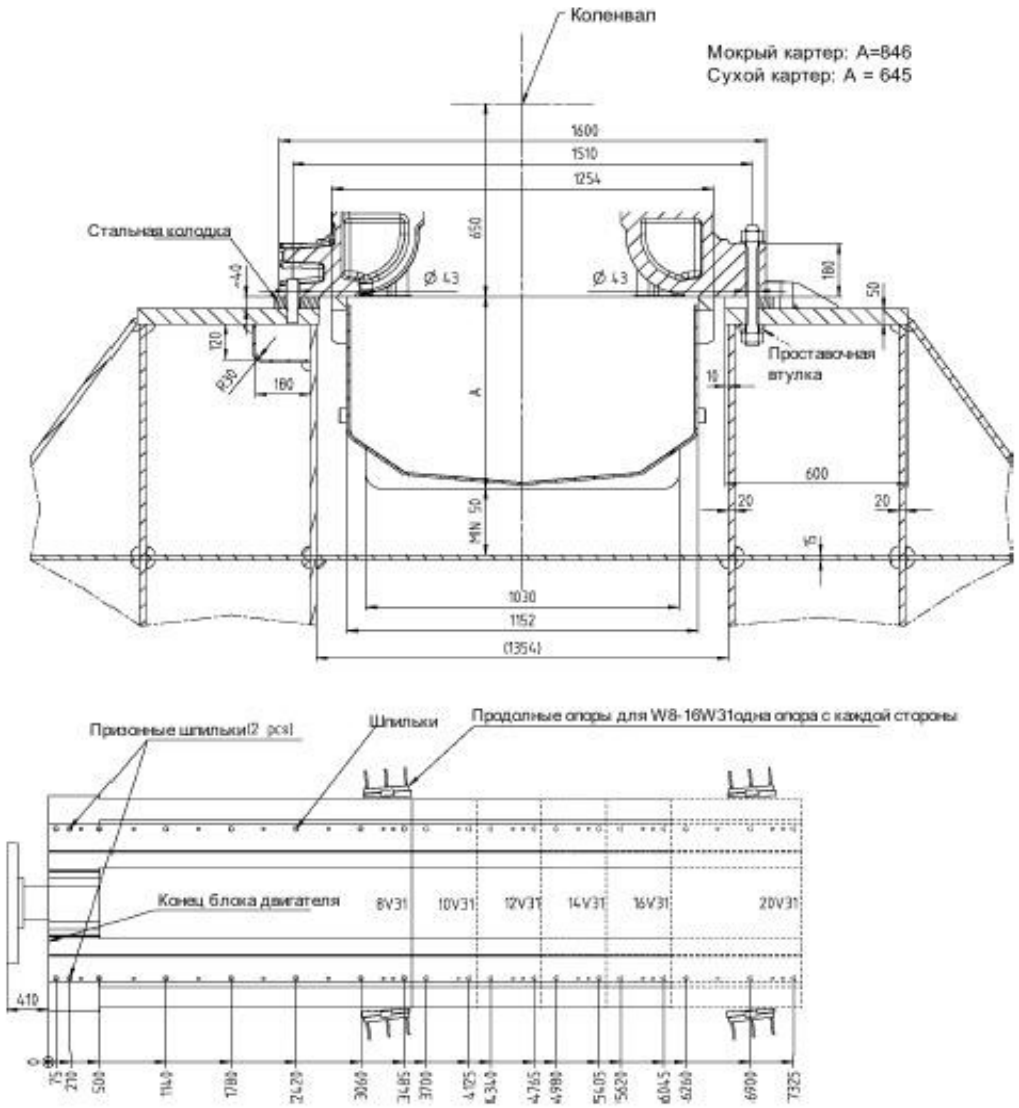
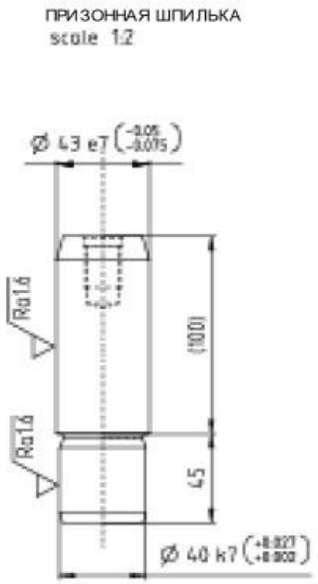
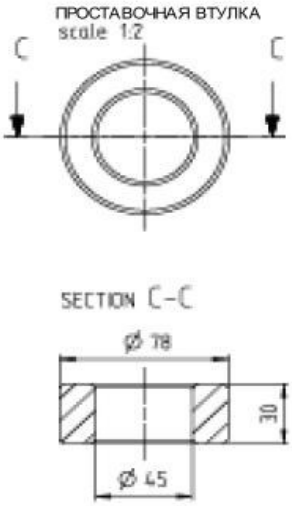
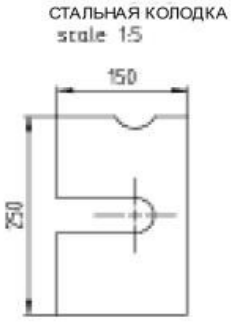


Рис. 14-1 Опорная поверхность и крепления главного двигателя, стальные колодки (DAAF343802)


ПРИЗОННАЯ ШПИЛЬКА
scale 1:2
Ø 43 e7
Ra1.6
(100)
Ra1.6
45
Ø 40 k7


ШПИЛЬКА
scale 1:3
M42x3-4c
(405)
M42x3-4c


ПРОСТАВОЧНАЯ ВТУЛКА
scale 1:2
C
C
SECTION C-C
Ø 78
30
Ø 45


СТАЛЬНАЯ КОЛОДКА
scale 1:5
150
250

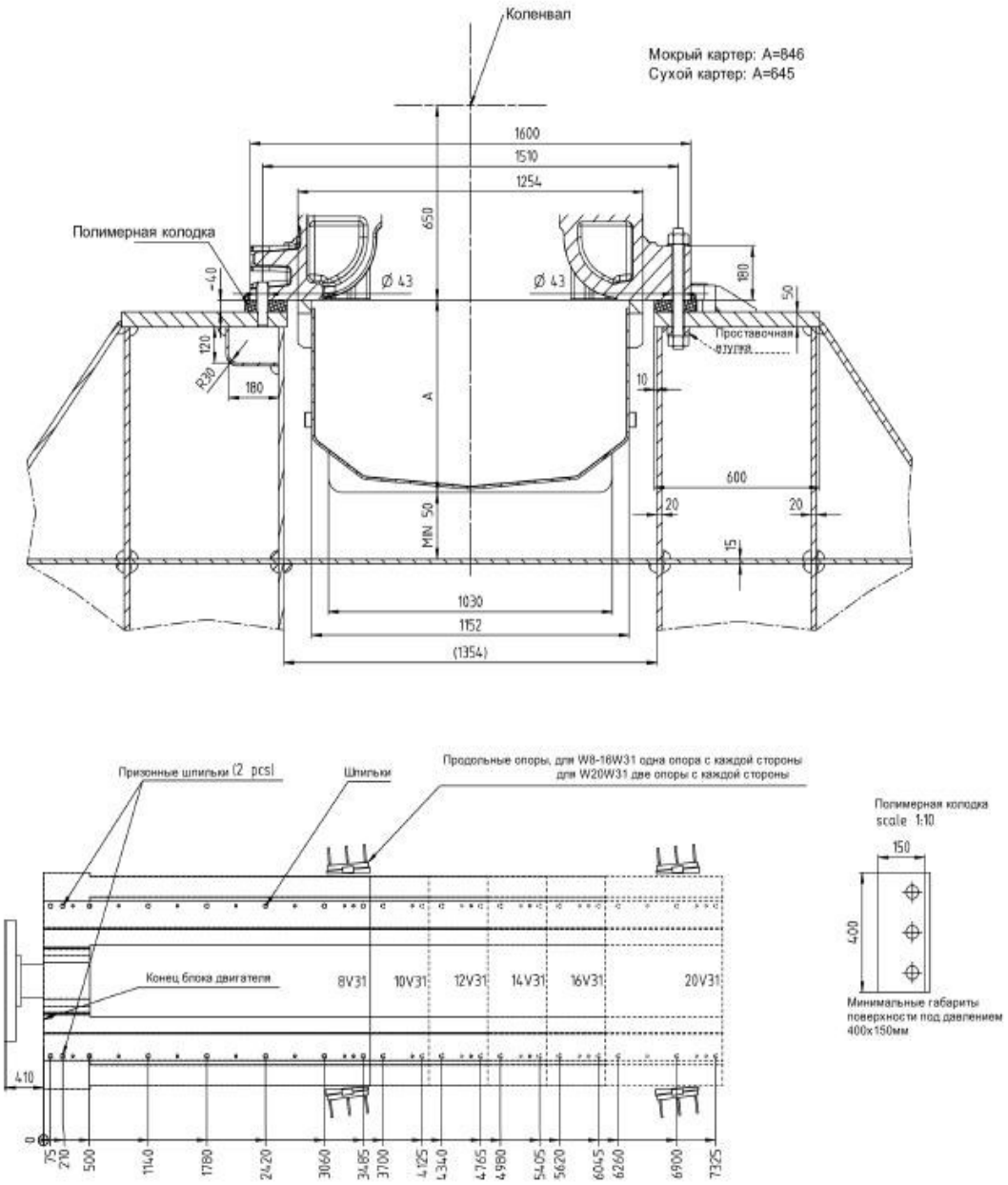
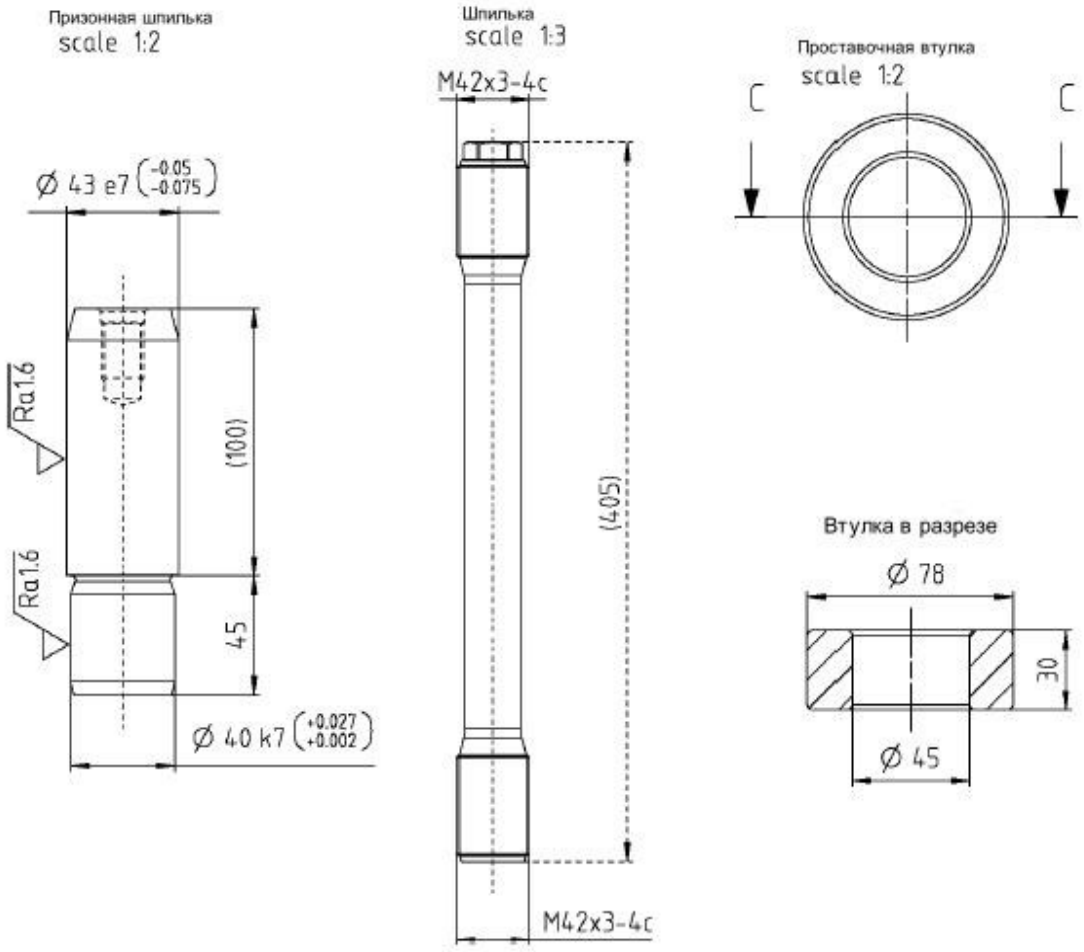


Рис. 14-2 Опорная поверхность и крепления главного двигателя, полимерные колодки (DAAF346146)


Призонная шпилька
scale 1:2
Ø 43 e7 (-0.05 -0.075)
Ra1.6
Ra1.6
(100)
45
Ø 40 k7 (+0.027 +0.002)
Шпилька
scale 1:3
M42x3-4c
(405)
M42x3-4c
Проставочная втулка
scale 1:2
C
C
Втулка в разрезе
Ø 78
30
Ø 45

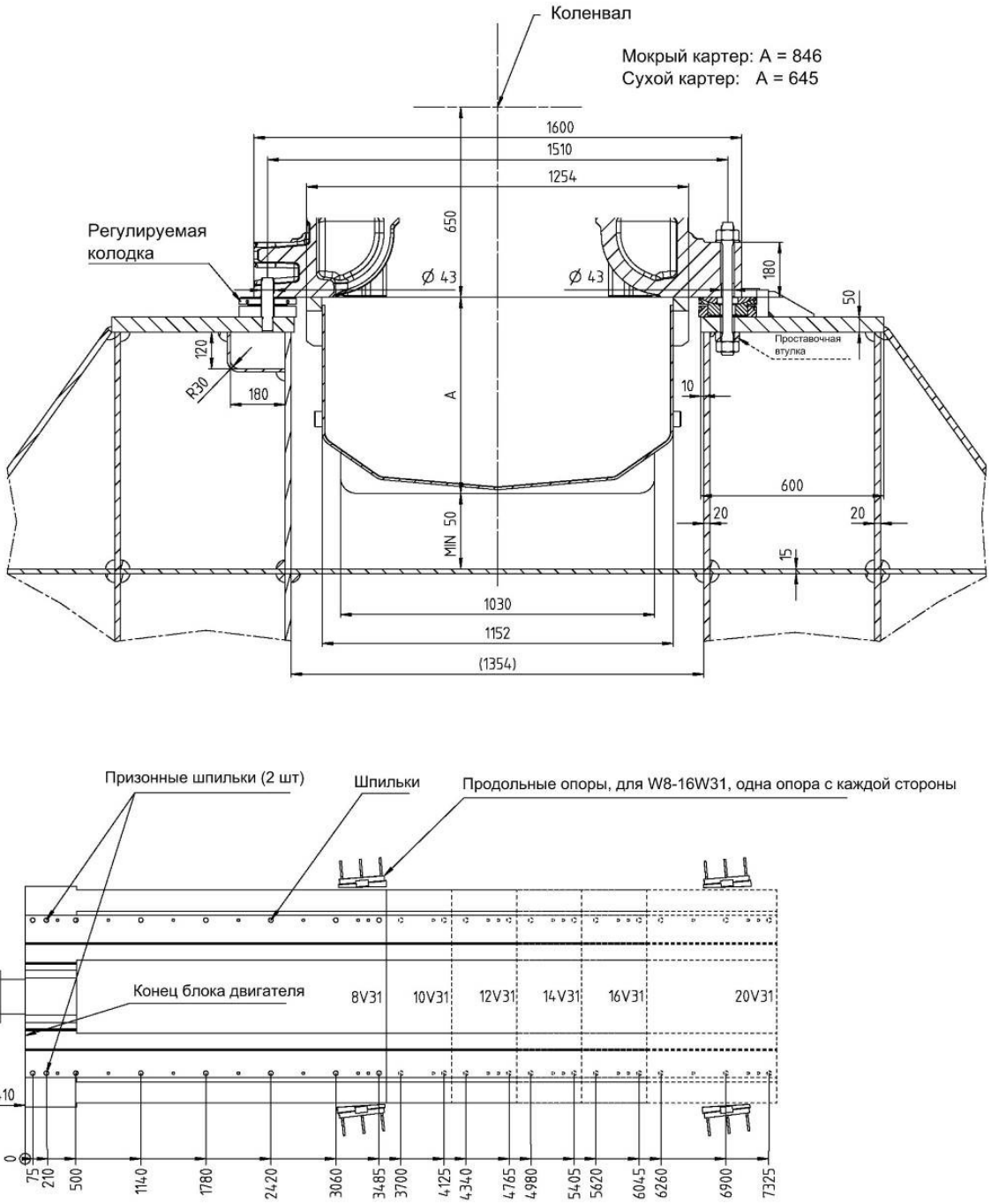
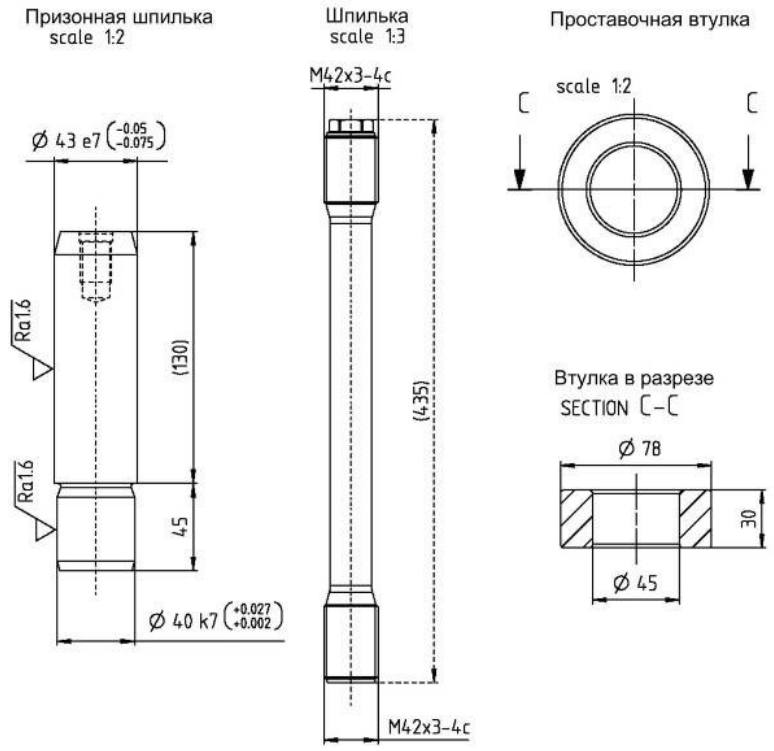


Рис. 14-3 Опорная поверхность и крепления главного двигателя, регулируемые колодки (DAAF346157)



14.2.2 Монтаж на амортизаторы

Чтобы уменьшить вибрацию и структурный шум, главные двигатели можно монтировать на упругих резиновых амортизаторах. Передача усилий от двигателя на амортизаторах составляет 10-20% в сравнении с двигателем, установленным жестко.

Для двигателей на амортизаторах допустимый диапазон частот вращения обычно составляет 500-750 об/мин.

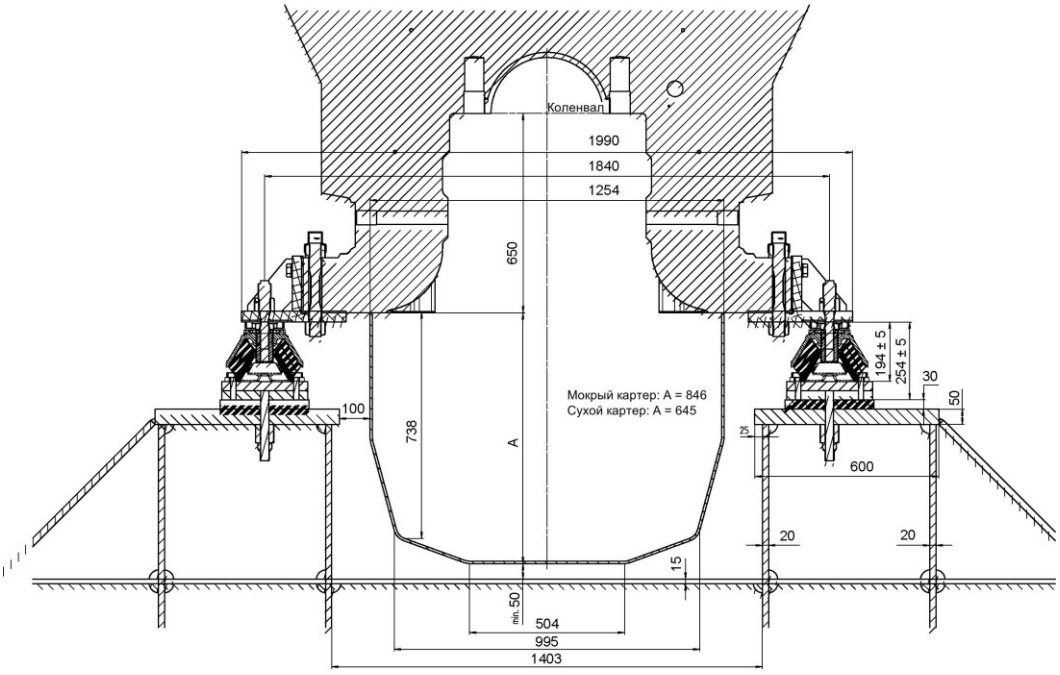


Рис. 14-4 Принцип монтажа на амортизаторы (DAAF337708)

14.3 Монтаж дизель-генераторов

14.3.1 Монтаж на амортизаторы

Дизель-генераторы, состоящие из двигателя и генератора, установленных на общей фундаментной раме, обычно устанавливаются судовой фундамент на амортизаторах.

Упругие опоры снижают структурный шумы, передающийся судну, а также предохраняют подшипники дизель-генератора от возможного коррозионного истирания в результате вибрации корпуса судна.

Количество амортизаторов и их расположение рассчитываются так, чтобы не возникало резонанса с возбуждениями от двигателя дизель-генератора, главного двигателя и гребного винта.

Примечание!

Чтобы избежать наведенных колебаний дизель-генератора, верфь на этапе проектирования установки должна послать компании Wärtsilä следующие данные:

- Частоту вращения главного двигателя [об/мин.] и количество цилиндров
- Частоту вращения вала гребного винта [об/мин.] и количество лопастей гребного винта

Выбранное количество опор и их окончательное расположение показаны на чертеже дизель-генератора

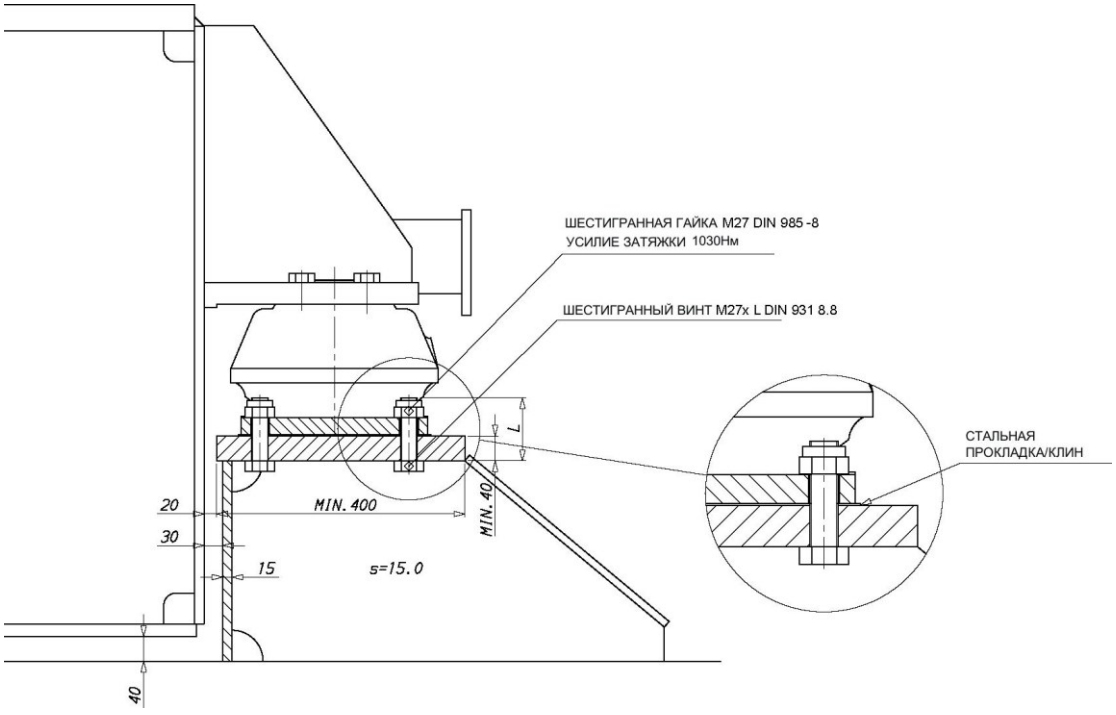


Рис. 14-5 Рекомендованная конструкция опорной поверхности дизель-генератора (DAAE020067A)

14.3.1.1 Амортизаторы

Дизель-генератор монтируется на конических упругих амортизаторах, сконструированных так, чтобы они могли выдерживать как сжатие, так и поперечные нагрузки. Опоры дополнительно снабжены внутренним буфером, который ограничивает движения дизель-генератора, вызываемые ходом судна. Следовательно, никаких боковых или торцевых ограничителей не требуется.

Резина амортизаторов представляет собой натуральный каучук, и его следует предохранять от попадания масла, маслянистой воды и топлива.

Когда дизель-генератор находится на амортизаторах, они должны нагружаться равномерно. Максимально допустимая разница в сжатии разных амортизаторов составляет 2,0 мм. При необходимости следует воспользоваться клиньями или регулировочными шайбами, чтобы компенсировать локальные допуски. Под каждой опорой можно использовать только по одной регулировочной шайбе.

При использовании конических амортизаторов передача усилий, создаваемых двигателем, составляет 10-20%. Проектирование фундамента в соответствии с чертежами 3V46L0294.

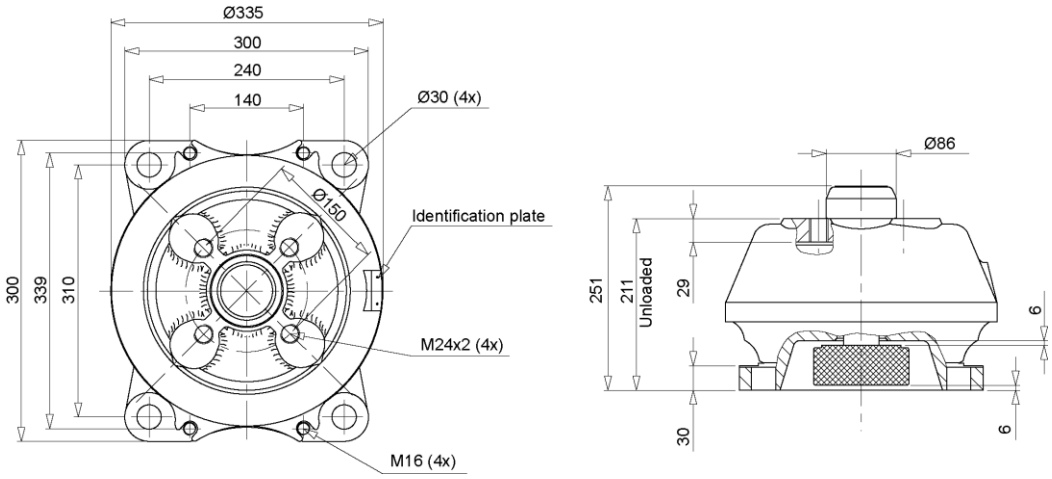


Рис. 14-6 Резиновый амортизатор (DAAE018766b)

14.4 Упругие соединения трубопроводов

Если двигатель или дизель-генератор установлен на амортизаторах, все соединения должны быть упругими, и на дизель-генератор нельзя прикреплять ограждений или лестниц. При установке упругих соединений трубопроводов следует избегать лишних изгибов и растяжений. Внешняя труба должна быть с точностью отцентрована с фитингом или фланцем на двигателе. Очень важно, чтобы трубные зажимы для трубы, подключенной к упругому шлангу, обязательно были очень жесткими, и чтобы они были приварены к стальной конструкции фундамента для защиты от вибраций, которые могут повредить гибкое соединение.

15 Вибрация и шумы

Дизель-генераторы Wärtsilä 31 соответствуют по уровню вибрации стандарту ISO 8528-9. Главные двигатели соответствуют по уровню вибрации стандарту ISO 10816-6, класс 5.

15.1 Внешние силы и динамические пары

Некоторые цилиндровые конфигурации отличаются неуравновешенными силами и парами сил. Все они перечислены в приведённых ниже таблицах.

Проектант судна должен избегать естественных частот палубы, переборок и надстройки, близких к частотам возбуждения. Двойное дно должно быть достаточно жестким для исключения резонансов, особенно с частотой свободной бортовой качки.

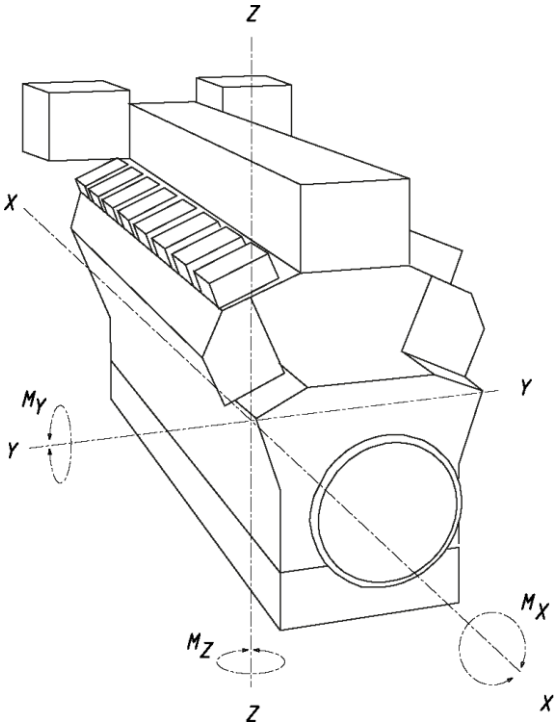


Рис. 15-1 Система координат

Таблица 15-1 Внешние силы

Двигатель	Частота вращения об/мин	Част Гц	FY кН	FZ кН	Част Гц	FY кН	FZ кН	Част Гц	FY кН	FZ кН
8V31	720	24	---	---	48	2	1	---	---	---
	750	25	---	---	50	2	1	---	---	---
10V31	720	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	750	---	---	---	---	---	---	---	---	---
12V31	720	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	750	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14V31	720	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	750	---	---	---	---	---	---	---	---	---
16V31	720	48	4	2	---	---	---	---	---	---
	750	50	5	2	---	---	---	---	---	---

Таблица 15-2 Внешние динамические пары

Двигатель	Частота вращения об/мин	Частота Гц	MY кН	MZ кН	Частота Гц	MY кН	MZ кН	Частота Гц	MY кН	MZ кН
8V31	720	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	750	---	---	---	---	---	---	---	---	---
10V31	720	12	38	38	24	---	---	48	---	0,2
	750	12,5	41	41	25	---	---	50	---	0,2
12V31	720	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	750	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14V31	720	12	22	22	24	35	20	48	1	3
	750	12,5	24	24	25	38	21	50	1	4
16V31	720	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	750	---	---	---	---	---	---	---	---	---

15.2 Колебания крутящего момента

Таблица 15.3 Колебания крутящего момента

Двигатель	Частота вращения об/мин	Частота Гц	(MX) кНм	Частота Гц	(MX) кНм	Частота Гц	(MX) кНм	Частота Гц	(MX) кНм
8V31	720	24	25	48	14	72	31	---	---
	750	25	19	50	14	75	31	---	---
10V31	720	24	25	30	82	60	41	90	21
	750	25	27	31	82	63	41	94	21
12V31	720	36	24,46	72	47	108	8	144	1
	750	37,5	23	75	47	112,5	8	150	1
14V31	720	42	8	84	38	126	1	168	1
	750	44	8	88	38	131	1	175	1
16V31	720	48	28	96	24	144	1	192	1
	750	50	28	100	24	150	1	200	1

15.3 Суммарный момент инерции

Суммарные моменты инерции главных двигателей (включая маховик) обычно следующие:

Двигатель	Дж (кгм^2)	Двигатель	Дж (кгм^2)
8V31	640 – 740	14V31	890 – 990
10V31	720 – 820	16V31	980 – 1080
12V31	800 – 900		

15.4 Воздушный шум

Воздушный шум от двигателя измеряются как уровень мощности звука в соответствии со стандартом ISO 9614-2. Результаты измерений представляются как типичные A-взвешенные уровни звуковой мощности при полной нагрузке и номинальной частоте вращения двигателя.

A-взвешенные уровни звуковой мощности двигателя в октавных частотах дБ, отн. 1pW								
Гц	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Суммарный
8V	100	110	115	121	119	116	114	125
10V	99	107	115	118	121	118	114	125

15.5 Выхлопной шум

Результаты измерений представляются как типичные уровни линейной звуковой мощности свободного поля.

Уровни звуковой мощности двигателя в октавных частотах дБ, отн. 1pW									
Гц	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	Суммарный
8V	144	147	129	128	126	123	120	118	149
10V	149	140	134	133	131	127	125	121	150

16 Передача мощности

16.1 Упругая муфта

Передача мощности в пропульсивных установках производится с помощью упругой муфты или с помощью комбинированной упругой муфты и муфты сцепления, установленной на маховике. Коленвал оборудован дополнительным защитным подшипником со стороны маховика. Поэтому даже достаточно тяжелая муфта может быть установлена на маховик без промежуточных подшипников.

Тип упругой муфты выбирается каждый раз индивидуально на основании расчетов крутильных колебаний.

В случае если в установке используется генератор с двумя подшипниками, необходимо устанавливать между генератором и двигателем упругую муфту.

17 17. Компоновка машинного отделения

17.1 Пространство для техобслуживания

17.1.1 Рабочее пространство вокруг двигателя

Необходимое рабочее пространство вокруг двигателя определяется, в основном, пространством, необходимом для демонтажа узлов двигателя, а также пространством необходимым при использовании некоторых специальных инструментов. Особенно важно, чтобы рядом с приводимыми двигателем насосами или техническими дверцами для обслуживания распредвала или картера не находились никакие конструкции, препятствующие доступу.

Однако, даже в тех местах, где не требуется пространство для демонтажа компонентов двигателя, рекомендуется зарезервировать минимум 1000 мм свободного пространства вокруг двигателя для проведения работ по обслуживанию.

17.1.2 Высота машинного отделения и подъемное оборудование

Для эффективной и безопасной работы очень важно, чтобы подъемное оборудование было соответствующим условиям работы, было соответствующего размера и правильно установлено.

Требуемая высота машинного отделения зависит от организации пространства для подъема и транспортировки компонентов двигателя. При достаточном поперечном и продольном пространстве нет необходимости перемещать компоненты двигателя над крышками коромысел или выхлопным газоходом, и в этом случае лифтинговая высота может быть минимальной.

Для переборки ГТН необходимо предусмотреть отдельное подъемное оборудование так как ход кран-балки ограничен выхлопным газоходом. Рекомендуется подъем ГТН осуществлять с помощью цепного палиспаста на балке, установленной сверху ГТН по его оси.

17.1.3 Платформы для техобслуживания

Для облегчения эффективного техобслуживания на двигателе рекомендуется предусмотреть рабочие платформы не рекомендованных высотах. Ширина платформ должна быть не меньше 800, что обеспечивает достаточное рабочее пространство. Поверхность платформ должна быть из нескользкого материала (с насечкой или из решеток).

Примечание

Рабочие платформы проектируются и устанавливаются таким образом, чтобы обслуживающий персонал не имел возможности поскользнуться, споткнуться или упасть в проходы, между нами и на двигатель.

17.2 Транспортировка или хранение запасных частей или инструмента

Для тяжелых компонентов двигателя размеров должна быть обеспечена транспортировка из машинного отделения на склад или в мастерские. Это может производиться с помощью нескольких цепного на балке или с помощью поддона или вагонетки. Если транспортировка производится с помощью нескольких подъемников, то области покрытия соседних подъемников должны быть максимально приближены друг к другу.

Эксплуатационный люк в машинном отделении должен быть достаточно большим, чтобы возможно было перемещать основные узлы из отделения и в него.

Рекомендуется хранить тяжелые компоненты двигателя на некотором возвышении на удобной поверхности, например, на деревянных поддонах. Все детали двигателя должны быть защищены от коррозии и излишней вибрации.

На установках с одним главным двигателем необходимо хранить тяжелые узлы рядом с двигателем, чтобы возможно было быстро выполнить ремонт в аварийных ситуациях как можно быстрее.

17.3 Пространство на палубе для размещения демонтируемого оборудования

При капитальном ремонте требуется некоторое пространство на палубе для очистки и размещения демонтированных компонентов. Размер данного пространства для техобслуживания зависит от стратегии ремонта, т.е. производится ли ремонт одного цилиндра, всего ряда цилиндров или всего двигателя сразу. Пространство для техобслуживания должно быть плоским участком стальной палубы, рассчитанным под вес компонентов двигателя.

17.3.1 Требования по зонам обслуживания

17.3.1.1 Требования по зонам обслуживания

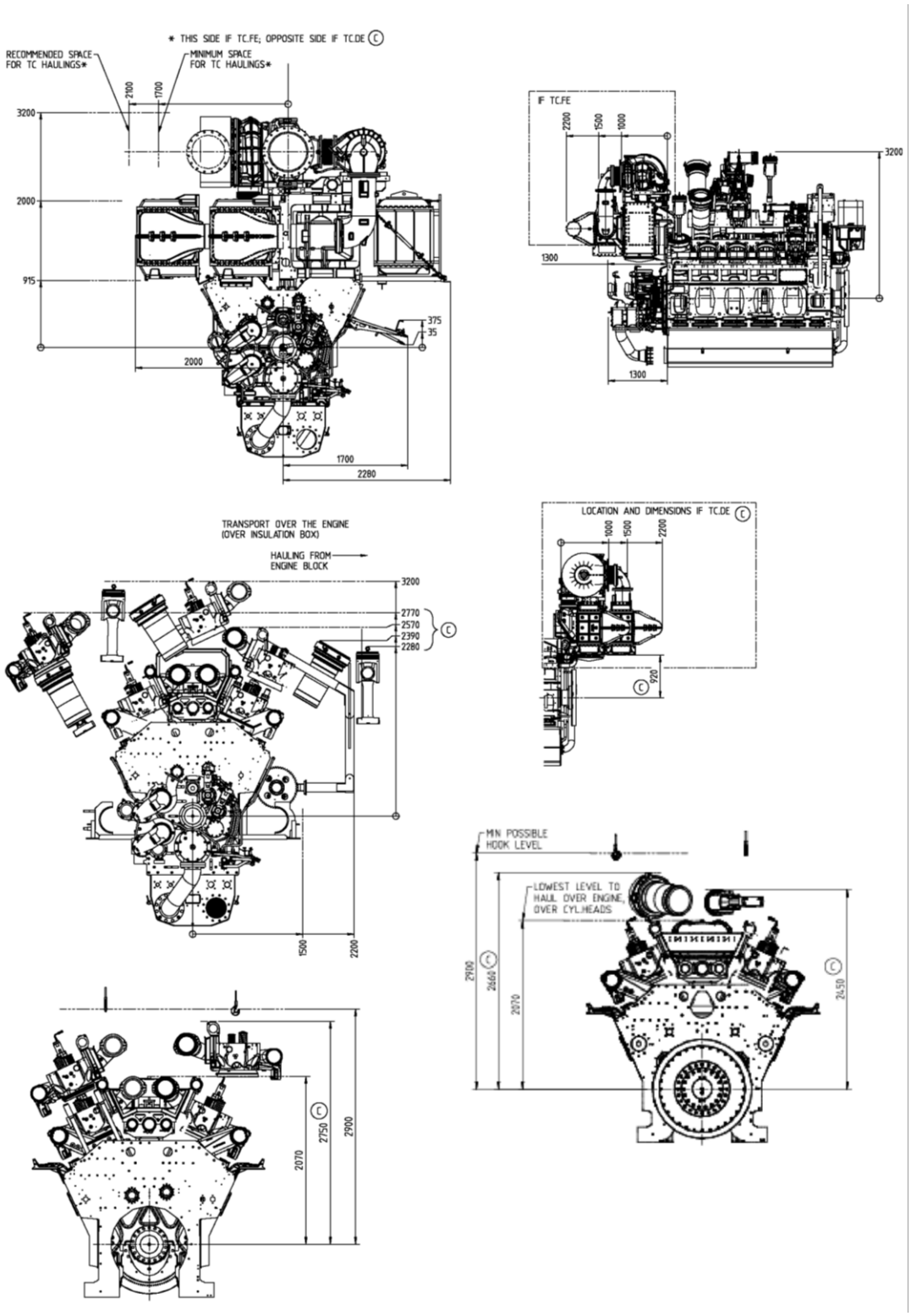


Рис. 17-1 Требования по зонам обслуживания (DAAF063858)

18 Транспортировочные габариты и веса

18.1 Подъем главных двигателей

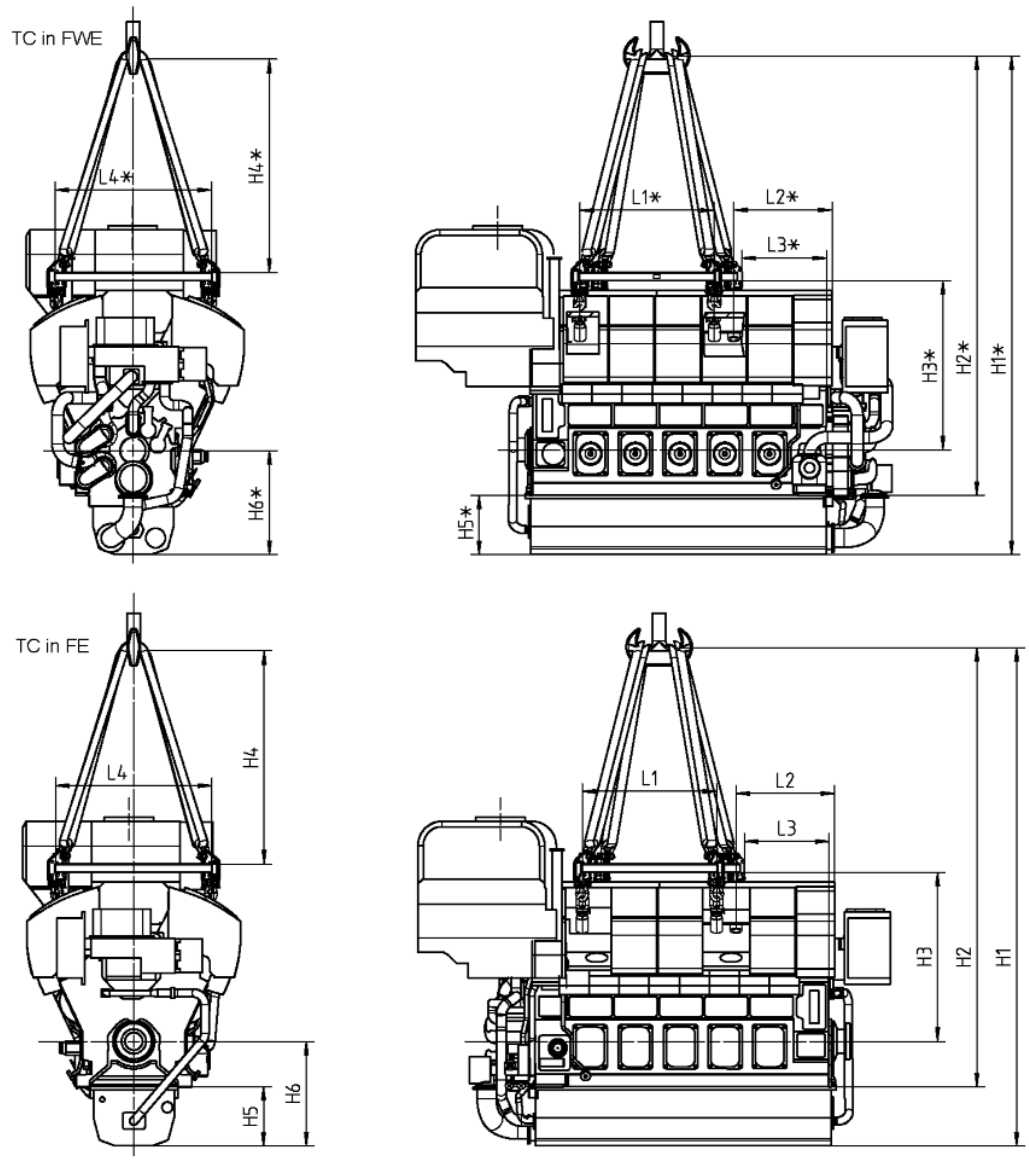


Рис. 18-1 Подъем главных двигателей (DAAF336773)

Все размеры даны в миллиметрах.

Двигатель	L1	L2	L3	L4	H1	H2	H3	H4	H5	H6
TC in FWE										
W 8V31	1920	760	560	2235	7126	6280	2416	3048	846	1496
W 10V31	1920	1406	1206	2235	7126	6280	2416	3048	846	1496
TC in FE										
W 8V31	1920	760	560	2235	7126	6280	2416	3048	846	1496
W 10V31	1920	1406	1206	2235	7126	6280	2416	3048	846	1496

18.2 Подъем дизель-генераторов

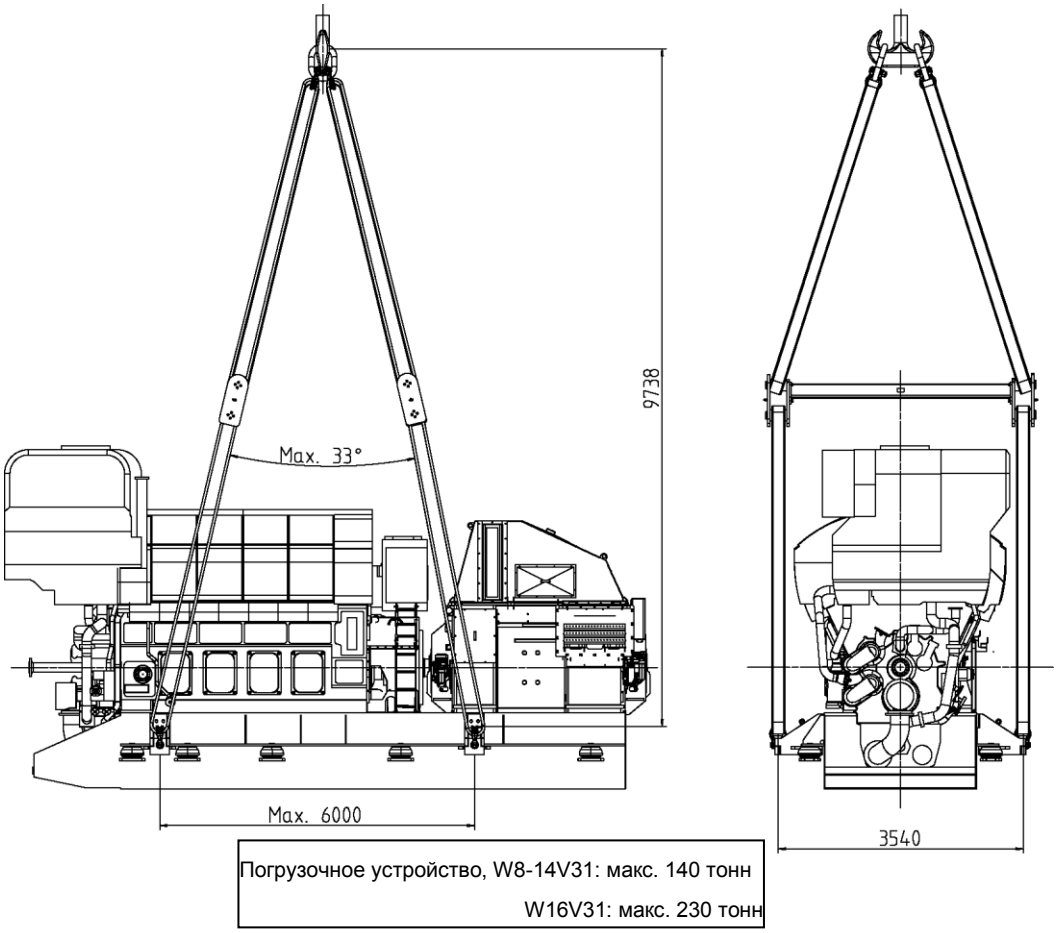


Рис. 18-2 Подъем дизель-генераторов (DAAF341224)

18.3 Компоненты двигателя

Таблица 18-1 ГТН и вкладыши холодильников

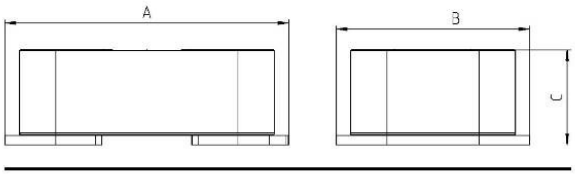


Рис. 18-3 Масляный холодильник

Двигатель	Вес (кг)	Габариты (мм)		
		A	B	C
W 8V31	232	924	630	310
W 10V31	232	924	630	310

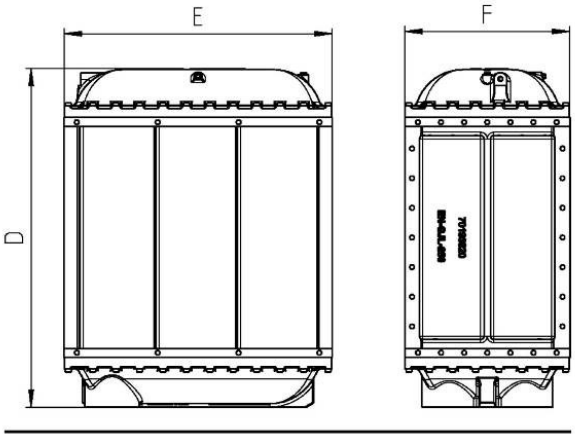


Рис. 18-4 Воздушный холодильник (Высокого давления)

Двигатель	Вес (кг)	Габариты (мм)		
		D	E	F
W 8V31	785	1028	812	500
W 10V31	785	1028	812	500

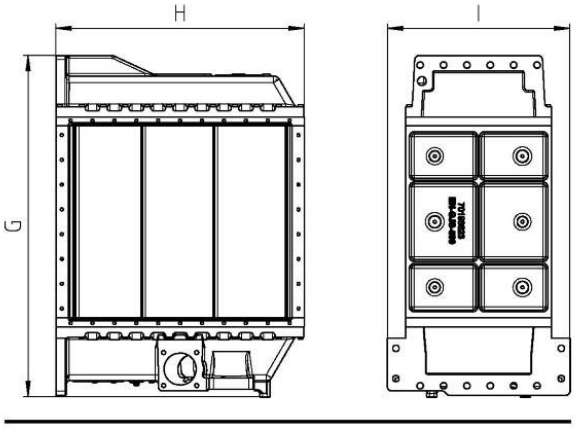


Рис. 18-5 Воздушный холодильник (низкого давления)

Двигатель	Вес (кг)	Габариты (мм)		
		G	H	I
W 8V31	830	1170	850	625
W 10V31	830	1170	850	625

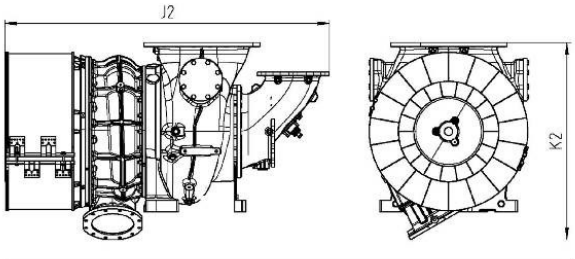


Рис. 18-6 ГТН (низкого давления)

Двигатель	Вес (кг)	Габариты (мм)	
		J2	K2
W 8V31	1568	1969	1198
W 10V31	1568	1969	1198

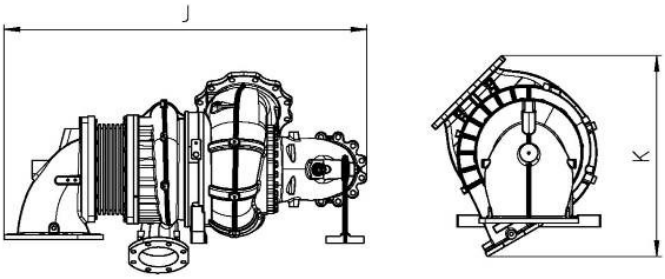


Рис. 18-7 ГТН (Высокого давления)

Двигатель	Вес (кг)	Габариты (мм)	
		J	K
W 8V31	680	1610	891
W 10V31	680	1610	891

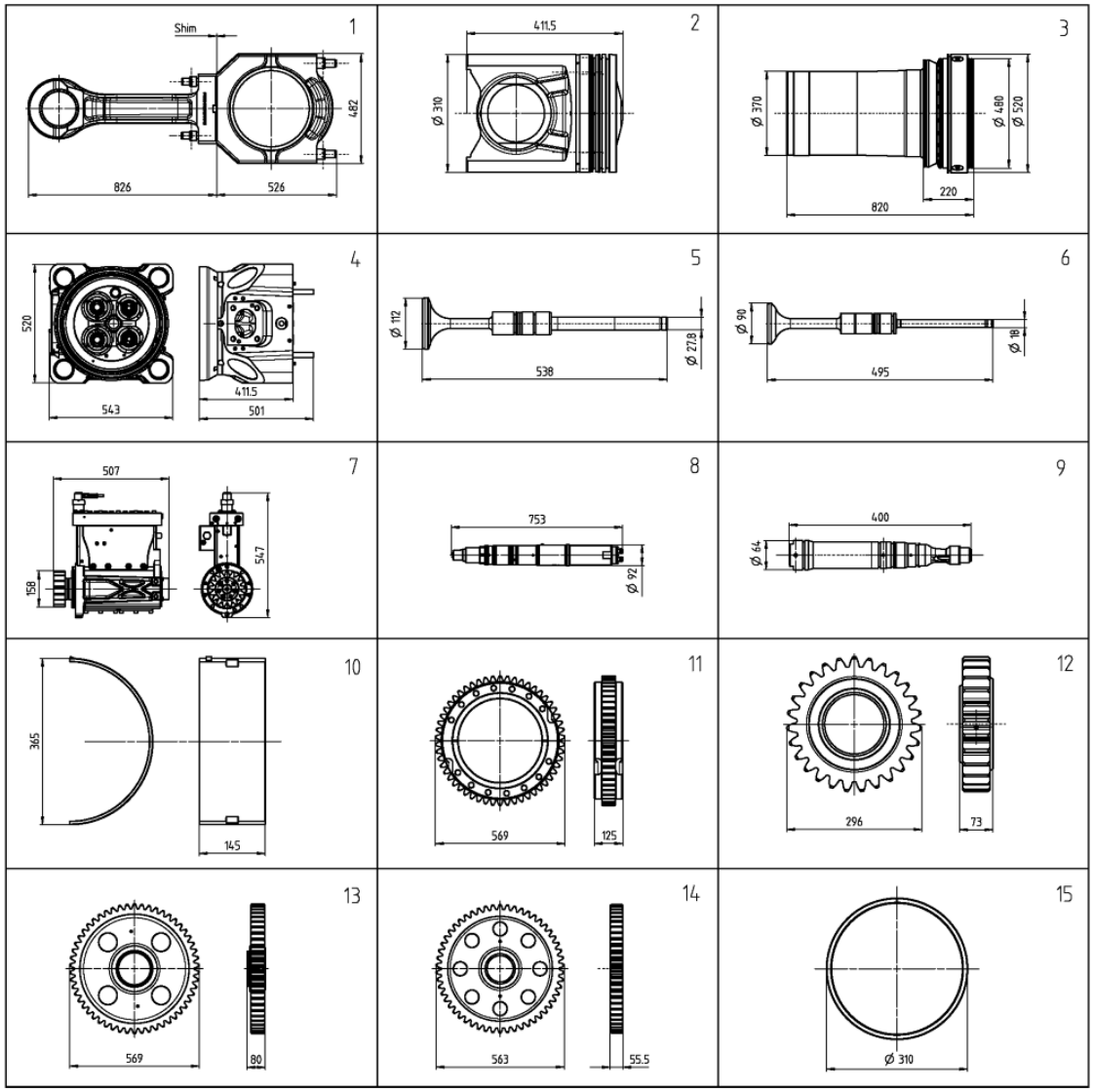


Рис. 18-8 Основные запасные части (DAAF337022)

Таблица 18-2 Вес компонентов

№	Описание	Вес, кг	№	Описание	Вес, кг
1	Шатун	192	9	Пусковой клапан	7.6
2	Поршень	72.4	10	Корпус рамового подшипника	4.7
3	Цилиндровая втулка	307	11	Разъемная шестерня	94.7
4	Цилиндровая крышка	400	12	Малая промежуточная шестерня	21 .6
5	Впускной клапан	5.2	13	Большая промежуточная шестерня	60.6
6	Выпускной клапан	3.3	14	Шестерня привода распредвала	61 .8
7	ТНВД	134	15	Комплект поршневых колец	1.5
8	Форсунка	27		Поршневое кольцо	0.5

19 Дополнения к руководству по проектированию

Данное и прочие Руководства по проектированию можно просмотреть и скачать с портала Business Online по адресу www.wartsila.com. Руководства по проектированию доступны в Web-формате и как файлы PDF. Чертежи представлены в форматах PDF и DXF, в ближайшем будущем будут также размещены трехмерные модели. Дополнительную информацию о Руководствах по проектированию с портала Business Online можно получить у вашего контактного лица в отделе продаж компании Wärtsilä.

Дополнения не публикуются в виде печатных изданий.

20 ПРИЛОЖЕНИЕ

20.1 Таблицы пересчета единиц

Данные таблицы помогут конвертировать единицы измерения, используемые в данном Руководстве. Там, где коэффициент пересчета не может быть точно указан, дано достаточное число в десятичной системе измерения

Длина

Из:	В:	Множитель:
мм	дюйм (in)	0.0394
мм	фут (ft)	0.00328

Масса

Из:	В:	Множитель:
кг	фунт (lb)	2.205
кг	унция (oz)	35.274

Давление

Из:	В:	Множитель:
кПа	psi (lbf/in^2)	0.145
кПа	lbf/ft^2	20.885
кПа	inch H_2O	4.015
кПа	foot H_2O	0.335
кПа	мм H_2O	101.972
кПа	Бар	0.01

Объем

Из:	В:	Множитель:
$м^3$	кубич. дюйм (in^3)	61023.744
$м^3$	кубич. фут (ft^3)	35.315
$м^3$	англ. галлон	219.969
$м^3$	америк. галлон	264.172
$м^3$	литр (l)	1000

Мощность

Из:	В:	Множитель:
кВт	лош. силы (hp) метрич.	1.360
кВт	амер. лош. силы (hp)	1.341

Момент инерции и крутящий момент

Из:	В:	Множитель:
$кгм^2$	$lbft^2$	23.730
кНм	lbf ft	737.562

Потребление топлива

Из:	В:	Множитель:
г/кВтч	g/hph	0.736
г/кВтч	lb/hph	0.00162

Расход жидкости

Из:	В:	Множитель:
м3/ч (жидкость)	амер. галлон /мин	4.403
м3/ч (газ)	$фут^3$/мин	0.586

Температура

Из:	В:	Множитель:
°C	F	F = 9/5 *C + 32
°C	K	K = C + 273.15

Плотность

Из:	В:	Множитель:
$кг/м^3$	фунт/ амер. галлон	0.00834
$кг/м^3$	фунт/ англ. галлон	0.01002
$кг/м^3$	$фунт/фут^3$	0.0624

20.1.1 Аббревиатуры-множители

Таблица 20-1 Наиболее распространенные аббревиатуры-множители

Название	Символ	Множитель
tera	T	10^{12}
giga	G	10^{9}
mega	M	10^{6}
kilo	k	10^{3}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}

20.2 Перечень символов, используемых в чертежах



Рис. 20.1 Перечень символов (DAAE000806c).

WÄRTSILÄ

Компания Wärtsilä – мировой лидер в области энергетических решений полного эксплуатационного цикла для морского и энергетического рынков. Благодаря вниманию к технологичеким инновациям и общей эффективности компания Wärtsilä повышает экологические и экономические показатели судов и электростанций своих заказчиков.

www.wartsila.com





VOLVO PENTA 1500rpm/1800 rpm			Document No 21720675			Issue Index 09	
Intake system		**rpm** **load**	**25%**	**50%**	**1500** **75%**	**100%**	**110%**
Air consumption at: (+25°C and 100kPa)	Power setting 360 kW	m^3/min cfm	12,42 439	17,68 624	23,03 813	26,91 950	27,77 981
		rpm			**1800**		
	Power setting 400 kW	m^3/min cfm	16,35 577	22,6 798	28,09 992	30,26 1069	30,24 1068
Max allowable air intake restriction including piping		kPa psi	3 0,4				
Air filter type			Paper cartridge				
Air filter cleaning efficiency		%	98,5				

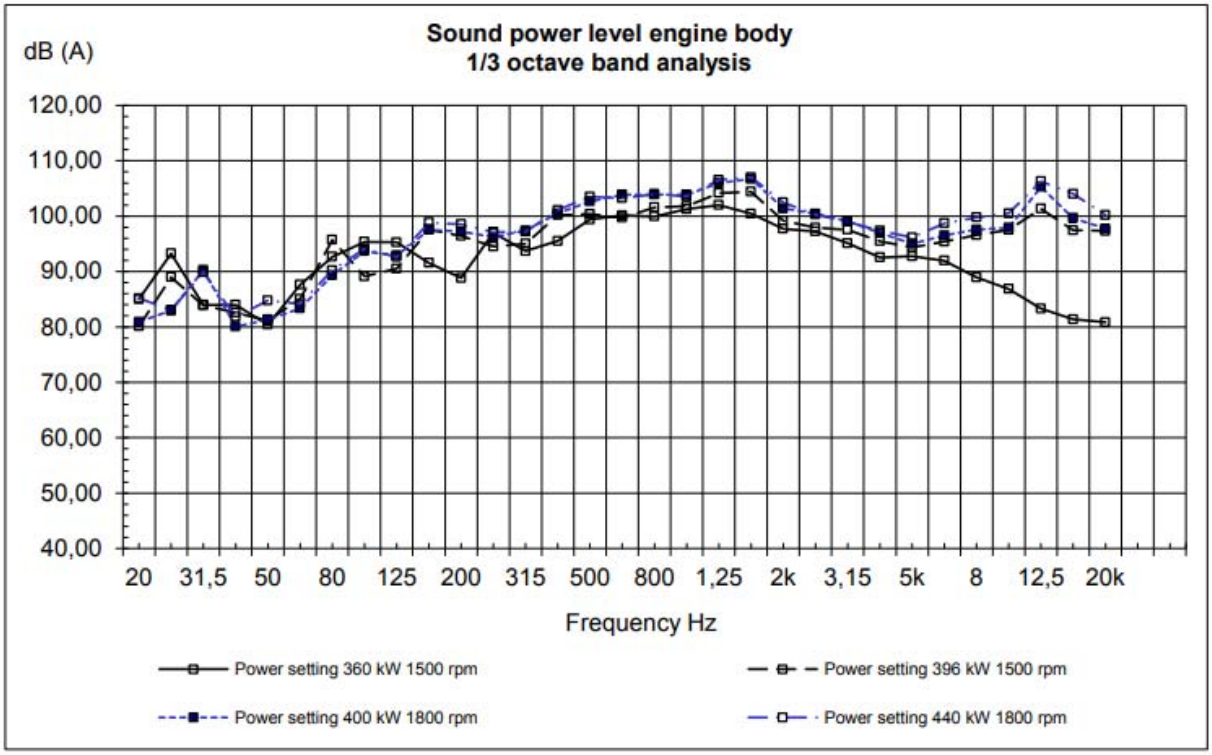
Exhaust system		**rpm** **load**	**25%**	**50%**	**1500** **75%**	**100%**	**110%**
Heat rejection to exhaust at:	Power setting 360 kW	kW BTU/min	68 3867	117 6654	166 9440	220 12511	246 13990
		rpm			**1800**		
	Power setting 400 kW	kW BTU/min	79 4493	129 7336	192 10919	264 15013	300 17061

Exhaust system		**rpm** **load**	**25%**	**50%**	**1500** **75%**	**100%**	**110%**
Exhaust gas temperature after turbine at:	Power setting 360 kW	°C °F	279 534	326 619	351 664	389 732	418 784
		rpm			**1800**		
	Power setting 400 kW	°C °F	254 489	293 559	339 642	416 781	464 867
Max allowable back pressure in exhaust line		kPa psi	10 1,5				
		rpm			**1500**		
Exhaust gas flow at: (temp and pressure after turbine at the corresponding power setting)	Power setting 360 kW	m^3/min cfm	22,5 794	36,1 1273	47,8 1687	58,0 2048	67,3 2375
		rpm			**1800**		
	Power setting 400 kW	m^3/min cfm	29 1038	43 1513	57 1996	68 2399	73 2565

Cooling system, HT circuit, heat rejection		**rpm** **load**	**25%**	**50%**	**1500** **75%**	**100%**	**110%**
Heat rejection radiation from engine to surrounding at:	Power setting 360 kW	kW BTU/min	3,5 199	4,0 227	4,5 256	5,0 284	5,2 296
		rpm			**1800**		
	Power setting 400 kW	kW BTU/min	3,8 216	4,3 245	4,8 273	5,3 301	5,5 313

Cooling system, HT circuit, heat rejection		**rpm**			**1500**		
Heat rejection to coolant at: (HT)	Power setting 360 kW	kW BTU/min	67 3810	100 5687	134 7620	175 9952	186 10578
		rpm			**1800**		
	Power setting 400 kW	kW BTU/min	80 4550	110 6256	152 8644	204 11601	226 12852

VOLVO PENTA	Document No	Issue Index
1500rpm/1800 rpm	21720675	09



ИНСТИТУТ АКУСТИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ
Общество с ограниченной ответственностью

Адрес: 190005, Санкт-Петербург, ул. Малый пр. ВО, д. 37, литер А Тел: (812) 710-15-73. Факс: (812) 316-15-59

ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ АКУСТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
Аттестат аккредитации № SP01.01.106.075 от 30 июня 2010 г.
Аттестат аккредитации РОСС RU.0001.518024 от 01 сентября 2010 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор
_____ Н.И. Иванов
«_02_» _____03_____ 2013 г.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ
уровней шума
№ 01-ш от 01.03.2013 г.

1. **Наименование заказчика:** ЗАО «Институт «Трансэкопроект».
2. **Объекты испытаний:** строительное оборудование и строительная техника
3. **Цель измерений:** определение шумовых характеристик строительного оборудования и строительной техники.
4. **Дата и время проведения измерений:** 11.02.2013 г. - 25.02.2013 г. с 10.00 до 17.30.
5. **Основные источники:** строительное оборудование и строительная техника.
6. **Характер шума:** шум непостоянный, колеблющийся.
7. **Наименование измеряемого параметра (характеристики):** уровни звукового давления, эквивалентный и максимальный уровни звука.
8. **Нормативная документация на методы выполнения измерений:**

– ГОСТ 28975-91 «Акустика. Измерение внешнего шума, излучаемого землеройными машинами. Испытания в динамическом режиме»;
– ГОСТ Р 51401-99 «Шум машин. Определение уровней звуковой мощности источников шума по звуковому давлению. Технический метод в существенно свободном звуковом поле над звукоотражающей плоскостью».

9. **Средства измерений:**

– измеритель акустический многофункциональный Экофизика, зав. № 01А002 с предусилителем Р200 080081, микрофон ВМК-205 № 2845 (Свидетельство о поверке 13/775 действительно до 02.04.2014);

– **10.Условия проведения измерений.**
Измерения проводились на строительной площадке. При измерениях каждого типа строительного оборудования или техники остальные машины и механизмы не работали. Строительное оборудование и строительная техника работали в типовом режиме. Процесс измерений охватывал полный технологический цикл работы каждого типа оборудования или техники. В процессе измерений акустических характеристик контролировался уровень фонового шума с целью исключения влияния на результаты измерений шума помех.
Точки измерений располагались на высоте 1,5 м, на расстоянии, указанном в таблице 1. Микрофон направлялся в сторону источника шума. Результаты измерений усреднялись.
Метеорологические условия: в период проведения измерений температура колебалась от +1 до -5° С, относительная влажность 68-84%, давление 1008-1021 гПа, скорость ветра не превышала 4 м/с, на микрофон одевался ветрозащитный колпак, осадки отсутствовали.

11. **Результаты измерений:** усредненные результаты измерений шума приведены в табл. 1.

Частичная перепечатка и копирование воспрещены

Таблица 1

Результаты измерений акустических характеристик строительного оборудования и строительной техники

Наименование	Марка	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц								Эквивалентные уровни звука, дБА	Максимальные уровни звука, дБА	Расстояние от геометрического центра испытываемого образца техники
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Асфальтоукладчик, на гусеничном ходу, максимальная ширина укладки: 11 м произв.900 тонн/час	VOGELE SUPER 1900-2	82	82	78	72	8	67	61	54	75	77	10
Асфальтоукладчик, максимальная ширина укладки: 13м произв.900 тонн/час	VOGELE SUPER 2100-3	74	83	78	74	74	70	67	62	78	83	10
Автогрейдер, 176 л.с.	HBM BG-190 TA-3	80	75	72	75	69	66	62	57	75	76	8
Бульдозер, 150 л.с. (110 кВт)	Caterpillar CAT D6N LXSU	74	83	78	74	74	70	67	62	78	83	10
Бульдозер на базе Т-170, 160 л.с.	Д-160	81	81	78	76	74	72	69	63	79	84	10
Бульдозер	Caterpillar D6T	90	84	77	81	73	68	65	61	80	83	10
Погрузчик, вместимость ковша 1,2 - 2 м^3	VOLVO L45BTP	82	76	75	74	68	68	64	55	76	79	8
Минипогрузчик, г/п 3137 кг	BOBCAT S770	77	65	67	67	63	61	57	47	69	73	10
Каток на пневмошинах, 18 т	ДУ-101	84	84	74	75	73	77	83	81	86	88	8
Каток грунтовый, 12,4т	BOMAG BW213D-40	80	75	69	75	71	67	61	58	76	77	8
Каток асфальтовый, 7,4т	HAMM HD75	82	82	72	71	69	68	62	54	75	77	8
Каток асфальтовый, 11,9т	HAMM HD+90VV	82	76	75	74	68	68	64	55	76	79	8
Каток дорожный HAMM 3412	Deutz	80	75	77	75	69	66	62	57	75	76	8
Каток статический, 10 т	ДУ-93	84	84	74	75	73	77	83	81	86	88	8
Каток пневмоколесный, 16 т	ДУ-16Г	74	83	78	74	74	70	67	62	78	83	8
Каток гладковальцовый 13 т	ДУ-52	90	84	77	81	73	68	65	61	80	83	8
Каток грунтовый 9 тн	ДУ-74	88	83	69	68	67	65	62	59	74	76	8
Самосвал, 8,5 т.	МАЗ-5551	74	83	78	74	74	70	67	62	78	85	8
Автосамосвал, 15 т	КАМАЗ 65115	82	76	75	74	68	68	64	55	76	77	8
Экскаватор, вместимость ковша 1,2 м^3	VOLVO EC360 BLC	90	84	77	81	73	68	65	61	79	82	10
Экскаватор, вместимость ковша 0,8 м^3	ЕК-14	95	84	79	73	70	68	64	57	77	80	10
Экскаватор, 0,65 м^3	ЭО-3323А	82	76	75	74	68	68	64	55	76	77	10
Экскаватор, гусеничный 0,25 м^3	ЭО-3323А	77	66	67	67	62	61	57	48	69	73	10
Трактор, мощность 60 (81) кВт (л.с.)	Беларус 82,1-СМ	79	71	78	75	78	70	61	55	80	83	8
Буровая установка	Casagrande B 135 PDW	84	84	74	75	73	77	83	81	86	88	8
Бурильная установка	JUNTTAN PM28-40	90	84	77	81	73	68	65	61	80	83	10
Буровая установка для бурения скважин под титановые сваи	MBL-33	77	86	75	75	82	80	77	67	86	88	8
Машина для заливки швов	LINNHOFF&HENNE LKVO 052	67	68	69	68	69	66	61	56	73	74	8
Фреза, гусеничный, ширина захвата 1000 мм	WIRTGEN W100FK	84	84	74	75	73	77	83	81	86	88	10
Перегружатель, емкость бункера составляет 25 т	ROADTEC SHUTTLE BUGGY SB2500E	88	83	69	68	67	65	62	59	74	76	8

Частичная перепечатка и копирование воспрещены

Наименование	Марка	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц								Эквивалентные уровни звука, дБА	Максимальные уровни звука, дБА	Расстояние от геометрического центра испытываемого образца тех-
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Поливомоечная машина, вместимостью 6,0 (куб.м)	МДК-4333 на базе ЗИЛ-431412СА	86	82	77	74	70	66	62	55	78	80	8
Гудронатор ручной		79	71	78	75	78	70	61	55	80	83	8
Установка для транспортировки литого асфальтобетона	Koher	84	73	64	59	57	55	58	47	65	68	1
Машина дорожная разметочная	Hofman H 5-1	79	80	73	72	69	68	59	53	77	77	8
Автокран, г.п 25 т	КС-45717	82	76	75	74	68	68	64	55	76	77	8
Автокран , г.п 32 т	КС-55717А	80	76	71	63	64	63	56	50	70	72	8
Автокран	КС 4572	67	68	69	68	69	66	61	56	73	74	8
Автокран	LIEBHERR LTC 1055-3.1	82	82	72	71	69	68	62	54	75	77	8
Автокран	LIEBHERR LTC 1100/2	90	84	77	81	73	68	65	61	79	82	8
Кран на гусеничном ходу, г/п 25 тн	РДК-250	80	75	69	75	71	67	61	58	76	77	8
Кран на гусеничном ходу	LIEBHERR HS 845 HD	82	76	75	74	68	68	64	55	76	79	8
Кран на гусеничном ходу	LIEBHERR LR 1130	74	83	78	74	74	70	67	62	78	83	8
Тягач седельный, максимальная масса полуприцепа – 27,8т,	КрАЗ-5444	74	83	78	74	74	70	67	62	78	83	8
Тягач седельный, максимальная масса автопоезда -36т		73	71	66	67	74	66	58	49	75	78	8
Полуприцеп бортовой	МАЗ-93866-021	88	83	69	68	67	65	62	59	74	76	8
Агрегат для гидропосева, V резервуара 3 560 л на 1100 (кв.м)	Finn T-90	79	80	73	77	69	68	59	53	77	78	8
Автомобиль бортовой, г/п 6 т	ЗИЛ-433360	82	76	75	74	68	68	64	55	76	79	8
Специализированный транспорт (мусоровоз)	КамАЗ-55213	90	84	77	81	73	68	65	61	80	83	8
Трактор корчеватель с оборудованием, ДП-25	ДЭМ-121	72	67	70	65	62	56	53	48	68	70	8
Трактор с прицепом		80	76	71	63	64	63	56	50	70	72	8
Автобетоносмеситель на шасси МАЗ 630305 (6х4), 7 $м^3$	АБС-7	73	71	66	67	74	66	58	49	75	78	8
Автобетоносмеситель, (миксер бетона), 8 $м^3$	СБ-92 на шасси МАЗ-555102	79	71	78	75	78	70	61	55	80	83	8
Автобетоносмеситель	СБ-92	90	84	77	81	73	68	65	61	80	83	8
Автобетононасос	BRF 36.09	88	83	69	68	67	65	62	59	74	76	8
Автобетононасос	СБ-129	86	82	77	74	70	66	62	55	78	80	8
Компрессорная станция производительностью 8$м^3$/мин	ПР-8/0,7	67	68	69	68	69	66	61	56	73	74	4
Компрессорная станция, производительность 6,0 $м^3$/мин.	ЗИФ ПВ 5/07	80	76	71	63	64	63	56	50	70	72	4
Поливочная машина на шасси ЗИЛ 433362, 98 кВт	КПМ-130	86	82	77	74	70	66	62	55	78	80	4
Автогудронатор на шасси ЗИЛ 433362, 98 кВт	ДС-39Б	90	84	77	81	73	68	65	61	79	82	8
Трансформатор сварочный, 42 кВа	АДД-4004.6 П.	75	67	59	52	48	44	41	33	57	59	1
Трансформатор сварочный, 42 кВа	ТДМ-504-1-51	66	68	62	60	59	61	58	40	64	73	1
Дизель-генератор	ДЭС-100	73	71	68	70	66	63	54	49	71	73	1
Домкрат гидравлический, г.п. 50 т	ДГ-50	80	76	71	63	64	63	56	50	70	72	1

Частичная перепечатка и копирование воспрещены

Наименование	Марка	Уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц								Эквивалентные уровни звука, дБА	Максимальные уровни звука, дБА	Расстояние от геометрического центра испытываемого образца тех-
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Гидродомкрат	ДГ-100	77	65	67	67	63	61	57	47	69	73	1
Гидроцилиндр	ГД185/1120	62	70	70	64	62	61	59	56	69	71	1
Гидроцилиндр	ЦС300Г2500	80	76	71	63	64	63	56	50	70	72	1
Гайковерт	ИП3115А	75	67	59	52	48	44	41	33	57	59	1
Компрессор	ДМ-9М	84	73	64	59	57	55	58	47	65	-	4
Аппарат сварочный	ТД-502-УЗ	67	68	69	68	69	66	61	56	73	74	1
Отбойный молоток		84	84	74	75	73	77	83	81	86	88	1
Сверлильная машинка		90	84	77	81	73	68	65	61	80	83	1
Шлифмашинка		77	86	75	75	82	80	77	67	86	88	1
Высокочастотный вибропогружатель	Muller MS-16 HFV	62	70	70	64	62	61	59	56	69	71	1
Высокочастотный вибропогружатель	«ФИНАРОС 600»	67	68	69	68	69	66	61	56	73	74	1
Вибратор поверхностный	П-1,2	62	70	70	64	62	61	59	56	69	71	1
Установка для зимнего бетонирования	ТСЗД-80/038	82	76	75	74	68	68	64	55	76	77	8

Измерения провели:

Руководитель лаборатории _____ Куклин Д.А.

Частичная перепечатка и копирование воспрещены

SOL. GE. S.p.a.

(наименование предприятия-изготовителя)

Краноманипуляторная установка EFFER

(наименование КМУ)

П А С П О Р Т

EFFER – 155.00 4S ПС

(обозначение паспорта)

(регистрационный номер)

ВНИМАНИЮ ВЛАДЕЛЬЦА КРАНОМАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ !

1. Паспорт крана-манипулятора должен быть составлен на основании паспорта КМУ.
2. Проектная документация на доизготовление крана-манипулятора должна быть разработана специализированной организацией, имеющей разрешение (лицензию) Госгортехнадзора России на проведение такого вида работ.
3. Доизготовление крана-манипулятора должно проводиться специализированной организацией, имеющей разрешение органов госгортехнадзора на выполнение такого вида работ.
4. Разрешение на работу доизготовленного крана-манипулятора должно быть получено в порядке, установленном нормативными документами Госгортехнадзора России
5. Копии разрешений органов госгортехнадзора на отступление от нормативных документов должны быть приложены к паспорту КМУ.
6. Рекомендуемый насос – аксиально-поршневый, номинальная подача 35 л/мин,

(другие сведения, на которые необходимо обратить особое внимание владельца КМУ, сведения о рекомендуемых технических характеристиках шасси и гидронасоса, если он не входит в комплект поставки)

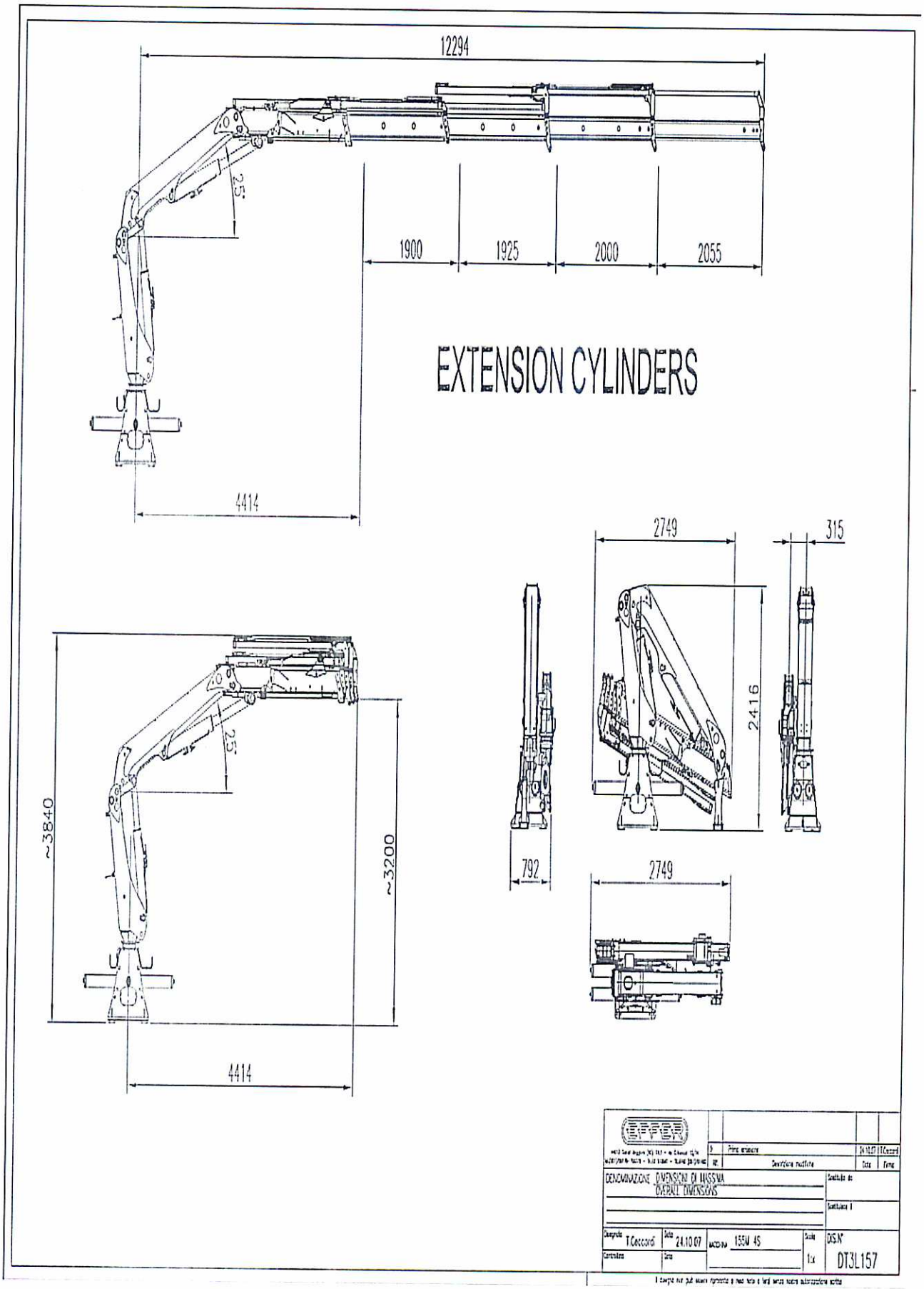


Рисунок 1. Общий вид крановманипуляторной установки EFFER – 155.00 4S в рабочем положении с указанием основных размеров

Разрешение Ростехнадзора на применение

№ РРС 00-31168 от 23.09.2008г.

(наименование и адрес органа Ростехнадзора

Федеральная служба по экологическому,

выдавшего разрешение на применение)

технологическому и атомному надзору

1. Общие сведения

1.1. Предприятие-изготовитель и его адрес	SOL. GE. S.p.a. Via C. Bonazzi, 1214 40013 Castel Maggiore (BO), Italy
1.2. Тип краноманипуляторной установки	Краноманипуляторная установка с гибкой (канатной) подвеской грузозахватного органа
1.3. Индекс краноманипуляторной установки, его исполнение	EFFER – 155.00 4S.000
1.4. Заводской номер	116445
1.5. Год изготовления	2008
1.6. Назначение краноманипуляторной установки	Установка на фундаменте с целью выполнения погрузочно-разгрузочных операций
1.7. Группа классификации (режима) по ИСО 4301/1: кран-манипулятор механизмов: подъема поворота телескопирования	 A2 M3 M2 M2
1.8. Тип привода механизмов	Гидравлический
1.9. Окружающая среда, в которой может эксплуатироваться кран-манипулятор: температура, град С: рабочего состояния: наибольшая наименьшая нерабочего состояния наибольшая наименьшая относительная влажность воздуха, % взрывоопасность пожароопасность	 Плюс 40 Минус 20 Плюс 40 Минус 40 98 взрывобезопасная пожаробезопасная
1.10. Допустимый наклон крана-манипулятора при максимальном грузовом моменте, градусы	5
1.11. Ограничение одновременного выполнения рабочих операций	Не более двух одновременно выполняемых операций
1.12. Основные нормативные документы, в соответствии с которыми изготовлен кран-манипулятор (обозначение, наименование)	ISO 3864 «Символы графические. Цвета безопасности и знаки безопасности», ISO 7000 «Графические символы, наносимые на оборудование. Перечень и сводная таблица», EN 563 «Безопасность машин. Температура осязаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных температур для осязаемых горячих

	поверхностей», EN 349 «Безопасность машин. Минимальные расстояния, предохраняющие человека от повреждений», DIN 1055 «Воздействия на сооружения» РД 36-62-2000 «Оборудование грузоподъемное. Общие требования». РД 22-16-2005 «Указания по выбору материалов для изготовления сварных стальных конструкций грузоподъемных кранов». ПБ 10-257-98 «Правила устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов».

2. Основные технические данные и характеристики краноманипуляторной установки

2.1. Основные характеристики крана-манипулятора:	
2.1.1. Грузовой момент, т*м	13,02
2.1.2. Грузоподъемность нетто, т: основного подъема: максимальная на максимальном вылете вспомогательного подъема (на конце стрелы): максимальная на максимальном вылете	 0,965 0,750 - -
2.1.3. Вылет, м: основного подъема: максимальный минимальный вспомогательного подъема: максимальный минимальный	 12,59 4,93 - -
2.1.4. Максимальная высота подъема, м	14,9
2.1.5. Максимальная глубина опускания, м+	-
2.1.6. Допустимая вертикальная нагрузка на выносную опору в рабочем состоянии, т	-

2.2. Грузовысотные характеристики

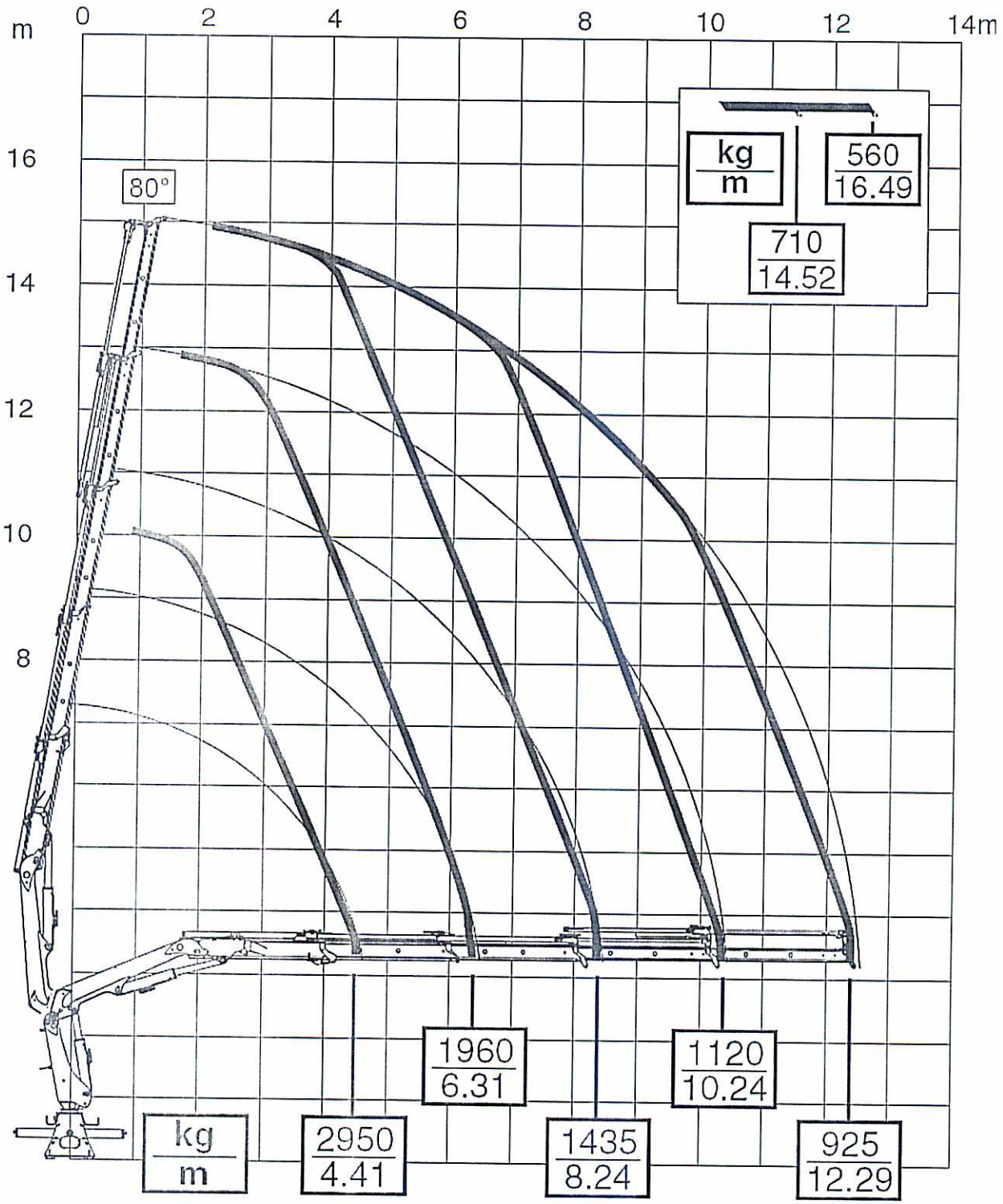


Рисунок 2. Грузовысотные характеристики краноманипуляторной установки.

2.3. Допустимая масса груза, с которой разрешается телескопирование секций стрелового оборудования, т -0,750

2.4. Геометрические параметры крана-манипулятора.

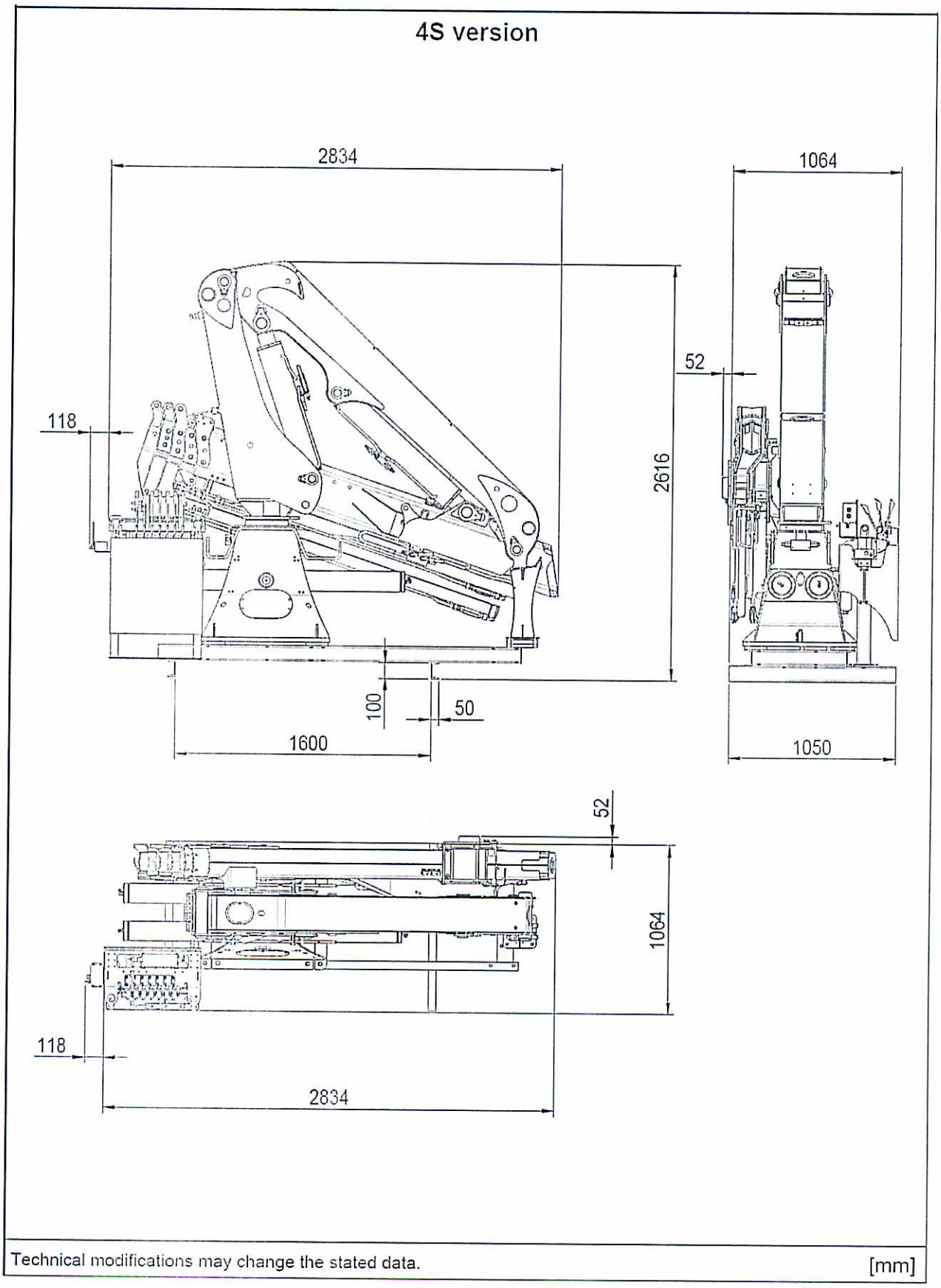


Рисунок 3. Геометрические параметры крана-манипулятора

2.5. Максимальное/минимальное время полного движения механизма стрелового оборудования в обоих направлениях, с (мин): основной цилиндр: -подъем -опускание цилиндр артикуляции: -подъем -опускание поворот	 16(0,27) 16(0,27) 19(0,32) 19(0,32) 24,5(0,41)
2.6. Частота вращения, рад/с (об/мин)	0,25 (2,4)
2.7. Угол поворота, рад (градусы) без груза с грузом	 6,98 (400) 6,98 (400)
2.8. Максимальный крутящий момент механизма поворота, кН·м (т·м)	24 (2,4)
2.9. Место управления: при работе	 рычаги управления с левой и правой сторон
2.10. Способ управления	гидравлический
2.11. Масса КМУ, т	1,925

3. Технические данные и характеристики сборочных узлов и деталей.

3.1. Силовые узлы гидрооборудования механизмов.

3.1.1. Гидронасос (рекомендуемый, в комплект поставки не входит):

Назначение	Обеспечение давления рабочей жидкости в гидравлической системе в нагнетающей магистрали
Тип и условное обозначение	Поршневой HDS 25 D
Количество, шт.	1
Номинальная потребляемая мощность, кВт	25
Номинальная подача рабочей жидкости, л/мин	34
Номинальное давление рабочей жидкости на выходе, МПа (кгс/см^2)	33,5 (335)
Номинальная частота вращения, об/мин	1470
Направление вращения	реверсное

Приложение К – Расчет валовых выбросов в атмосферный воздух

Валовые и максимальные выбросы предприятия №3,
ООО "Союз-ТТМ",
Калининград, 2020 г.

Расчет произведен программой «АТП-Эколог», версия 3.0.1.13 от 01.09.2008
Copyright© 1995-2008 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»

Программа основана на следующих методических документах:

1. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом). М., 1998 г.
2. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для авторемонтных предприятий (расчетным методом). М., 1998 г.
3. Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом). М., 1998 г.
4. Дополнения (приложения №№ 1-3) к вышеперечисленным методикам.
5. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. СПб, 2005 г.

Программа зарегистрирована на: ООО "БСП "Сфера"
Регистрационный номер: 01-01-3155

Расшифровка кодов топлива и графы "О/Г/К" для таблиц "Характеристики автомобилей..."

Код топлива может принимать следующие значения

```
1 - Бензин АИ-93 и аналогичные по содержанию свинца;
2 - Бензины А-92, А-76 и аналогичные по  содержанию свинца;
3 - Дизельное топливо;
4 - Сжатый газ;
5 - Неэтилированный бензин;
6 - Сжиженный нефтяной газ.
```

Значения в графе "О/Г/К" имеют следующий смысл

1. Для легковых автомобилей - рабочий объем ДВС:

```
1 - до 1.2 л
2 - свыше 1.2 до 1.8 л
3 - свыше 1.8 до 3.5 л
4 - свыше 3.5 л
```

2. Для грузовых автомобилей - грузоподъемность:

```
1 - до 2 т
2 - свыше 2 до 5 т
3 - свыше 5 до 8 т
4 - свыше 8 до 16 т
5 - свыше 16 т
```

3. Для автобусов - класс (габаритная длина) автобуса:

```
1 - Особо малый (до 5.5 м)
2 - Малый (6.0-7.5 м)
3 - Средний (8.0-10.0 м)
4 - Большой (10.5-12.0 м)
5 - Особо большой (16.5-24.0 м)
```

Характеристики периодов года

Период года	***Месяцы***	***Всего дней***
Теплый	Апрель; Май; Июнь; Июль; Август; Сентябрь; Октябрь;	214
Переходный	Январь; Февраль; Март; Ноябрь; Декабрь;	151
Холодный		0
Всего за год	Январь-Декабрь	365

Участок №6001; Ассенизационная машина,
тип - 7 - Внутренний проезд,
цех №1, площадка №1

Общее описание участка

Протяженность внутреннего проезда (км): 0.020
Сроки проведения работ: первый месяц - 1; последний месяц - 12

Характеристики автомобилей/дорожной техники на участке

Марка автомобиля	*Категория*	*Место пр-ва*	*О/Г/К*	*Тип двиг.*	*Код топл.*	*Нейтрализатор*
на шасси типа КО-529-14	Грузовой	СНГ	4	Диз.	3	нет

на шасси типа КО-529-14 : количество по месяцам

Месяц	*Количество в сутки*	*Количество в час*
Январь	0.03	1
Февраль	0.04	1
Март	0.03	1
Апрель	0.03	1
Май	0.03	1
Июнь	0.03	1
Июль	0.03	1
Август	0.03	1
Сентябрь	0.03	1
Октябрь	0.03	1
Ноябрь	0.03	1
Декабрь	0.03	1

Выбросы участка

Код в-ва	*Название вещества*	*Макс. выброс (г/с)*	*Валовый выброс (т/год)*
----	Оксиды азота (NOx)*	0.0000222	8.9E-7
	В том числе:		
0301	*Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.0000178	7.1E-7
0304	*Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0000029	1.2E-7
0328	Углерод (Сажа)	0.0000020	7.2E-8
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.0000033	1.3E-7
0337	Углерод оксид	0.0000370	0.000001
0401	Углеводороды**	0.0000060	2.3E-7
	В том числе:		
2732	**Керосин	0.0000060	2.3E-7

Примечание:
1. Коэффициенты трансформации оксидов азота:
NO - 0.13
NO_2- 0.80
2. Максимально-разовый выброс углеводородов (код 0401) может не соответствовать сумме составляющих из-за несинхронности работы разных видов техники, либо расчет проводился для различных периодов года.

Расшифровка выбросов по веществам:

Выбрасываемое вещество - 0337 - Углерод оксид
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	7.8E-7
	ВСЕГО:	7.8E-7
Переходный	на шасси типа КО-529-14	6.3E-7
	ВСЕГО:	6.3E-7
Всего за год		0.000001

Максимальный выброс составляет: 0.0000370 г/с. Месяц достижения: Январь.

Здесь и далее:
Расчет валовых выбросов производился по формуле:
$M_i=\Sigma(M_l \cdot L_p \cdot K_{нтр} \cdot N_{кр} \cdot D_p \cdot 10^{-6})$, где
$N_{кр}$- количество автомобилей данной группы, проезжающих по проезду в сутки;
D_p- количество дней работы в расчетном периоде.
Расчет максимально разовых выбросов производился по формуле:
$G_i=M_l \cdot L_p \cdot K_{нтр} \cdot N'/3600$ г/с,
С учетом синхронности работы: $G_{max}=\Sigma(G_i)$, где
M_l- пробеговый удельный выброс (г/км);
L_p=0.020 км - протяженность внутреннего проезда;
$K_{нтр}$- коэффициент, учитывающий снижение выброса при установленном нейтрализаторе (пробег и холостой ход);
N' - наибольшее количество автомобилей, проезжающих по проезду в течение 1 часа, характеризующегося максимальной интенсивностью движения.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
на шасси типа КО-529-14 (д)	6.660	1.0	да	0.0000370

Выбрасываемое вещество - 0401 - Углеводороды
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	1.3E-7
	ВСЕГО:	1.3E-7
Переходный	на шасси типа КО-529-14	1.0E-7
	ВСЕГО:	1.0E-7
Всего за год		2.3E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000060 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
на шасси	1.080	1.0	да	0.0000060

типа КО-529-14 (д)				

Выбрасываемое вещество - Оксиды азота (NOx)
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	5.1E-7
	ВСЕГО:	5.1E-7
Переходный	на шасси типа КО-529-14	3.8E-7
	ВСЕГО:	3.8E-7
Всего за год		8.9E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000222 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
на шасси типа КО-529-14 (д)	4.000	1.0	да	0.0000222

Выбрасываемое вещество - 0328 - Углерод (Сажа)
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	3.9E-8
	ВСЕГО:	3.9E-8
Переходный	на шасси типа КО-529-14	3.4E-8
	ВСЕГО:	3.4E-8
Всего за год		7.2E-8

Максимальный выброс составляет: 0.0000020 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
на шасси типа КО-529-14 (д)	0.360	1.0	да	0.0000020

Выбрасываемое вещество - 0330 - Сера диоксид-Ангидрид сернистый
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	6.9E-8
	ВСЕГО:	6.9E-8
Переходный	на шасси типа КО-529-14	5.7E-8
	ВСЕГО:	5.7E-8
Всего за год		1.3E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000033 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Cxp*	*Выброс (г/с)*
на шасси типа КО-529-14 (д)	0.603	1.0	да	0.0000033

Трансформация оксидов азота
Выбрасываемое вещество - 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)
Коэффициент трансформации - 0.8
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	4.1E-7
	ВСЕГО:	4.1E-7
Переходный	на шасси типа КО-529-14	3.0E-7
	ВСЕГО:	3.0E-7
Всего за год		7.1E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000178 г/с. Месяц достижения: Январь.

Выбрасываемое вещество - 0304 - Азот (II) оксид (Азота оксид)
Коэффициент трансформации - 0.13
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	6.7E-8
	ВСЕГО:	6.7E-8
Переходный	на шасси типа КО-529-14	4.9E-8
	ВСЕГО:	4.9E-8
Всего за год		1.2E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000029 г/с. Месяц достижения: Январь.

Распределение углеводородов
Выбрасываемое вещество - 2732 - Керосин
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	на шасси типа КО-529-14	1.3E-7
	ВСЕГО:	1.3E-7
Переходный	на шасси типа КО-529-14	1.0E-7
	ВСЕГО:	1.0E-7
Всего за год		2.3E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000060 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименован	*Ml*	*Кнтр*	*%%*	*Cxp*	*Выброс (г/с)*

ие					
на шасси типа КО-529-14 (д)	1.080	1.0	100.0	да	0.0000060

Участок №6002; Легковой а/м таможенной службы,
тип - 7 - Внутренний проезд,
цех №1, площадка №1

Общее описание участка

Протяженность внутреннего проезда (км): 0.020
Сроки проведения работ: первый месяц - 1; последний месяц - 12

Характеристики автомобилей/дорожной техники на участке

Марка автомобиля	*Категория*	*Место пр-ва*	*О/Г/К*	*Тип двиг.*	*Код топл.*	*Нейтрализатор*
типа Ford Focus 1,6л	Легковой	Зарубежный	2	Инж.	5	нет

типа Ford Focus 1,6л : количество по месяцам

Месяц	*Количество в сутки*	*Количество в час*
Январь	0.06	1
Февраль	0.07	1
Март	0.06	1
Апрель	0.06	1
Май	0.06	1
Июнь	0.06	1
Июль	0.06	1
Август	0.06	1
Сентябрь	0.06	1
Октябрь	0.06	1
Ноябрь	0.06	1
Декабрь	0.06	1

Выбросы участка

Код в-ва	*Название вещества*	*Макс. выброс (г/с)*	*Валовый выброс (т/год)*
----	Оксиды азота (NOx)*	0.0000009	7.5E-8
	В том числе:		
0301	*Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0.0000008	6.0E-8
0304	*Азот (II) оксид (Азота оксид)	0.0000001	9.8E-9
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.0000003	2.3E-8
0337	Углерод оксид	0.0000415	0.000003
0401	Углеводороды**	0.0000075	5.1E-7
	В том числе:		
2704	**Бензин (нефтяной, малосернистый)	0.0000075	5.1E-7

Примечание:
1. Коэффициенты трансформации оксидов азота:
NO - 0.13
NO_2- 0.80
2. Максимально-разовый выброс углеводородов (код 0401) может не соответствовать сумме составляющих из-за несинхронности работы разных видов техники, либо расчет проводился для различных периодов года.

Расшифровка выбросов по веществам:

Выбрасываемое вещество - 0337 - Углерод оксид
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	0.000002
	ВСЕГО:	0.000002
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	0.000001
	ВСЕГО:	0.000001
Всего за год		0.000003

Максимальный выброс составляет: 0.0000415 г/с. Месяц достижения: Январь.

Здесь и далее:
Расчет валовых выбросов производился по формуле:
$M_i=\Sigma(M_l \cdot L_p \cdot K_{нтр} \cdot N_{кр} \cdot D_p \cdot 10^{-6})$, где
$N_{кр}$- количество автомобилей данной группы, проезжающих по проезду в сутки;
D_p- количество дней работы в расчетном периоде.
Расчет максимально разовых выбросов производился по формуле:
$G_i=M_l \cdot L_p \cdot K_{нтр} \cdot N'/3600$ г/с,
С учетом синхронности работы: $G_{max}=\Sigma(G_i)$, где
M_l- пробеговый удельный выброс (г/км);
L_p=0.020 км - протяженность внутреннего проезда;
$K_{нтр}$- коэффициент, учитывающий снижение выброса при установленном нейтрализаторе (пробег и холостой ход);
N' - наибольшее количество автомобилей, проезжающих по проезду в течение 1 часа, характеризующегося максимальной интенсивностью движения.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
типа Ford Focus 1,6л (б)	7.470	1.0	да	0.0000415

Выбрасываемое вещество - 0401 - Углеводороды
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	2.6E-7
	ВСЕГО:	2.6E-7
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	2.5E-7
	ВСЕГО:	2.5E-7
Всего за год		5.1E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000075 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
типа Ford Focus 1,6л (б)	1.350	1.0	да	0.0000075

Выбрасываемое вещество - Оксиды азота (NOx)
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	4.4E-8
	ВСЕГО:	4.4E-8
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	3.2E-8
	ВСЕГО:	3.2E-8
Всего за год		7.5E-8

Максимальный выброс составляет: 0.0000009 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
типа Ford Focus 1,6л (б)	0.170	1.0	да	0.0000009

Выбрасываемое вещество - 0330 - Сера диоксид-Ангидрид сернистый
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	1.3E-8
	ВСЕГО:	1.3E-8
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	1.0E-8
	ВСЕГО:	1.0E-8
Всего за год		2.3E-8

Максимальный выброс составляет: 0.0000003 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
типа Ford Focus 1,6л (б)	0.055	1.0	да	0.0000003

Трансформация оксидов азота
Выбрасываемое вещество - 0301 - Азота диоксид (Азот (IV) оксид)
Коэффициент трансформации - 0.8
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	3.5E-8
	ВСЕГО:	3.5E-8
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	2.5E-8
	ВСЕГО:	2.5E-8
Всего за год		6.0E-8

Максимальный выброс составляет: 0.0000008 г/с. Месяц достижения: Январь.

Выбрасываемое вещество - 0304 - Азот (II) оксид (Азота оксид)
Коэффициент трансформации - 0.13
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	5.7E-9
	ВСЕГО:	5.7E-9
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	4.1E-9
	ВСЕГО:	4.1E-9
Всего за год		9.8E-9

Максимальный выброс составляет: 0.0000001 г/с. Месяц достижения: Январь.

Распределение углеводородов
Выбрасываемое вещество - 2704 - Бензин (нефтяной, малосернистый)
Валовые выбросы

Период года	*Марка автомобиля или дорожной техники*	*Валовый выброс (тонн/период) (тонн/год)*
Теплый	типа Ford Focus 1,6л	2.6E-7
	ВСЕГО:	2.6E-7
Переходный	типа Ford Focus 1,6л	2.5E-7
	ВСЕГО:	2.5E-7
Всего за год		5.1E-7

Максимальный выброс составляет: 0.0000075 г/с. Месяц достижения: Январь.

Наименование	*Ml*	*Кнтр*	*%%*	*Схр*	*Выброс (г/с)*
типа Ford Focus 1,6л (б)	1.350	1.0	100.0	да	0.0000075

Суммарные выбросы по предприятию

Код в-ва	*Название вещества*	*Валовый выброс (т/год)*
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	7.7E-7
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	1.3E-7
0328	Углерод (Сажа)	7.2E-8
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	1.5E-7
0337	Углерод оксид	0.000004
0401	Углеводороды	7.4E-7

Расшифровка суммарного выброса углеводородов (код 0401)

Код в-ва	*Название вещества*	*Валовый выброс (т/год)*
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	5.1E-7
2732	Керосин	2.3E-7

ИЗА 0001

В процессе эксплуатации стационарных дизельных установок в атмосферу с отработавшими газами выделяются вредные (загрязняющие) вещества.

В качестве исходных данных для расчета максимальных разовых выбросов используются сведения из технической документации дизельной установки об эксплуатационной мощности (если сведения об эксплуатационной мощности не приводятся, - то номинальной мощности), а для расчета валовых выбросов в атмосферу, - результаты учетных сведений о годовом расходе топлива дизельного двигателя.

Расчет выделений загрязняющих веществ выполнен в соответствии с «Методикой расчета выделений загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок. СПб, 2001».

Количественная и качественная характеристика загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу, приведена в таблице 1.1.1.

Таблица 1.1.1 - **Характеристика выделений загрязняющих веществ в атмосферу**

Загрязняющее вещество		Максимально разовый выброс, г/с	Годовой выброс, т/год
код	наименование		
301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,5525333	0,0012824
304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0897867	0,0002084
328	Углерод (Сажа)	0,0205556	0,0000491
330	Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	0,2877778	0,000687
337	Углерод оксид	0,5447222	0,0012595
703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000006	$1,4885 \cdot 10^{-9}$
1325	Формальдегид	0,0059611	0,0000131
2732	Керосин	0,1410111	0,0003271

Исходные данные для расчета выделений загрязняющих веществ приведены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.1.2 - **Исходные данные для расчета**

Данные	Мощность, кВт	Расход топлива, т/год	Удельный расход, г/кВт·ч	Одновременность
Wartsila 4L20. Группа В. Изготовитель ЕС, США, Япония. Мощные, средней быстроходности (Ne = 736-7360 кВт; n = 500-1000 об/мин). До ремонта.	740	0,1145	194	+

Максимальный выброс ***i***-го вещества стационарной дизельной установкой определяется по формуле (1.1.1):

$$\boldsymbol{M}_i = (1 / 3600) \cdot \boldsymbol{e}_{Mi} \cdot \boldsymbol{P}_э, \; г/с \qquad (1.1.1)$$

где $\boldsymbol{e}_{Mi}$ - выброс ***i***-го вредного вещества на единицу полезной работы стационарной дизельной установки на режиме номинальной мощности, *г/кВт · ч*;

$\boldsymbol{P}_э$ - эксплуатационная мощность стационарной дизельной установки, *кВт*;

(1 / 3600) – коэффициент пересчета из часов в секунды.

Валовый выброс ***i***-го вещества за год стационарной дизельной установкой определяется по формуле (1.1.2):

$$W_{Эi} = (1 / 1000) \cdot q_{Эi} \cdot G_T, \text{ т/год} \quad (1.1.2)$$

где $q_{Эi}$ - выброс ***i***-го вредного вещества, приходящегося на 1 кг топлива, при работе стационарной дизельной установки с учетом совокупности режимов, составляющих эксплуатационный цикл, *г/кг*;
G_T - расход топлива стационарной дизельной установкой за год, *т*;
(1 / 1000) – коэффициент пересчета килограмм в тонны.

Расход отработавших газов от стационарной дизельной установки определяется по формуле (1.1.3):

$$G_{ОГ} = 8{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot b_Э \cdot P_Э, \text{ кг/с} \quad (1.1.3)$$

где $b_Э$ - удельный расход топлива на эксплуатационном (или номинальном) режиме работы двигателя, *г/кВт · ч*.

Объемный расход отработавших газов определяется по формуле (1.1.4):

$$Q_{ОГ} = G_{ОГ} / \gamma_{ОГ}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.1.4)$$

где $\gamma_{ОГ}$ - удельный вес отработавших газов, рассчитываемый по формуле (1.1.5):

$$\gamma_{ОГ} = \gamma_{ОГ(при\ t=0°C)} / (1 + T_{ОГ} / 273), \text{ кг/м}^3 \quad (1.1.5)$$

где $\gamma_{ОГ(при\ t=0°C)}$ - удельный вес отработавших газов при температуре 0°С, $\gamma_{ОГ(при\ t=0°C)}$ = 1,31 *кг/м³*;
$T_{ОГ}$ - температура отработавших газов, *К*.

При организованном выбросе отработавших газов в атмосферу, на удалении от стационарной дизельной установки (высоте) до 5 м, значение их температуры можно принимать равным 450 °С, на удалении от 5 до 10 м - 400 °С.

Расчет годового и максимально разового выделения загрязняющих веществ в атмосферу приведен ниже.

<u>Wartsila 4L20</u>

Азота диоксид (Азот (IV) оксид)
M = (1 / 3600) · 2,688 · 740 = 0,552533 *г/с*;
$W_Э$ = (1 / 1000) · 11,2 · 0,1145 = 0,0012824 *т/год*.

Азот (II) оксид (Азота оксид)
M = (1 / 3600) · 0,4368 · 740 = 0,0897867 *г/с*;
$W_Э$ = (1 / 1000) · 1,82 · 0,1145 = 0,0002084 *т/год*.

Углерод (Сажа)
M = (1 / 3600) · 0,1 · 740 = 0,0205556 *г/с*;
$W_Э$ = (1 / 1000) · 0,429 · 0,1145 = 0,0000491 *т/год*.

Сера диоксид (Ангидрид сернистый)

M = (1 / 3600) · 1,4 · 740 = 0,287778 *г/с*;

$W_Э$ = (1 / 1000) · 6 · 0,1145 = 0,000687 *т/год*.

Углерод оксид

M = (1 / 3600) · 2,65 · 740 = 0,544722 *г/с*;

$W_Э$ = (1 / 1000) · 11 · 0,1145 = 0,0012595 *т/год*.

Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)

M = (1 / 3600) · 0,0000031 · 740 = 0,0000006 *г/с*;

$W_Э$ = (1 / 1000) · 0,000013 · 0,1145 = $1,4885 \cdot 10^{-9}$ *т/год*.

Формальдегид

M = (1 / 3600) · 0,029 · 740 = 0,0059611 *г/с*;

$W_Э$ = (1 / 1000) · 0,114 · 0,1145 = 0,0000131 *т/год*.

Керосин

M = (1 / 3600) · 0,686 · 740 = 0,141011 *г/с*;

$W_Э$ = (1 / 1000) · 2,857 · 0,1145 = 0,0003271 *т/год*.

Расчет объемного расхода отработавших газов приведен ниже.

$G_{ОГ}$ = $8,72 \cdot 10^{-6}$ · 194 · 740 = 1,251843 *кг/с*.

- на удалении (высоте) до 5 м, $T_{ОГ}$ = 723 *К* (450 °*С*):

$\gamma_{ОГ}$ = 1,31 / (1 + 723 / 273) = 0,359066 *кг/м³*;

$Q_{ОГ}$ = 1,251843 / 0,359066 = 3,4864 *м³/с*;

- на удалении (высоте) 5-10 м, $T_{ОГ}$ = 673 *К* (400 °*С*):

$\gamma_{ОГ}$ = 1,31 / (1 + 673 / 273) = 0,3780444 *кг/м³*;

$Q_{ОГ}$ = 1,251843 / 0,3780444 = 3,3114 *м³/с*.

WÄRTSILÄ

WÄRTSILÄ Engines

WÄRTSILÄ 20
PROJECT GUIDE

Двигатель WÄRTSILÄ 20
ПРОЕКТНОЕ РУКОВОДСТВО



ВВЕДЕНИЕ

Данная публикация содержит данные и предложения для ранней стадии разработки проектов для судовых двигателей. Для контрактных проектов всегда предоставляются конкретные инструкции по проектированию. Любые данные и информация в данном руководстве могут быть пересмотрены без специального уведомления. Данная публикация 1/2007 отменяет все предыдущие публикации проектных руководств по двигателю Wärtsilä 20.

Издание	Опубликовано	Обновления
1/2007	19.12.2007	Множество обновлений в проектном руководстве

Wärtsilä Ship Power
4-stroke, Business Suppor

Vaasa, декабрь 2007

ДАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ ПЛАНИРОВАЛАСЬ КАК ТОЧНЫЙ И АВТОРИТЕТНЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ ПО ОПИСЫВАЕМОМУ ПРЕДМЕТУ НА МОМЕНТ НАПИСАНИЯ. ОДНАКО В ПУБЛИКАЦИИ ОПИСАНЫ СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ТОЛЬКО ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТА В ДАНОМ ОБЛАСТИ, А КОНСТРУКЦИЯ ОПИСЫВАЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВЕРЖЕНА РЕГУЛЯРНОМУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ, МОДИФИКАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯМ. В СВЯЗИ С ЭТИМ ИЗДАТЕЛЬ И ДЕРЖАТЕЛЬ АВТОРСКИХ ПРАВ НА ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ Е ПРИНИМАЮТ НИКАКИХ, В ТОМ ЧИСЛЕ ИМУЩЕСТВЕННЫХ, ПРЕТЕНЗИЙ ЗА СЛУЧАЙНЫЕ ОШИБКИ, ДОПУЩЕННЫЕ В ПУБЛИКАЦИИ ЛИБО ЗА РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ КОНСТРУКТИВНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ОПИСЫВАЕМОГО ОБОРУДОВПАНИЯ И РЕАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ. ИЗДАТЕЛЬ И ДЕРЖАТЕЛЬ АВТОРСКИХ ПРАВ НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ФИНАНСОВЫЕ ИЛИ ИНЫЕ УБЫТКИ, ИЛИ УЩЕРБ И ТРАВМЫ, ПОНЕСЕННЫЕ ЛЮБЫМИ СТОРОНАМИ, ИСПОЛЬЗОВАВШИМИ ДАННУЮ ПУБЛИКАЦИЮ ЛИБО СОДЕРЖАЩУЮСЯ В НЕЙ ИНФОРМАЦИЮ

COPYRIGHT © 2007 BY WÄRTSILÄ FINNLAND OY

ВСЕ ПРАВА ЗАЩИЩЕНЫ. НИКАКАЯ ЧАСТЬ ДАННОГО ИЗДАНИЯ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ ВОСПРОИЗВЕДЕНА ИЛИ СКОПИРОВАНА КАКИМ-ЛИБО СПОСОБОМ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЕРЖАТЕЛЯ АВТОРСКИХ ПРАВ.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные данные и показатели..... 1
1.1 Основные технические данные..... 1
1.2 Максимальная постоянная выходная мощность..... 1
1.3 Условия эксплуатации..... 2
1.4 Основные размеры и веса..... 3
2. Рабочие диапазоны..... 5
2.1 Рабочий диапазон двигателя..... 5
2.2 Допустимая нагрузка..... 7
2.3 Низкая температура воздуха..... 9
2.4 Работа при малых нагрузках и на холостом ходу..... 9
3 Технические данные..... 10
3.1 Двигатель Wärtsilä 4L20..... 10
3.2 Двигатель Wärtsilä 6L20..... 12
3.3 Двигатель Wärtsilä 8L20..... 14
3.4 Двигатель Wärtsilä 9L20..... 16
4. Описание двигателя..... 18
4.1 Определения..... 18
4.2 Основные компоненты..... 18
4.3 Поперечный разрез двигателя..... 20
4.4 Интервалы между капитальными ремонтами..... 21
5. Разработка, обработка и установка трубопроводов..... 22
5.1 Общие сведения..... 22
5.2 Размеры труб..... 22
5.3 Подогрев трубопроводов..... 23
5.4 Рабочее и расчётное давление..... 23
5.5 Класс трубы..... 23
5.6 Изоляция..... 24
5.7 Местные измерительные приборы..... 24
5.8 Процедуры очистки..... 24
5.9 Гибкие соединения труб..... 25
5.10 Крепление труб..... 26
6. Топливная система..... 28
6.1. Допустимые характеристики топлива..... 28
6.2 Внутренняя топливная система..... 31
6.3 Внешняя топливная система..... 33
7. Система смазки маслом..... 48
7.1 Требования к качеству смазочного масла..... 48
7.2 Внутренняя система смазки маслом..... 49
7.3 Внешняя система смазки маслом..... 51
7.4 Система вентиляции картера двигателя..... 56
7.5 Инструкция по промывке..... 56
8. Система сжатого воздуха..... 58
8.1 Внутренняя система сжатого воздуха..... 58
8.2 Внешняя система сжатого воздуха. 59
9. Система водяного охлаждения..... 62
9.1 Качество воды..... 62
9.2 Внутренняя система водяного охлаждения..... 63
9.3 Внешняя система водяного охлаждения..... 66
10. Система воздуха горения..... 78
10.1 Вентиляция машинного отделения..... 78
10.2 Схема системы подачи воздуха горения..... 79
11. Выхлопная система..... 81
11.1 Внутренняя выхлопная система 81
11.2 Выхлопной патрубок..... 82
11.3 Внешняя выхлопная система 83
12. Очистка ГТН..... 86
12.1 Система очистки турбины..... 86

13. Выхлопные газы..... 87
13.1 Общие сведения..... 87
13.2 Компоненты выхлопных газов дизельного двигателя..... 87
13.3 Морское законодательство по выбросам выхлопных газов..... 88
13.4. Методы снижения выброса отработавших газов..... 89
14. Система автоматики..... 93
14.1 Система управления UNIC C1..... 93
14.2 Система UNIC C2..... 99
14.3 Система UNIC C3..... 104
14.4 Функции системы UNIC..... 104
14.5 АПС и сигналы параметров системы..... 106
14.6 Потребители энергии..... 107
15. Фундамент..... 108
15.1 Опорная поверхность двигателя..... 108
15.2 Фундамент редукционной передачи..... 108
15.3 Фундаменты оборудования, приводимого от механизма отбора мощности на свободном конце..... 108
15.4 Жесткое крепление двигателя..... 108
15.5 Упругое крепление двигателя..... 111
15.6 Монтаж дизель-генераторов..... 112
15.7 Гибкие соединения труб..... 114
16. Вибрации и шумы..... 115
16.1 Общие сведения..... 115
16.2 Внешние силы и динамические пары..... 115
16.3 Суммарный момент инерции..... 116
16.4 Воздушные шумы..... 116
17. Передача мощности..... 117
17.1 Упругая муфта..... 117
17.2 Муфта сцепления..... 118
17.3 Устройство блокировки вала..... 118
17.4 Отбор мощности со свободной стороны двигателя..... 119
17.5 Исходные данные по вычислению крутильных колебаний..... 119
17.6 Валоповоротная шестерня..... 120
18. Конструкция машинного отделения..... 121
18.1 Расстояния между коленвалами..... 121
18.2 Пространство для техобслуживания..... 122
18.3 Использование запасных деталей и инструментов..... 122
18.4 Пространство для размещения демонтируемого оборудование..... 122
19. Транспортировка: размеры и вес..... 126
19.1 Подъем двигателей..... 126
19.2 Вес компонентов двигателя..... 127
20. Дополнения к проектной документации..... 130
21. ПРИЛОЖЕНИЯ..... 131
21.1 Таблицы пересчета единиц..... 131
21.2 Перечень символов, используемых в чертежах..... 132

1. Основные данные и показатели

1.1 Основные технические данные

Wärtsilä 20 – это четырёхтактный, нереверсивный, дизельный двигатель с турбонаддувом и промежуточным охладителем, с прямым впрыском топлива.

Диаметр цилиндра	200 мм
Ход	280 мм
Рабочий объем	8.8 л/цилиндр
Число клапанов	2 впускных и 2 выпускных клапана
Конфигурация цилиндров	4, 6, 8, 9, в линию
Направление вращения	По часовой стрелке, против часовой – по требованию
Частота вращения двигателя	900, 1000 об/мин.
Средняя скорость поршня	8.4, 9.3 м/с

1.2 Максимальная постоянная выходная мощность

Среднее эффективное давление P_e может быть вычислено по формуле:

$$P_e = \frac{P \times c \times 1.2 \times 10^9}{D^2 \times L \times n \times \pi}$$ **, где:**

P_e = Среднее эффективное давление [бар]
P = Выходная мощность на цилиндре [кВт]
n = Частота вращения двигателя [об/мин]
D = Диаметр цилиндра [мм]
L = Длина хода поршня [мм]
c = Рабочий цикл (2)

Замечание! Минимальная номинальная частота вращения составляет 1000 об/мин для установок с регулируемым шагом и с фиксированным шагом гребных винтов.

Таблица 1.1 Нормировочная таблица для основных двигателей

Двигатель	**Выходная мощность в кВт (Эффективная мощность) при 1000 об/мин**	
	кВт	**(Эффективная мощность)**
4L20	800	1080
6L20	1200	1630
8L20	1600	2170
9L20	1800	2440

Для основных двигателей максимальное положение рейки управления подачей топлива механически ограничено на 100% от постоянной выходной мощности. Допустима перегрузка в 10% в течение одного часа каждые 12 часов. Для вспомогательных двигателей максимальное положение рейки управления подачей топлива механически ограничено на 110% от постоянной выходной мощности. Расчёт выходных значений на генераторе производится для эффективности 0.95 и коэффициента мощности 0.8.

Таблица 1.2 Нормировочная таблица для вспомогательных двигателей

Двигатель	Выходная мощность при			
	900 об/м / 60 Гц		1000 об/м / 50 Гц	
	Двигатель (кВт)	Генератор (кВА)	Двигатель (кВт)	Генератор (кВА)
4L20	740	880	800	950
6L20	1110	1320	1200	1420
8L20	1480	1760	1600	1900
9L20	1665	1980	1800	2140

1.3 Условия эксплуатации

Отбор мощности возможен при температуре жидкости охлаждения наддувочного воздуха макс. 38˚C и температуре воздуха макс. 45˚C. При более высоких температурах, необходимо снизить выходную мощность в соответствии с формулой, установленной стандартом ISO 3046-1:2002 (E).

Удельный расход масла определён в главе *Технические данные*. Приведённое значение удельного расхода масла соответствует двигателям без насосов, приводимых от двигателя, работающих в окружающих условиях, соответствующих стандарту ISO 15550:2002 (E). Нормальными условиями (по стандарту ISO) считаются:

Полное барометрическое давление	100 кПа
Температура воздуха	25˚C
Относительная влажность	30%
Температура жидкости охлаждения наддувочного воздуха	25˚C

Поправочные коэффициенты для расхода масла при других окружающих условиях даны в стандарте ISO 3046-1:2002.

1.3.1 Высокая температура воздуха

Максимальная температура поступающего воздуха составляет + 45˚C. Более высокие температуры приведут к чрезмерным термическим нагрузкам на двигатель, и могут быть допустимы только при снижении мощности двигателя (постоянном снижении MCR – максимальной длительной мощности) на 0.35% на каждый 1˚C превышения температуры + 45˚C.

1.3.2 Низкая температура воздуха

При разработке кораблей для работы при низких температурах следует учитывать следующие минимальные температуры поступающего воздуха:

- При пуске: + 5˚C
- На холостом ходу: - 5˚C
- При высокой нагрузке: - 10˚C

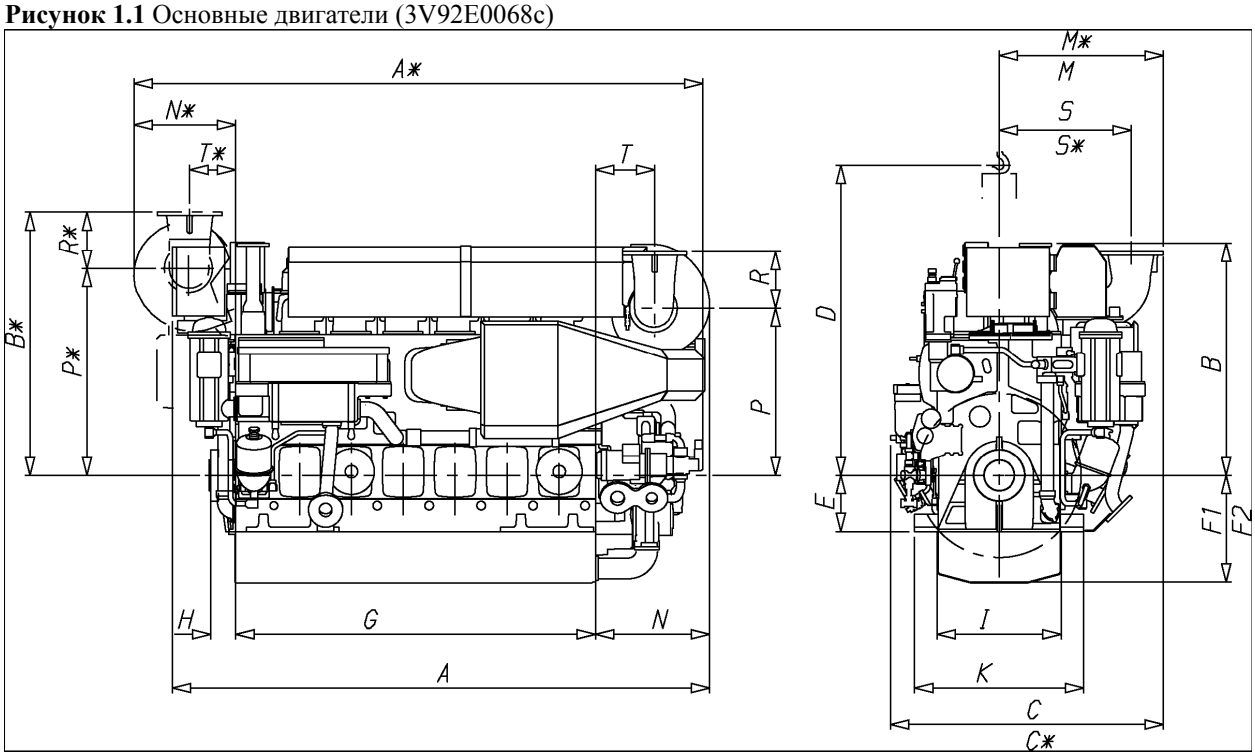
При высоких нагрузках, холодный всасываемый воздух высокой плотности приводит к высоким давлениям при горении. Приведённые предельные температуры справедливы для стандартных двигателей.
При температурах меньше 0˚C, может быть необходимо специальное оснащение двигателя или вентиляции.
Другие указания по низким температурам всасываемого воздуха приведены в главе *Система подачи воздуха для горения.*

1.3.3 Высокая температура воды

Максимальная температура холодной воды (LT) на входе составляет + 38˚C. Более высокие температуры приведут к чрезмерным термическим нагрузкам на двигатель, и могут быть допустимы только при снижении мощности двигателя (длительное снижение MCR) на 0.3% на каждый 1˚C превышения температуры + 38˚C.

1.4 Основные размеры и веса

Рисунок 1.1 Основные двигатели (3V92E0068c)



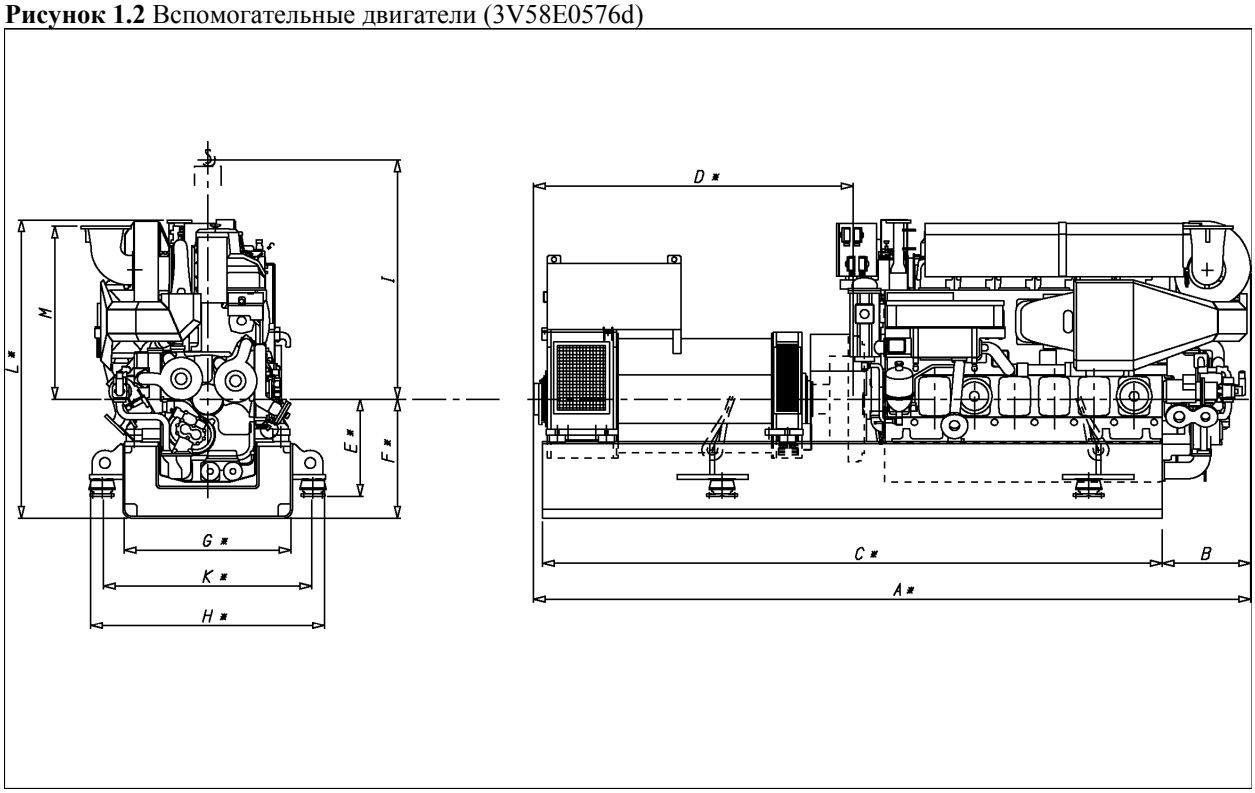
Двигатель	A*	A	B*	B	C*	C	D	E	F1	F2	H	H	I	K
4L20		2510		1348		1483	1800	325	725	725	1480	155	718	980
6L20	3292	3108	1528	1348	1580	1579	1800	325	624	824	2080	155	718	980
8L20	4011	3783	1614	1465	1756	1713	1800	325	624	824	2680	155	718	980
9L20	4299	4076	1614	1449	1756	1713	1800	325	624	824	2980	155	718	980

F1 для сухого поддона картера и F2 для глубокого мокрого картера

Двигатель	M*	M	N*	N	P*	P	R*	R	S*	S	T*	T	Вес
4L20		854		665		920		248		694		349	7.2
6L20	951	950	589	663	1200	971	328	328	762	763	266	343	9.3
8L20	1127	1084	708	738	1224	1000	390	390	907	863	329	339	11.0
9L20	1127	1084	696	731	1224	1000	390	390	907	863	329	339	11.6

* Турбокомпрессор со стороны маховика
Размеры в мм. Вес в тоннах.

Рисунок 1.2 Вспомогательные двигатели (3V58E0576d)



Двигатель	A*	B	C*	D*	E*	F*	G*	H*	I	K*	L*	M	Вес [т]*
4L20	4910	665	4050	2460	725	990	1270/1420	1770/1920	1800	1580/1730	2338	1168	14.0
6L20	5325	663	4575	2300	725	895/975/1025	1270/1420/1570	1770/1920/2070	1800	1580/1730/1880	2243/2323/2373	1299	16.8
8L20	6030	731	5100	2310	725	1025/1075	1420/1570	1920/2070	1800	1730/1880	2474/2524	1390	20.7
9L20	6535	731	5400	2580	725	1075/1125	1570/1800	2070/2300	1800	1880/2110	2524/2574	1390	23.8

* Зависит от типа и размера генератора
Размеры в мм. Вес в тоннах.

2. Рабочие диапазоны

2.1 Рабочий диапазон двигателя

При частоте вращения меньше номинальной, необходимо ограничивать нагрузку в соответствии с диаграммами, представленными в этой главе, для того, чтобы поддерживать рабочие параметры двигателя в допустимых пределах. Работа в заштрихованной области диаграммы возможна только кратковременно, при переходных режимах. Минимальная частота вращения и диапазон частот для включения сцепления показаны на диаграмме, но также могут применяться особые ограничения проекта.

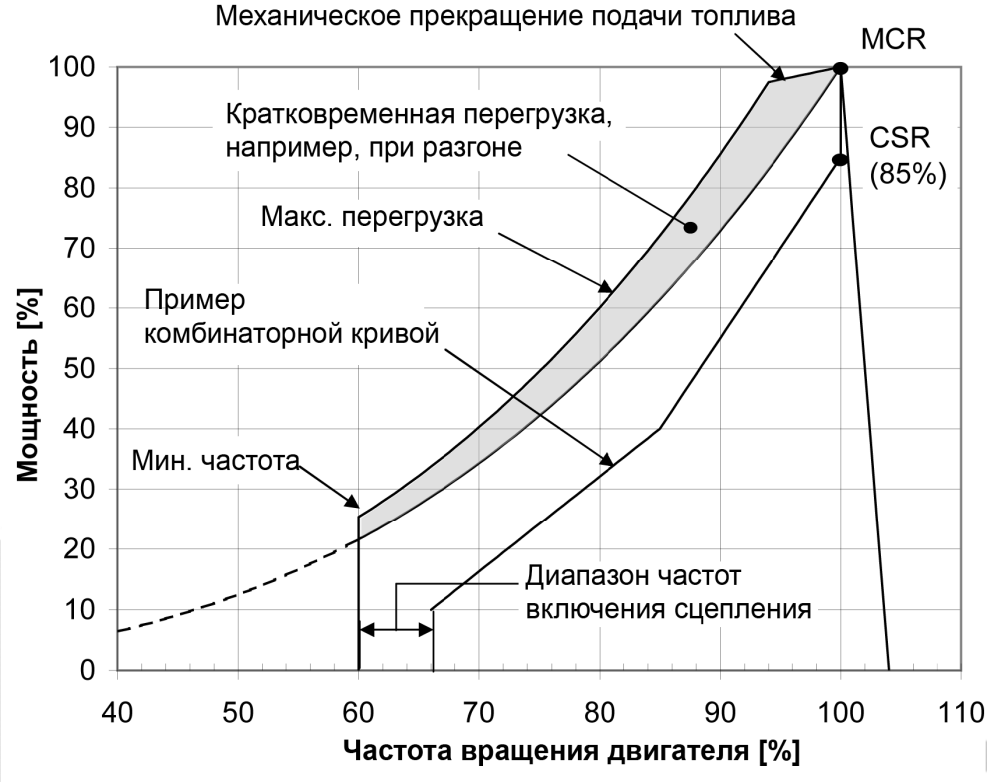
2.1.1 Винты с изменяемым шагом

Автоматическая система контроля нагрузки призвана защитить двигатель от перегрузки. Регулятор нагрузки уменьшает шаг винта автоматически, когда запрограммированная нагрузка превышает кривую частоты вращения («предельную кривую двигателя»), при необходимости превышая комбинаторную кривую. Нагрузка двигателя зависит от положения рейки управления подачей топлива и действительной частоты вращения двигателя (а не заданных оборотов).

Управление гребной установкой должно также включать в себя автоматическое ограничение степени увеличения нагрузки. Максимальные значения величин нагрузки приведены ниже в этой главе.

При конструктивном шаге КПД гребного винта самый высокий. Это принятая практика – устанавливать винт так, чтобы номинальная скорость корабля достигалась при конструктивном шаге, номинальной частоте вращения двигателя и 85% выходной мощности при соответствующем характере нагружения. Необходимо принимать во внимание потребление мощности возможным валогенератором или механизмом отбора мощности. 15% запас вводится из-за погодных условий и загрязнения корпуса и гребного винта. Дополнительный запас для двигателя может быть применим для наиболее экономичной работы двигателя или для обеспечения резерва мощности.

Диаграмма 2.1 Рабочая область для винта с изменяемым шагом



2.1.2 Винты с фиксированным шагом

Сила тяги и поглощение мощности заданным винтом с фиксированным шагом определяется зависимостью между скоростью корабля и скоростью вращения винта. При той же частоте вращения поглощение мощности при ускорении, маневрировании или буксировке гораздо больше, нежели при свободном ходе.

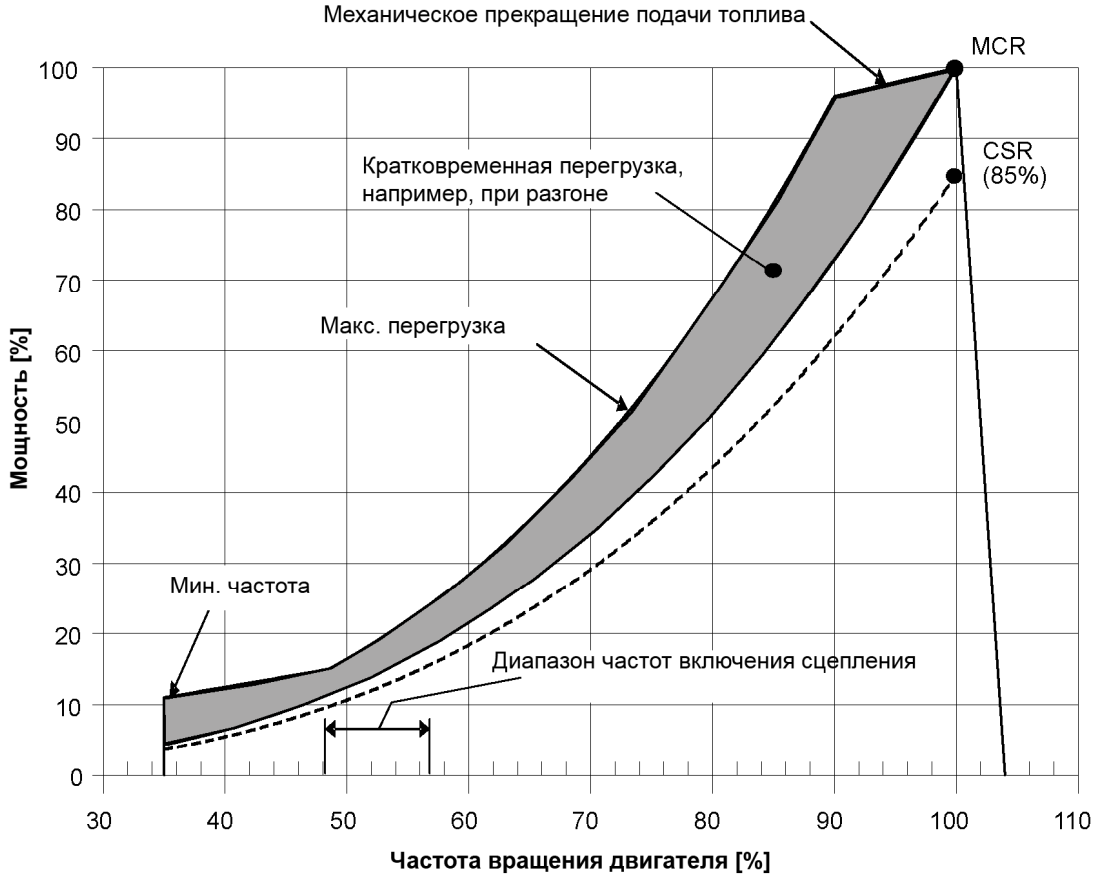
Увеличенное сопротивление движению корабля (по той или иной причине) уменьшает скорость корабля, что увеличивает поглощение мощности винтом во всей рабочей зоне.

При подгонке винта с фиксированным шагом необходимо тщательно принимать во внимание условия нагружения, погодные условия, ледовую обстановку, обрастание корпуса мусором, мелководье и условия маневрирования. Во время эксплуатации номинальная кривая винта, изображённая на диаграмме, не должна превышаться, кроме кратковременного превышения при ускорении и маневрировании. Следовательно, при свободном ходе винт с фиксированным шагом устанавливается таким образом, чтобы поглощать макс. 85% от вырабатываемой двигателем мощности при номинальной частоте его вращения во время испытаний на нагруженном корабле. Обычно это соответствует примерно 82% для самого винта.

Если судно предназначено для буксировки, винт устанавливают так, чтобы поглощать во время швартовки или буксировки 95% мощности двигателя при номинальной частоте вращения двигателя. Разрешается повысить частоту вращения двигателя до 101.7%, чтобы достичь 100% MCR при работе на швартовах.

Тормоз вала следует использовать для убыстрения изменения направления вращения и сокращения тормозного пути (аварийная остановка). Однако скорость корабля, на которой возможно изменение направления вращения винта, ограничена моментом авторотации винта и мощностью момента на двигателе при низких частотах вращения.

Диаграмма 2.2 Рабочая область для винта с фиксированным шагом



Винты с фиксированным шагом на судах с двумя винтами.

Если судно предназначено для свободного хода, а особенно, если применяются открытые винты, перед эксплуатацией необходимо тщательно установить требования, касающиеся двигателя, относящиеся к маневрированию и ускорению, а также к перегрузке. Если кривая при швартовании значительно превышает максимальные перегрузочные значения, ускорение и маневрирование может быть очень медленным. Гребные винты в направляющей насадке имеют меньше проблем в этом отношении.

2.1.3 Дноуглубители

При работе грунтовых насосов с механическим приводом на полной мощности использование момента составляет 70% или 80% от номинальной частоты вращения двигателя. Это приводит к значительному снижению мощности двигателя.

2.2 Допустимая нагрузка

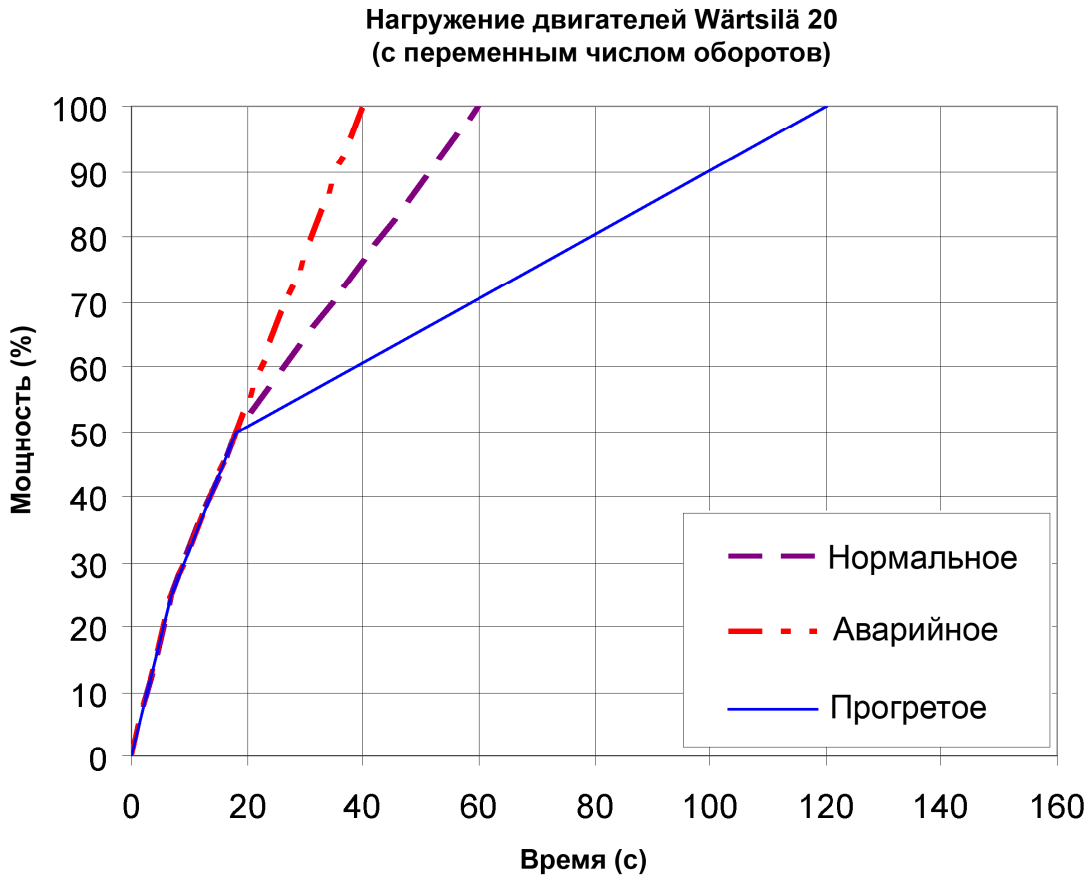
Для дизелей с наддувом важное значение имеет регулируемое увеличение нагрузки, так как турбонагнетателю требуется время, чтобы ускориться перед тем, как доставить требуемое количество воздуха. Пологая нагрузочная кривая (меньше максимального потенциала двигателя) позволяет иметь более плавное распределение температуры в компонентах двигателя в переходных режимах.

Нагружение двигателя возможно сразу после старта, если двигатель предварительно прогрет и температура горячей воды (HT) составляет 60…70˚C, а температура смазочного масла составляет минимум 40˚C.

Кривая нормального нагружения применима к двигателям, которые достигли нормальной температуры работы.

2.2.1 Механическая тяга

Диаграмма 2.3 Максимальные рекомендуемые степени увеличения нагрузки для двигателей с переменным числом оборотов



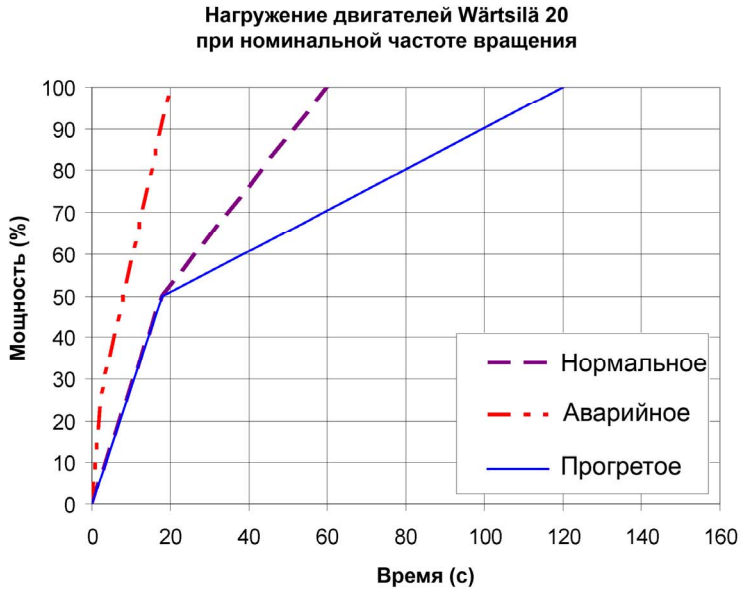
Система управления гребной установкой должна включать в себя автоматическое ограничение уровня повышения нагрузки. Если система контроля имеет только одну нагрузочную кривую, тогда следует использовать кривую прогретого двигателя. При буксировке, двигатель обычно уже достигает номинальной температуры к моменту начала буксировки. «Аварийная» кривая близка к максимальной возможности двигателя.

Если уменьшение дыма является важнейшим приоритетом при увеличении нагрузки, то при нагрузке менее 50% может быть необходима более медленная скорость повышения нагрузки, чем представлена на диаграмме.

Значительное уменьшение высоких значений нагрузки следует производить постепенно. В нормальном режиме работы нельзя снижать нагрузку от 100% до 0% меньше чем за 15 секунд. В крайней необходимости, нагрузку можно снижать с той скоростью, с которой может реагировать система установки шага (необходимо учитывать превышение скорости вследствие авторотации для кораблей, развивающих большую скорость)

2.2.2 Дизель-электрическая установка и вспомогательные двигатели

Диаграмма 2.4 Максимальные рекомендуемые степени увеличения нагрузки для двигателей, работающих при номинальной частоте вращения



В дизель-электрических установках нагрузочные кривые реализованы либо в системе управления движением и в системе управления мощностью, либо в системе контроля частоты вращения двигателя, если применяется равновременное распределение нагрузки. Если используется кривая без точки перегиба, она не должна достигать 100% нагрузки раньше кривой, представленной на диаграмме. Если распределение мощности основано на снижении частоты вращения, тогда степень увеличения нагрузки недавно присоединённого генератора представляет собой сумму переданных нагрузок от системы управления мощностью и от увеличения нагрузки системой контроля движения.

«Аварийная» кривая близка к максимальной возможности двигателя и не должна быть использована в качестве стандартного предела. При динамическом позиционировании повышение нагрузки за 20-30 секунд от нуля до полной нагрузки, является нормальным. Если судно имеет другие режимы работы, рекомендуется для этих режимов повышать нагрузку медленнее.

При использовании вспомогательных двигателей обычно нет одного потребителя мощности, который бы играл решающее значение при выборе скорости нагружения. Рекомендуется группировать электрооборудование таким образом, чтобы нагрузка повышалась маленькими порциями, и результирующая нагрузочная кривая приблизительно соответствовала «нормальной» кривой.

При нормальной работе нагрузка не должна снижаться от 100% до 0% менее, чем за 15 секунд. Если необходимо частое, значительно более быстрое разгружение, возможна необходимость специальной компоновки двигателя. В аварийной ситуации полная нагрузка может быть моментально снята.

Максимальные шаги увеличения нагрузки

Электрическая система должна быть спроектирована таким образом, чтобы допускать безопасное размыкание выключателей. Для этого необходимо, чтобы двигатели были защищены от этапов нагружения, превышающих их максимально допустимые значения. Максимально допустимый шаг увеличения нагрузки составляет 33% от MCR. Результирующее снижение частоты вращения составляет менее 10%, а время восстановления до разницы в 1% от частоты вращения в установившемся режиме при новом уровне нагрузки составляет максимум 5 секунд.

Когда электропитание восстановлено после отключения, потребителей энергии заново группируют, что может вызвать значительные шаги нагрузки. Если нагрузка повышается максимально возможными шагами, перед очередным увеличением нагрузки следует дать как минимум 7 секунд, чтобы двигатель мог восстановиться.

Время запуска

Дизель-генератор достигает номинальной частоты вращения примерно через 20…25 секунд после стартового сигнала. Ускорение ограничено устройством регулировки частоты вращения, чтобы минимизировать дым во время старта.

2.3 Низкая температура воздуха

В холодных условиях применяются следующие температуры входного воздуха:

- При пуске +5˚C

- На холостом ходу -5˚C

- При высокой нагрузке -10˚C

Остальные рекомендации см. в главе *Система подачи воздуха для горения.*

2.4 Работа при малых нагрузках и на холостом ходу

Двигатель может пускаться, останавливаться и работать на тяжёлом топливе во всех условиях. При низких нагрузках и маневрировании предпочтительнее работать на тяжёлом топливе, нежели использовать дизельное топливо. Используйте следующие рекомендации:

Абсолютный холостой ход (основной двигатель расцеплен, генератор отсоединён)

- Максимум 10 минут, если двигатель будет останавливается после холостого хода. Рекомендовано 3-5 минут холостого хода перед остановкой.
- Максимум 6 часов, если двигатель будет нагружаться после холостого хода.

Работа при нагрузке до 20% на тяжёлом топливе или до 10% на дизельном топливе

- Максимум 100 часов непрерывной работы. Между интервалами в 100 часов следует нагружать двигатель минимум 70% от номинальной мощности.

Работа при нагрузке более 20% на тяжёлом топливе или более 10% на дизельном топливе

- Без ограничений

3 Технические данные

3.1 Двигатель Wärtsilä 4L20

Wärtsilä 4L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	800	740	800
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	1.65	1.52	1.65
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	1.7	1.5	1.62
Расход при 85% нагрузке	кг/с	1.45	1.31	1.42
Расход при 75% нагрузке	кг/с	1.28	1.17	1.28
Расход при 50% нагрузке	кг/с	0.83	0.82	0.93
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	320	315	320
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	315	310	315
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	325	310	315
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	385	330	335
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	321	301	314
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	185	180	185
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	270	245	270
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	130	110	130
Излучение	кВт	33	32	33
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	0.87	0.78	0.87
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	196	194	196
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	193	194	196
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	194	195	197
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	200	200	201
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	2.7	3.2	3.2
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	0.5	0.6	0.6
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	35	28	28
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	18	18	18
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.27	0.27	0.27
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	1.1	1.0	1.1
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 4L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	20	20	20
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.09	0.09	0.09
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	24	23	24
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

3.2 Двигатель Wärtsilä 6L20

Wärtsilä 6L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	1200	1110	1200
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	2.5	2.34	2.5
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	2.57	2.4	2.57
Расход при 85% нагрузке	кг/с	2.25	2.11	2.29
Расход при 75% нагрузке	кг/с	1.95	1.91	2.07
Расход при 50% нагрузке	кг/с	1.23	1.32	1.51
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	305	300	305
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	295	295	295
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	305	295	295
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	350	300	300
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	390	375	390
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	255	242	255
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	170	160	405
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	170	160	170
Излучение	кВт	49	45	49
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	1.49	1.34	1.49
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	191	190	191
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	188	189	190
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	188	190	190
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	196	198	198
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	5.0	4.5	5.0
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	1.0	0.9	1.0
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	50	35	35
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	21	21	21
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.38	0.38	0.38
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	1.6	1.5	1.6
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 6L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	30	29	30
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.12	0.12	0.12
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	36	34	36
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

3.3 Двигатель Wärtsilä 8L20

Wärtsilä 8L20		**Основной двигатель**	**Вспомогательный / дизельный двигатель**	**Вспомогательный / дизельный двигатель**
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	1600	1480	1600
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.32	3.06	3.31
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.42	3.15	3.4
Расход при 85% нагрузке	кг/с	2.84	2.7	3.0
Расход при 75% нагрузке	кг/с	2.48	2.45	2.66
Расход при 50% нагрузке	кг/с	1.62	1.7	1.85
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	320	315	320
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	315	310	315
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	325	310	315
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	385	330	335
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	456	436	455
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	380	320	360
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	520	475	550
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	250	235	260
Излучение	кВт	66	62	66
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	1.92	1.73	1.92
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	196	192	196
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	195	191	194
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	195	191	195
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	200	200	202
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	6.6	5.7	6.2
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	1.3	1.1	1.3
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	65	50	50
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	27	27	27
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.49	0.49	0.49
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	2.2	2.0	2.2
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 8L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	40	39	40
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.15	0.15	0.15
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	48	45	48
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

3.4 Двигатель Wärtsilä 9L20

Wärtsilä 9L20		**Основной двигатель**	**Вспомогательный / дизельный двигатель**	**Вспомогательный / дизельный двигатель**
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Мощность двигателя	кВт	1800	1665	1800
Среднее эффективное давление	мПа	2.73	2.8	2.73
Система подачи воздуха для горения (Замечание 1)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.79	3.5	3.79
Макс. температура на входе турбонагнетателя	˚C	45	45	45
Температура после воздухоохладителя (TE 601)	˚C	50…70	50…70	50…70
Выхлопная система (Замечание 2)				
Расход при 100% нагрузке	кг/с	3.9	3.6	3.9
Расход при 85% нагрузке	кг/с	3.3	3.1	3.4
Расход при 75% нагрузке	кг/с	2.95	2.8	3.1
Расход при 50% нагрузке	кг/с	1.95	1.93	2.1
Температура после турбонагнетателя при 100% нагрузке (TE 517)	˚C	310	305	310
Температура после турбонагнетателя при 85% нагрузке (TE 517)	˚C	300	295	300
Температура после турбонагнетателя при 75% нагрузке (TE 517)	˚C	305	290	295
Температура после турбонагнетателя при 50% нагрузке (TE 517)	˚C	355	300	305
Противодавление, макс.	кПа	3.0	3.0	3.0
Расчётный диаметр трубы при 35 м/с	мм	483	462	483
Тепловой баланс при 100% нагрузке (Замечание 3)				
Оборотная вода, высокотемпературный контур	кВт	390	360	390
Воздух, поступающий в цилиндр, низкотемпературный контур	кВт	590	550	590
Смазочное масло, низкотемпературный контур	кВт	270	250	270
Излучение	кВт	74	68	74
Топливная система (Замечание 4)				
Давление перед топливными насосами (PT 101)	кПа	700±50	700±50	700±50
Расход топлива двигателем, приблизительно	$м^3$/ч	1.92	1.73	1.92
Вязкость тяжёлого топлива (HFO) перед двигателем	сСт	16..24	16..24	16..24
Вязкость дизельного топлива (MDF), мин.	сСт	1.8	1.8	1.8
Макс. температура тяжёлого топлива перед двигателем (TE 101)	˚C	140	140	140
Расход топлива при 100% нагрузке	г/кВтч	192	191	192
Расход топлива при 85% нагрузке	г/кВтч	189	190	191
Расход топлива при 75% нагрузке	г/кВтч	190	191	192
Расход топлива при 50% нагрузке	г/кВтч	196	199	200
Утечка дизельного топлива (MDF) при 100% нагрузке	кг/ч	6.5	6.0	6.5
Утечка тяжёлого топлива (HFO) при 100% нагрузке	кг/ч	1.3	1.2	1.3
Система смазки маслом				
Давление перед подшипниками, ном. (PT 201)	кПа	450	450	450
Давление перед двигателем, макс.	кПа	800	800	800
Пусковое давление, ном. (PT 201)	кПа	80	80	80
Температура перед подшипниками, ном. (TE201)	˚C	63	63	63
Температура после двигателя, приблизительно	˚C	78	78	78
Производительность насоса (главного), приводимого от двигателя	$м^3$/ч	65	50	50
Производительность насоса (главного), вспомогательного	$м^3$/ч	30	30	30
Производительность пускового насоса, 50 Гц / 60 Гц	$м^3$/ч	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4	6.9 / 8.4
Объем масла в системе смазки с мокрым картером, ном.	$м^3$	0.55	0.55	0.55
Объём масла в раздельном масляном танке системы	$м^3$	2.4	2.2	2.4
Тонкость фильтрации фильтра, ном.	микрон	25	25	25
Расход масла при 100% нагрузке, приблизительно	г/кВтч	0.5	0.5	0.5
Противодавление вентиляции картера, макс.	Па	200	200	200

Wärtsilä 9L20		Основной двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель	Вспомогательный / дизельный двигатель
Цилиндровая мощность	**кВт**	**200**	**185**	**200**
Частота вращения двигателя	**об/мин**	**1000**	**900**	**1000**
Система водяного охлаждения				
Высокотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 401)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 401)	кПа	350	500	500
Температура перед цилиндром, приблизительно (TE 401)	˚C	83	83	83
Температура после двигателя, ном.	˚C	91	91	91
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	45	44	45
Полное падение давления в двигателе	кПа	90	90	90
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Объем воды в двигателе	$м^3$	0.16	016	0.16
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Низкотемпературная система водяного охлаждения				
Давление на двигателе после насоса, ном. (PT 451)	кПа	200 + статич.	200 + статич.	200 + статич.
Давление на двигателе после насоса, макс. (PT 451)	кПа	350	500	500
Температура перед двигателем, (TE 451)	˚C	25…38	25…45	25…45
Производительность насоса, приводимого двигателем, ном.	$м^3$/ч	54	50	54
Падение давления в охладителе наддувочного воздуха	кПа	30	30	30
Падение давления в маслоохладителе	кПа	30	30	30
Падение давления во внешней системе, макс.	кПа	120	120	120
Давление от расширительного танка	кПа	70…150	70…150	70…150
Воздушная система пуска				
Давление, ном.	кПа	3000	3000	3000
Давление в двигателе во время старта, мин. (20 ˚C)	кПа	1000	1000	1000
Давление, макс.	кПа	3000	3000	3000
Граница понижения давления в воздушных камерах	кПа	1800	1800	1800
Расход воздуха при старте, (старт удачный ручной)	Н $м^3$	0.4	0.4	0.4
Расход воздуха при старте, (старт неудачный дистанционный)	Н $м^3$	1.2	1.2	1.2

Замечания:

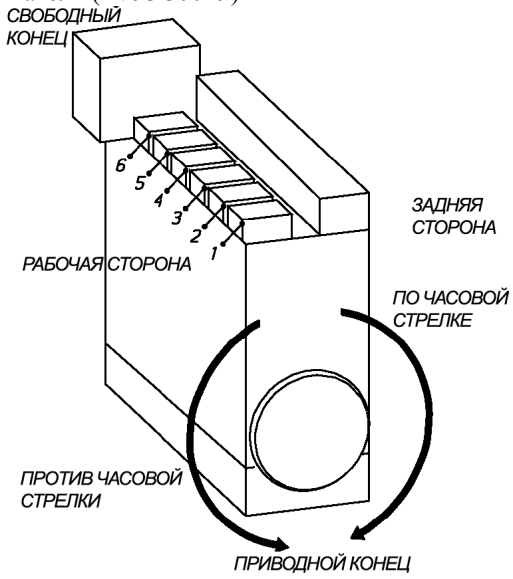
Замечание 1	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение 5%.
Замечание 2	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допустимое отклонение расхода 5% и температурный допуск 15˚C.
Замечание 3	В условиях стандарта ISO 3046-1 (температура окружающего воздуха 25˚C, низкотемпературной воды 25˚C) и 100% нагрузке. Допуск на нагрев охлаждающей воды 10%, допуск на излучательный нагрев 30%. Следует принимать во внимание степень загрязнений и поле запаса при определении размеров теплообменников.
Замечание 4	В соответствии со стандартом ISO 3046/1, низшая теплотворная способность составляет 42700 кДж/кг, с насосами, приводимыми двигателем. Допуск 5%. Нагрузка в соответствии с формулой для винта механических тяговых двигателей (главных двигателей, ME).

Подлежит пересмотру без уведомлений.

4. Описание двигателя

4.1 Определения

Рисунок 4.1 Однорядный двигатель (1V93C0029)



4.2 Основные компоненты

Размеры и веса частей двигателя указаны в главе размеров и весов.

4.2.1 Блок цилиндров

Блок цилиндров представляет собой цельный элемент (сделанный из чугуна с шаровидным графитом) с встроенными каналами для смазывания маслом и охлаждения водой.

Крышки главных подшипников фиксируются снизу при помощи двух винтов, затягиваемых гидравлически. Блок цилиндров выступает боковой направляющей как сверху, так и снизу. Гидравлически затягиваемые горизонтальные боковые винты в нижних направляющих обеспечивают большую жёсткость коренного подшипника.

4.2.2 Коленчатый вал

Коленчатый вал выкован из одного куска и установлен на блоке цилиндров ниже линии осей.

4.2.3 Шатун

Шатун выкован из легированной стали. Все штифты шатуна затягиваются гидравлически. Подвод масла к подшипнику поршневого пальца и поршню осуществляется через отверстие в шатуне.

4.2.4 Подшипники коленчатого вала и шатуна

Подшипники коленчатого вала и шатуна выполнены из двух металлов: на алюминиевой основе со стальными посадочными поверхностями.

4.2.5 Гильза цилиндра

Гильзы цилиндра получаются центробежным литьём из специального серого чугуна, который обладает высокой износостойкостью и прочностью. Гильзы цилиндра мокрого типа металлически уплотнены в блоке цилиндров в верхней части, и, при помощи уплотнительных колец, в нижней части. Для исключения риска полирования цилиндра, гильза оснащена противополировочным кольцом.

4.2.6 Поршень

Поршень сделан из композитного материала – юбка из чугуна с шаровидным графитом, головка поршня из стали. Юбка поршня смазывается принудительно, что гарантирует хорошо контролируемый расход масла в гильзе цилиндра во всех режимах работы. Масло подаётся через шатун в охлаждающее пространство поршня. Поршень охлаждается по принципу шейкера коктейля. Канавки поршневого кольца в верхней части поршня упрочнены для лучшей сопротивляемости износу.

4.2.7 Поршневые кольца

Набор поршневых колец состоит из двух направленных компрессионных колец и одного соответственно подпружиненного маслосъемного кольца. Все кольца хромированы, находятся в головке поршня.

4.2.8 Головка цилиндра

Головка цилиндра сделана из серого чугуна. Подверженная нагреву поверхность эффективно охлаждается охлаждающей водой, радиально подводимой от периферии к центру головки цилиндра. Соединения между охлаждающими каналами клапанов просверлены для наиболее лучшего теплообмена.

Механическая нагрузка поглощается прочной промежуточной палубой, которая вместе с верхней палубой и боковыми стенками образуют замкнутую область, в четырёх углах которой расположены гидравлически затягиваемые болты крепления головки цилиндра. Седла выпускных клапанов охлаждаются водой напрямую.

Все клапаны оснащены механизмами поворота клапанов.

4.2.9 Распределительный вал и клапанный механизм

На каждый цилиндр приходится по кулачку, они разделены между собой отдельными подшипниками. Штампованные, абсолютно твёрдые части распредвала имеют неподвижные кулачки. Корпуса подшипников интегрированы в отливке блока цилиндров, поэтому практически закрыты. Крышки распредвала (одна на каждый цилиндр) уплотнены по отношению к блоку цилиндра замкнутым уплотнителем круглого сечения.

Толкатели клапана – поршневого типа, с саморегулирующимся роликом по отношению к кулачку для равномерного распределения контактного напряжения. Пружины клапана обеспечивают динамическую устойчивость механизма клапана.

4.2.10 Привод распределительного вала

Распредвалы приводятся коленвалом через зубчатую передачу.

4.2.11 Турбонаддув и охлаждение поступающего воздуха

Выбранный турбонагнетатель обеспечивает идеальную комбинацию высокого повышения давления и хорошей эффективности. Охладитель поступающего воздуха одноступенчатый, охлаждается низкотемпературной водой.

4.2.12 Оборудование впрыска топлива

Впрыскивающие насосы – одноцилиндровые насосы, расположенные в «горячем ящике», который выполняет следующие функции:

- Размещение впрыскивающего насоса
- Канал подачи топлива вдоль всего двигателя
- Канал возврата топлива от каждого впрыскивающего насоса
- Подвод смазочного масла к механизму клапана
- Направляющая толкателей клапанов.

Впрыскивающие насосы имеют встроенные роликовые толкатели «сквозного» типа, чтобы обеспечить возможность работы с тяжёлым топливом. Также они оборудованы стопцилиндром, который соединён с электропневматической системой ограничения частоты вращения.

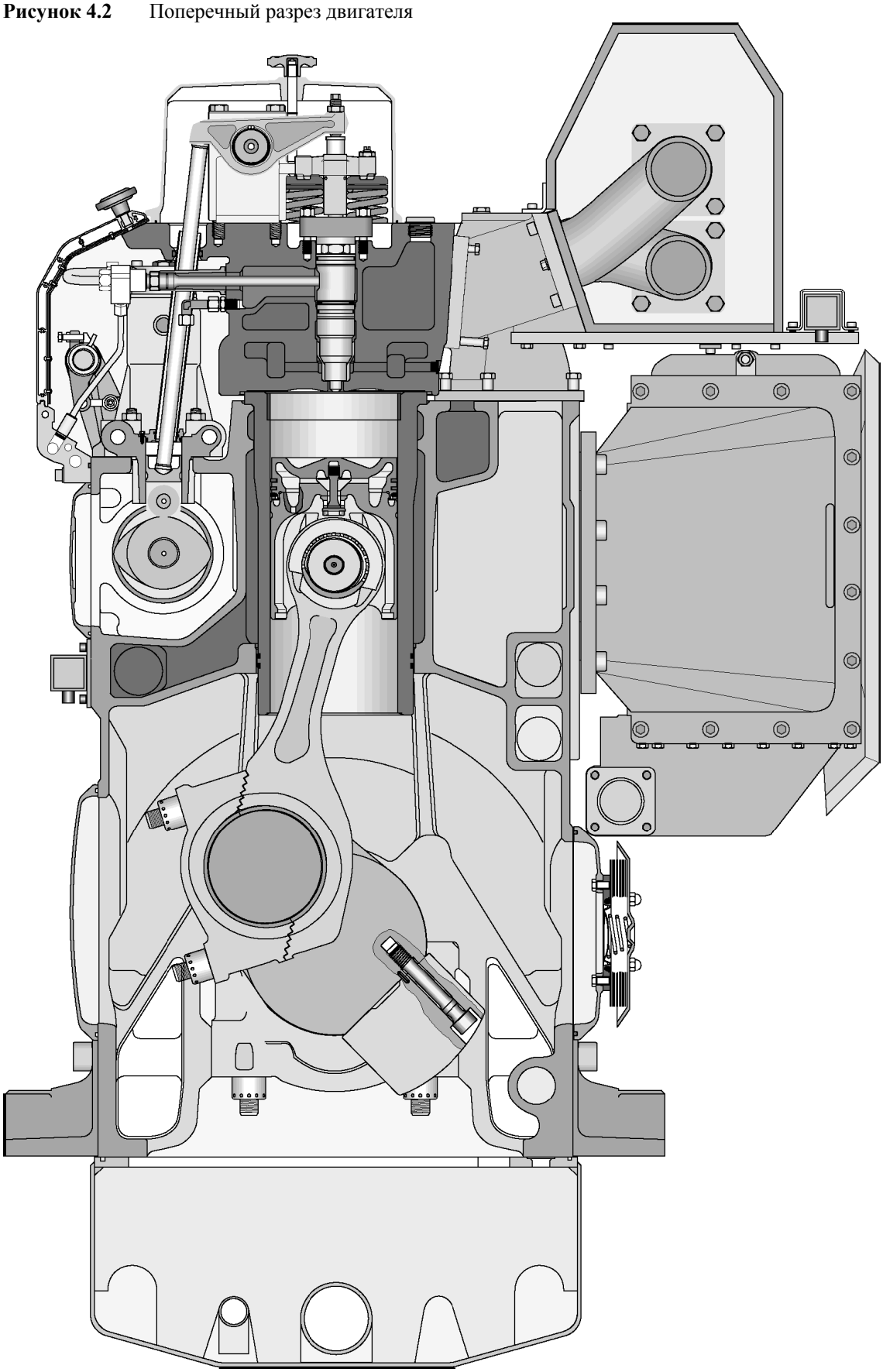
Инжекционный клапан расположен в центре головки цилиндра, топливо разносится в стороны через соединение высокого давления, ввинченное в держателе распылителя. Труба впрыскиваемого топлива между впрыскивающим насосом и соединением высокого давления хорошо защищена внутри горячего ящика. Сторона высокого давления системы впрыска целиком отделена от горячих частей отработавшего газа.

4.2.13 Выпускные трубы

Вся система отвода отработавшего газа размещена в изолированной коробке, состоящей из легко убираемых панелей. В качестве изоляционного материала используется минеральная вата.

4.3 Поперечный разрез двигателя

Рисунок 4.2 Поперечный разрез двигателя



4.4 Интервалы между капитальными ремонтами

Приведённые интервалы между капитальными ремонтами приведены в качестве рекомендаций. Действительные значения будут отличаться в зависимости от типа топлива и рабочих условий.

Таблица 4.1 Рекомендуемые интервалы между техническими обслуживаниями

	Рекомендуемые интервалы между техническими обслуживаниями (ч)
Поршень	8000-20000
Поршневые кольца	8000-20000
Гильза цилиндра	8000-20000
Головка цилиндра	8000-20000
Впускной клапан	8000-20000
Выпускной клапан	8000-20000
Впрыскивающее сопло	2000
Коренной подшипник	8000-20000
Крупный концевой подшипник	8000-20000

5. Разработка, обработка и установка трубопроводов.

5.1 Общие сведения

Эта глава содержит общие рекомендации по разработке, конструкции и установке трубопроводных систем, однако, не исключает другие разъяснения, во всяком случае, из аналогичных стандартов.

Трубы для топлива, смазочного масла, пресной воды и сжатого воздуха обычно изготовляются без шва из углеродистой стали (стандарт DIN 2448), а бесшовные точные трубы – из углеродистой или нержавеющей стали (стандарт DIN 2391), трубы отработавшего газа обычно сварные, из углеродистой стали (стандарт DIN 2458). Трубы системы водяного охлаждения не должны быть оцинкованы со стороны пресной воды. Трубы для морской воды должны быть изготовлены из стали, подвергнутой глубокой горячей оцинковке, алюминиевой латуни, медно-никелиевых сплавов, или из обрезиненных труб.

Следует внимательно рассмотреть аспекты опасности возникновения пожара. Трубы подачи топлива и возвратные линии должны быть спроектированы таким образом, чтобы устанавливаться без натяжения. Гибкие шланги должны быть одобрены классификационным обществом. Спереди шланга (шлангов) необходимо установить продувочный вентиль, если гибкие шланги используются в системе сжатого воздуха.

Следует принять во внимание следующие аспекты:

- Необходимо исключить «карманы». Если это невозможно, следует установить сливные пробки и воздухозаборники.
- Сливные трубы утечного топлива должны иметь непрерывный уклон.
- Вытяжные трубы должны непрерывно подниматься.
- Следует использовать фланцевые соединения, для точных труб – соединения с врезными кольцами.

Необходимо предусмотреть возможность доступа для технического обслуживания, пространство для демонтажа клапанов, охладителей и других устройств. Фланцевые соединения и другие сочленения должны располагаться так, чтобы демонтаж оборудования мог производиться без больших затруднений.

5.2 Размеры труб

При выборе размеров трубы, принимается во внимание:

- Материал трубы и её сопротивляемость коррозии/эрозии.
- Допустимая потеря давления в контуре в зависимости от высоты нагнетания.
- Требуемая высота столба жидкости над всасывающим патрубком насосов (NPSH) и всасывающих линий.
- В трубах маленьких размерах максимально допустимая скорость течения обычно несколько меньше, чем в больших трубах такой же длины.
- Для труб с морской водой скорость течения не должна быть меньше 1 м/с в связи с повышенным риском засорения и язвенной коррозии.
- В разомкнутых контурах скорость течения во всасывающей трубе обычно составляет 2/3 от скорости течения в подающей трубе.

Рекомендуемые максимальные скорости потоков с подающей стороны насосов приведены в качестве руководства в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Рекомендуемые максимальные скорости потоков с подающей стороны насосов

Система трубопровода	Материал трубопровода	Максимальная скорость потока [м/с]
Система подачи топлива (дизельного топлива и тяжёлого топлива)	Черное железо	1.0
Трубопровод система смазывания маслом	Черное железо	1.5
Трубопровод с пресной водой	Черное железо	2.5
Трубопровод с морской водой	Оцинкованная сталь	2.5
	Алюминиевая латунь	2.5
	Медно-никелиевой сплав 10/90	3.0
	Медно-никелиевый сплав 70/30	4.5
	Обрезиненные трубы	4.5

ЗАМЕЧАНИЕ!	Диаметр трубопроводов для газообразного топлива и сжатого воздуха зависит только от допустимой потери давления в трубопроводе, которую необходимо специально посчитать для проекта.

5.3 Подогрев трубопроводов

Нижеследующие трубопроводы должны быть оборудованы подогревом (паровым, масляным или электрическим). Должна существовать возможность отключать обогрев трубопроводов.

- Все трубы для тяжёлого топлива
- Все трубы для утечного тяжелого топлива и промывочные трубы фильтра тяжёлого топлива.

5.4 Рабочее и расчётное давление

Класс давления трубопровода должен равняться или превышать максимальное рабочее давление, которое может быть существенно выше, чем нормальное рабочее давление.

Расчётное давление определяется для компонент, которые не имеют категории в соответствии с классом давления, это давление также используется для определения давления при испытаниях. Также расчётное давление должно равняться или превосходить максимальное давление.

Давление в системе может:

- Создаваться объёмным насосом
- Быть комбинацией статического давления и давления в самой верхней точке характеристической кривой центробежного насоса
- Повышаться в замкнутой системе при нагреве жидкости

В данном руководстве проекта содержатся таблицы, прикреплённые к рисункам, которые определяют классы давления для соединений. Класс давления соединения может быть выше класса давления, необходимого для конкретной трубы.

Пример 1:

Давление топлива перед двигателем должно быть 1.0 мПа (10 бар). Контрольный фильтр, находящийся в забитом состоянии, может вызвать потерю давления 0.1 мПа (1 бар). Измеритель вязкости, нагреватель и трубопровод могут привести к потере давления 0.2 мПа (2 бар). Следовательно, давление на выходе центробежных насосов может подняться до 1.3 мПа (13 бар), тогда предохранительный клапан насоса должен быть выставлен, например, на 1.4 мПа (14 бар).

- Минимальное расчётное давление составляет 14 мПа (14 бар).
- Выбирается ближайший класс трубы – PN16
- Испытательное давление для трубы обычно составляет 1.5 × расчётное давление = 2.1 мПа (21 бар).

Пример 2:

Давление насоса охлаждающей воды со стороны всасывания составляет 0.1 мПа (1 бар). Высота нагнетания насоса – 0.3 мПа (3 бара), что приводит к величине нагнетания 0.4 мПа (4 бара). Самая высокая точка кривой накачки (почти нулевой расход) на 0.1 мПа (1 бар) выше номинальной точки, и соответственно, давление на выходе может повыситься до 0.5 мПа (5 бар) (при закрытых или дроссельных клапанах).

- Минимальное расчётное давление составляет 0.5 мПа (5 бар).
- Выбирается ближайший класс трубы – PN6
- Испытательное давление для трубы обычно составляет 1.5×расчётное давление = 0.75 мПа (7.5 бар).

Стандартные классы давления: PN4, PN6, PN10, PN16, PN25, PN40, и т.д.

5.5 Класс трубы

Классификационные общества подразделяют системы трубопроводов на разные классы (DNV) или группы (ABS) в зависимости от давления, температуры и несущей среды. Класс трубы может устанавливать:

- Используемый тип соединений
- Термическую обработку
- Технологию сварки
- Метод тестирования

Системы с высокими расчётными давлениями и температурами и опасным содержимым принадлежат к классу I (или группе I), остальные ко II или III классу в зависимости от применения. Требования к качеству самые высокие для класса I.
Примеры классов трубопроводных систем согласно стандарту DNV представлены в таблице ниже.

Содержимое	Класс I		Класс II		Класс III	
	мПа (бар)	˚C	мПа (бар)	˚C	мПа (бар)	˚C
Пар	> 1.6 (16)	или > 300	< 1.6 (16)	и < 300	< 0.7 (7)	и < 170
Огнеопасная жидкость	> 1.6 (16)	или > 150	< 1.6 (16)	и < 150	< 0.7 (7)	и < 60
Другое	> 4 (40)	или > 300	< 4 (40)	и < 300	< 1.6 (16)	и < 200

5.6 Изоляция

Следующие трубы должны быть изолированы:

- Все обогреваемые трубы
- Трубы выхлопного газа
- Открытые участки труб, температура которых > 60 ˚C

Изоляция также рекомендована для:

- Труб между двигателем или масляным танком системы и маслоотделителем смазочного масла
- Труб между двигателем и подогревателем оборотной воды

5.7 Местные измерительные приборы

Местные термометры следует установить везде, где происходит изменение температуры, то есть перед и после теплообменников, и т.д.

Датчики давления следует установить со стороны всасывания и напорной стороны для каждого насоса.

5.8 Процедуры очистки

Необходимо проинструктировать производителей и сборщиков по вопросам обращения, очистки и защиты перед доставкой и установкой разных систем трубопроводов. Перед установкой все трубопроводы должны проверяться и очищаться от мусора. Перед введением в эксплуатацию все трубопроводы должны очищаться в соответствии с методами, приведёнными ниже.

Таблица 5.3 Очистка труб

Система, содержащая:	Методы
Жидкое топливо	A,B,C,D,F
Смазочное масло	A,B,C,D,F
Пусковой воздух	A,B,C
Охлаждающую воду	A,B,C
Выхлопной газ	A,B,C
Воздух, поступающий в цилиндры	A,B,C

A = Промывка щелочным раствором в горячей воде при 80 ˚C для удаления смазки (только если трубы были смазаны)
B = Удаление ржавчины и накипи при помощи стальной щётки (не требуется для точных бесшовных труб)
C = Продувка сжатым воздухом
D = Декапирование
F = Промывка

5.8.1 Декапирование

Трубы декапируют в растворе кислоты (10% соляная кислота и 10% формальдегидный ингибитор) в течение 4-5 часов, промывают в горячей воде и насухо продуваются сжатым воздухом.
После кислотной обработки трубы обрабатывают щёлочью (10% каустической соды и 50 граммов три-фосфата натрия на литр воды) в течение 20 минут при 40…50˚C, промывают горячей водой и насухо продувают сжатым воздухом.

5.8.2 Промывка

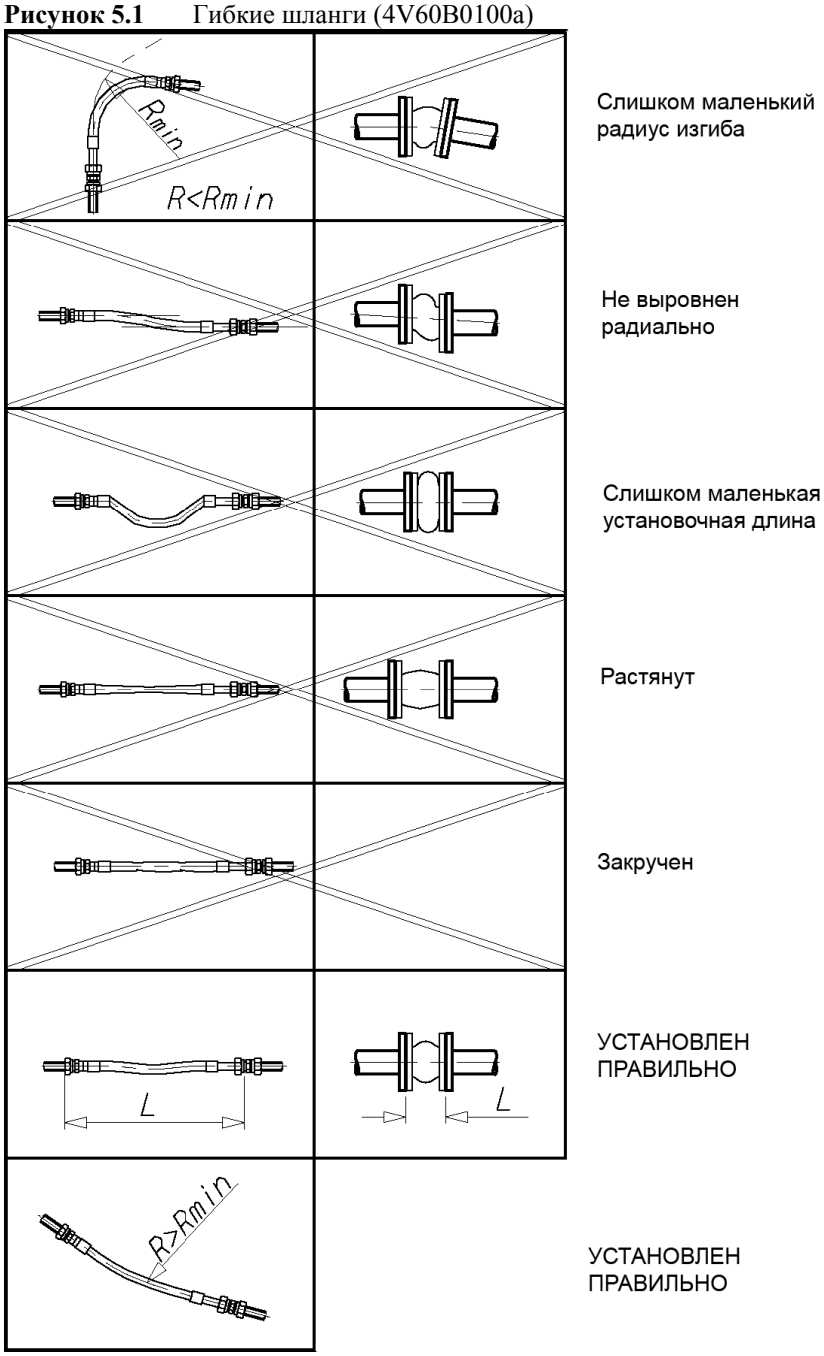
Если требуется, в соответствующих главах приведены более подробные рекомендации по процедуре промывки топливной системы и системы смазки маслом. Необходимо сделать приготовления, чтобы быть уверенным в возможности размещения необходимых временных обводных труб, и что, когда понадобится, будут доступны промывочные шланги, фильтры и насосы.

5.9 Гибкие соединения труб

Герметичные гибкие соединения, несущие огнеопасные жидкости или сжатый воздух должны быть утверждённого типа. Необходимо уделить огромное внимание правильности установки гибких соединений труб между упруго монтируемыми двигателями и корабельным трубопроводом.

- Гибкие соединения труб запрещено крутить
- Установочная длина гибких соединений труб должна быть точной
- Должен соблюдаться минимальный радиус загиба
- Трубопровод должен быть концентрически выровнен
- Необходимо соблюдать направление потока, если это установлено требованиями
- Соединяемые фланцы должны быть очищены от ржавчины, заусенцев и антикоррозионных покрытий
- Необходимо затягивать болты крест-накрест, в несколько этапов
- Гибкие элементы запрещено окрашивать
- Резиновые сильфоны необходимо содержать очищенными от масла и топлива
- Рядом с гибкими соединениями трубопровод должен быть жёстко закреплён.

Рисунок 5.1 Гибкие шланги (4V60B0100a)



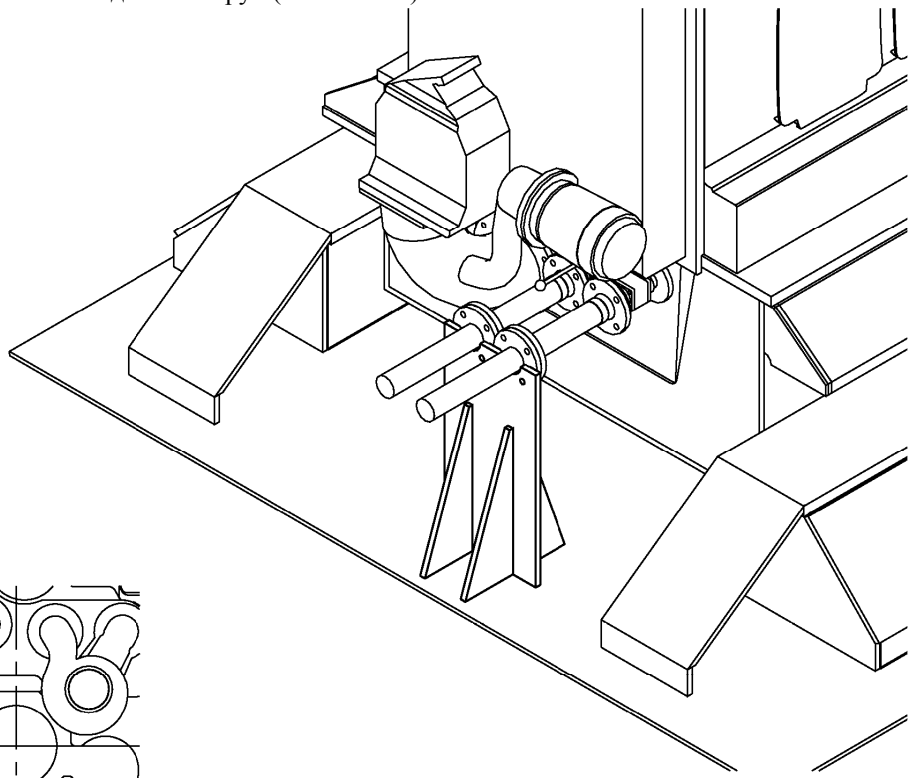
5.10 Крепление труб

Крайне важно фиксировать трубы к жёстким конструкциям близко от гибких соединений труб, чтобы предотвратить повреждение под действием вибрации. Необходимо следовать следующим рекомендациям:

- Крепления труб и опоры, ближайшие к двигателю, должны быть очень жесткими, они привариваются к стальным конструкциям основания.
- Первая опора должна быть расположена как можно ближе, насколько это возможно, к гибкому соединению. Следующая опора располагается в 0.3-0.5 метрах от первой опоры.
- Первые три опоры, ближайшие к двигателю или генераторной установке должны быть неподвижными опорами. После этих трёх неподвижных опор там, где это необходимо, используют скользящие опоры, чтобы допускать тепловое расширение трубы.
- Опоры никогда не привариваются непосредственно к трубе. Для гибких соединений следует использовать либо трубные зажимы, либо фланцевые опоры.

Примеры конструкций опор для фланцев показаны на рисунке 5.2. Типичный трубный зажим для неподвижной опоры показан на рисунке 5.3. Трубные зажимы изготавливают из стали; недопустимо использовать пластиковые или подобные зажимы.

Рисунок 5.2 Опоры фланцев гибких соединений труб (4V60L0796)



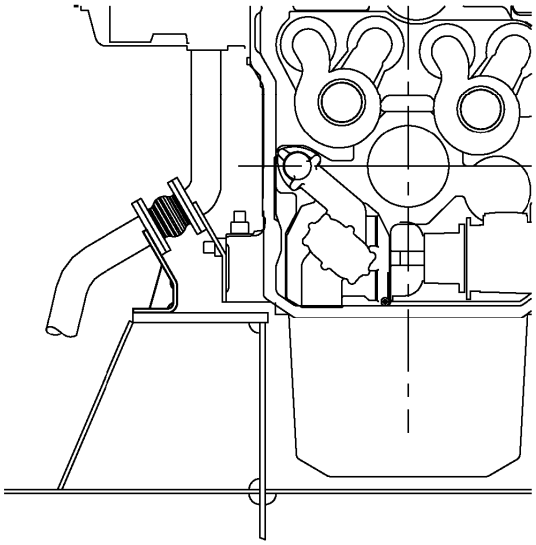
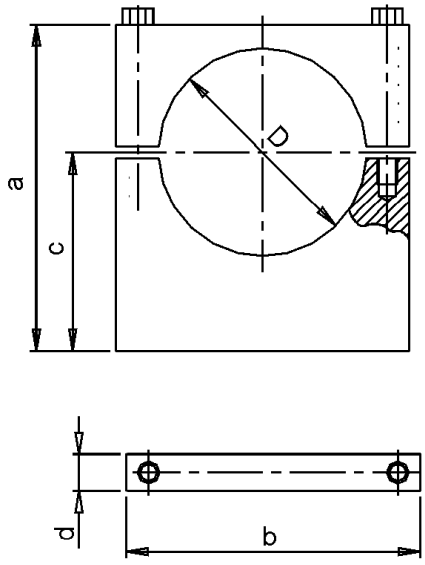


Рисунок 5.3 Трубный зажим для неподвижной опоры (4V61H0842)



DN	d_u [мм]	D [мм]	a [мм]	b [мм]	c [мм]	d [мм]	БОЛТЫ
25	33.7	35	150	80	120	25	M10x50
32	42.4	43	150	75	120	25	M10x50
40	48.3	48	154.5	100	115	25	M12x60
50	60.3	61	185	100	145	25	M12x60
65	76.1	76.5	191	115	145	25	M12x70
80	88.9	90	220	140	150	30	M12x90
100	114.3	114.5	196	170	121	25	M12x100
125	139.7	140	217	200	132	30	M16x120
150	168.3	170	237	240	132	30	M16x140
200	219.1	220	295	290	160	30	M16x160
250	273.0	274	355	350	190	30	M16x200

d_u = Внешний диаметр трубы

6. Топливная система

6.1. Допустимые характеристики топлива

Технические характеристики топлива основаны на стандарте ISO 8217:2005 (E). Обратите внимание, что несколько дополнительных характеристик, не включённых в этот стандарт, приведено в таблицах.

Классами дистиллята топлива являются ISO-F-DMX, DMA, DMB, DMC. Эти классы дистиллята относятся к морскому дизельному топливу (MDF, Marine Diesel Fuel).

Классы остаточного топлива относятся к тяжёлому топливу (HFO, Heavy Fuel Oil). Технические характеристики топлива HFO 2 включают категории от ISO-F-RMA 30 до RMK 700. Виды топлива, относящиеся к технической характеристике HFO 1, позволяют более длительные интервалы между ремонтами специальных деталей двигателя, чем топливо HFO 2.

Таблица 6.1 Технические характеристики дизельного топлива

Показатель	Единица измерения	ISO-F-DMX	ISO-F-DMA	ISO-F-DMB	ISO-F-DMC[1)]	Метод испытания
Внешний вид		Прозрачное и яркое		-	-	Визуальный осмотр
Вязкость перед впрыскивающими насосами, мин.[2)]	сСт	1.8	1.8	1.8	1.8	ISO 3104
Вязкость перед впрыскивающими насосами, макс.[2)]	сСт	24	24	24	24	ISO 3104
Вязкость при 40˚C, макс.	сСт	5.5	6.0	11.0	14.0	ISO 3104
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м^3	-	890	900	920	ISO 3675 или 12185
Цетановое число, мин.		45	40	35	-	ISO 4264
Вода, макс.	% от объема	-	-	0.3	0.3	ISO 3733
Сера, макс.	% от массы	1.0	1.5	2.0[3)]	2.0[3)]	ISO 8574 или 14596
Шлак, макс.	% от массы	0.01	0.01	0.01	0.05	ISO 6245
Ванадий, макс.	мг/кг	-	-	-	100	ISO 14597 или IP 501 или 470
Натрий, перед двигателем, макс. [2)]	мг/кг	-	-	-	30	ISO 10478
Алюминий + Кремний, макс.	мг/кг	-	-	-	25	ISO 10478 или IP 501 или 470
Алюминий + Кремний, перед двигателем, макс. [2)]	мг/кг	-	-	-	15	ISO 10478 или IP 501 или 470
Коксовый остаток при 10% объёме осадка дистиллята, макс.	% от массы	0.30	0.30	-	-	ISO 10370
Коксовый остаток, макс.	% от массы	-	-	0.30	2.50	ISO 10370
Температура воспламенения (тест PMCC), мин.	˚C	60 [2)]	60	60	60	ISO 2719
Температура застывания зимнего топлива, макс.	˚C	-	-6	0	0	ISO 3016
Температура застывания летнего топлива, макс.	˚C	-	0	6	6	ISO 3016
Температура помутнения, макс.	˚C	-16	-	-	-	ISO 3015
Общий фактический осадок, макс.	% от массы	-	-	0.1	0.1	ISO 10307-1
Содержание кальция в отработанном смазочном масле, макс. [4)]	мг/кг	-	-	-	30	IP 501 или 470
Содержание цинка в отработанном смазочном масле, макс. [4)]	мг/кг	-	-	-	15	IP 501 или 470
Содержание фосфора в отработанном смазочном масле, макс. [4)]	мг/кг	-	-	-	15	IP 501 или 500

Замечания:

1) Использование топлива категории ISO-F-DMC разрешается, если система очистки топлива оборудована топливной центрифугой

2) Дополнительные требования, установленные производителем двигателя, которые не включены в спецификацию стандарта ISO, или отличаются от спецификации стандарта ISO.

3) Предел содержания серы в 1.5% по массе применяется в районах контролируемого выброса SO_x, введённых международной морской организацией (IMO). Также там могут быть введены другие локальные значения пределов.

4) Топливо считается без содержания отработанного смазочного масла (ОСМ), если один или больше одного элемента (кальций, цинк и фосфор) находятся в количествах, меньших или равных установленным пределам. Все три элемента должны превысить эти пределы, чтобы топливо считалось содержащим ОСМ.

Таблица 6.2 Технические характеристики тяжелого топлива

Показатель	Единица измерения	Предел HFO 1	Предел HFO 2	Метод испытания
Вязкость при 100˚C, макс. Вязкость при 500˚C, макс. Вязкость при 100˚F, макс.	cCт cCт Redwood №1 s	55 700 7200	55 700 7200	ISO 3104
Вязкость перед впрыскивающими насосами [4]	cCт	16…24	16…24	
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м^3	991/1010 [1]	991/1010 [1]	ISO 3675 или 12185
Индекс CCAI, макс. [4]		850	870 [2]	ISO 8217, Прил. B
Вода, макс.	% от объема	0.5	0.5	ISO 3733
Вода перед двигателем, макс. [4]	% от объема	0.3	0.3	ISO 3733
Сера, макс.	% от массы	1.5	4.5 [5]	ISO 8754 или 14596
Шлак, макс.	% от массы	0.05	0.15	ISO 6245
Ванадий, макс. [3]	мг/кг	100	600 [3]	ISO 14597 или IP 501 или 470
Натрий, макс. [3, 4]	мг/кг	50	50	ISO 10478
Натрий, перед двигателем, макс. [3, 4]	мг/кг	30	30	ISO 10478
Алюминий + Кремний, макс.	мг/кг	30	80	ISO 10478 или IP 501 или 470
Алюминий + Кремний, перед двигателем, макс. [4]	мг/кг	15	15	ISO 10478 или IP 501 или 470
Коксовый остаток, макс.	% от массы	15	22	ISO 10370
Асфальтены, макс. [4]	% от массы	8	14	ASTM D 3279
Температура воспламенения (тест PMCC), мин.	˚C	60	60	ISO 2719
Температура застывания, макс.	˚C	30	30	ISO 3016
Общий возможный осадок, макс.	% от массы	0.10	0.10	ISO 10307-2
Содержание кальция в отработанном смазочном масле, макс. [6]	мг/кг	30	30	IP 501 или 470
Содержание цинка в отработанном смазочном масле, макс. [6]	мг/кг	15	15	IP 501 или 470
Содержание фосфора в отработанном смазочном масле, макс. [6]	мг/кг	15	15	IP 501 или 500

Замечания:

1) Макс. 1010 кг/м3 при 15˚C и условии, что система очистки топлива может удалить воду и твёрдые частицы.

2) Значения индекса CCAI (calculated carbon aromaticity index) для осадков от прямой перегонки составляет от 770 до 840. Осадки легко воспламеняются. Для крекинг-остатков в бункерном топливе этот диапазон составляет от 840 до - в исключительных случаях - более 900. Для большинства видов бункерного топлива этот диапазон в настоящее время составляет от 850 до 870.

3) В соединении с серой и ванадием натрий вносит вклад в высокотемпературную коррозию выпускных клапанов. При высоких нагрузках натрий также вносит сильный вклад в образование накипи на лопатках турбины выхлопного газа. Агрессивность топлива зависит не только от пропорции натрия и ванадия, но и от общего содержания шлаковых составляющих. Высокотемпературная коррозия и образование отложений также зависит от других составляющих шлака. Вследствие этого, сложно задать строгие пределы, основываясь только на содержании натрия и ванадия в топливе. Даже топливо с малым содержанием натрия и ванадия, которое указано выше, может вызывать высокотемпературную коррозию деталей двигателя.

4) Дополнительные требования, установленные производителем двигателя, которые не включены в спецификацию стандарта ISO.

5) Предел содержания серы в 1.5% по массе применяется в районах контролируемого выброса SO_x, введённых международной морской организацией (IMO). Также там могут быть введены другие локальные значения пределов.

6) Топливо считается без содержания отработанного смазочного масла (ОСМ), если один или больше одного элемента (кальций, цинк и фосфор) находятся в количествах, меньших или равных установленным пределам. Все три элемента должны превысить эти пределы, чтобы топливо считалось содержащим ОСМ.

Пределы, относящиеся к топливу HFO 2, также соответствуют требованиям следующих стандартов:

- BS MA 100: 1996, RMH 55 и RMK 55
- CIMAC 2003, Grade K 700
- ISO 8217: 2005(E), ISO-F-RMK 700

Топливо не должно содержать никаких добавочных веществ или химических отходов, которые подвергают опасности безопасность оборудования, или неблагоприятно влияют на характеристики двигателей, или вредны для персонала, или вносят общий вклад в загрязнение воздуха.

6.1.1 Жидкие биологические топлива

Двигатель может работать на жидких биологических топливах, соответствующих спецификации ниже, без снижения номинальной мощности. Тем не менее, так как биологические топлива обычно имеют меньшие теплотворные способности, нежели ископаемые топлива, необходимо проверять производительность системы впрыска топлива для каждой установки. Биодизельные топлива, которые выполняют требования стандартов ASTM D 6751-02 или DIN EN 14214 могут быть использованы в качестве топлива, пока выполняется спецификация.

Спецификация действительна для жидких биологических топлив растительного происхождения, таких как пальмовое масло, кокосовое масло, копровое масло, рапсовое масло, и т.д., но не действительна для биологических топлив животного происхождения.

Таблица 6.3 Технические характеристики жидкого биотоплива

Показатель	Единица измерения	Предел	Метод испытания
Вязкость при 40˚C, макс. [1)]	сСт	100	ISO 3104
Вязкость перед впрыскивающими насосами, мин.	сСт	1.8	
Вязкость перед впрыскивающими насосами, макс.	сСт	24	
Плотность при 15˚C, макс.	кг/м^3	991	ISO 3675 или 12185
Способности воспламенения [2)]			Тест FIA
Сера, макс.	% от массы	0.05	ISO 8574
Общий фактический осадок, макс.	% от массы	0.05	ISO 10307-1
Вода перед двигателем, макс.	% от объема	0.20	ISO 3733
Микроуглеродистый остаток, макс.	% от массы	0.30	ISO 10370
Шлак, макс.	% от массы	0.05	ISO 6245
Фосфор, макс.	мг/кг	100	ISO 10478
Кремний, макс.	мг/кг	10	ISO 10478
Содержание щёлочи (Na+K), макс.	мг/кг	30	ISO 10478
Температура воспламенения (тест PMCC), мин.	˚C	60	ISO 2719
Температура застывания, макс.	˚C	[3)]	ISO 3016
Температура помутнения, макс.	˚C	[3)]	ISO 3015
Предельная температура фильтруемости, макс	˚C	[3)]	IP 309
Коррозия медной пластинки (3ч при 50˚C), макс.		1b	ASTM D130
Коррозия стали (24/72ч при 20,60 и120˚C), макс.		Нет признаков коррозии	LP 2902
Кислотное число, макс.	мг KOH/г	5.0	ASTM D664
Сильное кислотное число, макс.	мг KOH/г	0.0	ASTM D664
Йодное число, макс.		120	ISO 3961

Замечания:

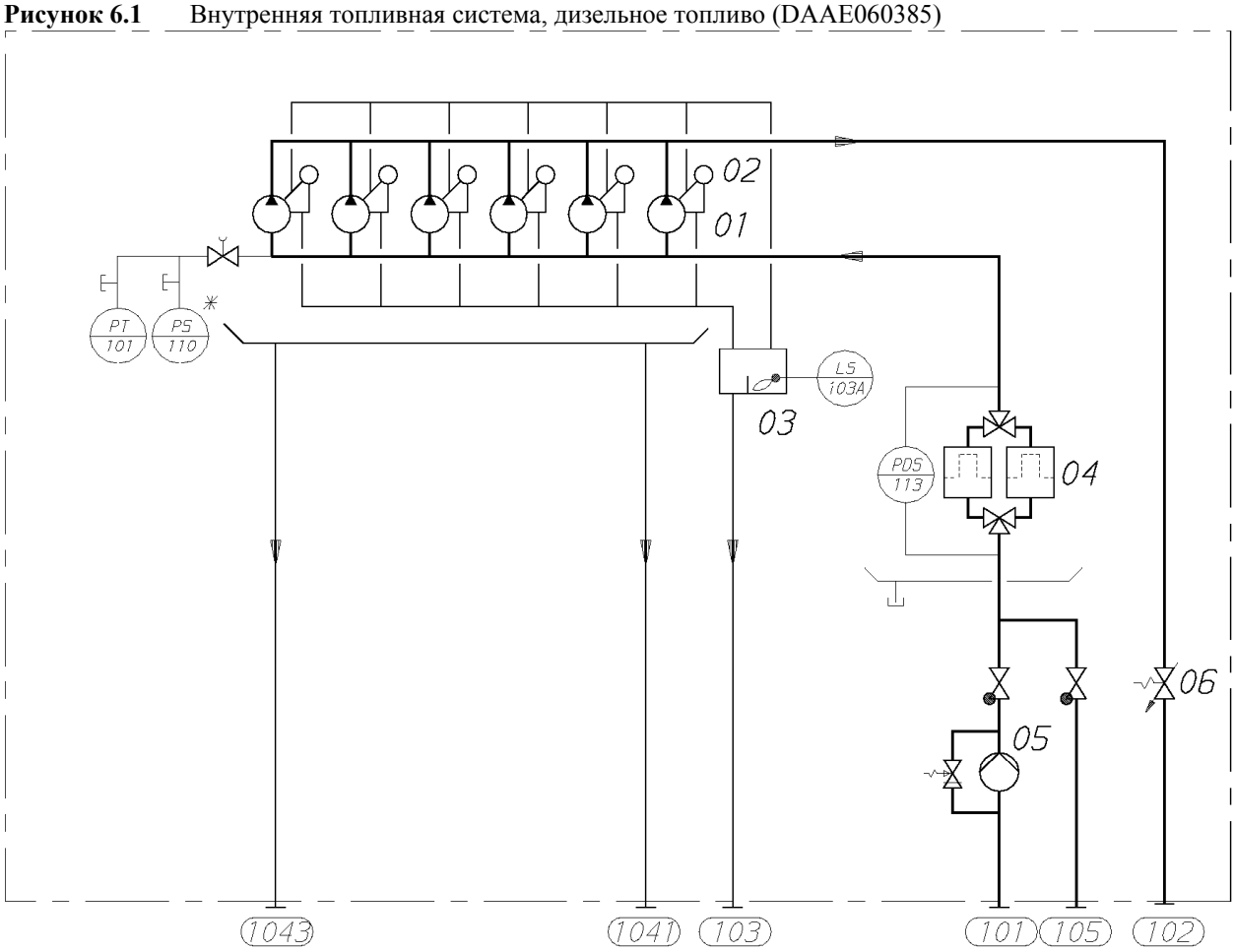
1) Если макс. вязкость впрыскиваемого топлива 24 сСт не может быть достигнута в не подогретом топливе, необходимо оборудовать топливную систему нагревательным устройством.

2) Способности воспламенения должны быть идентичными или превосходить требуемые для ископаемых топлив, то есть цетановое число (CN) должно быть мин. 35 для дизельного топлива (MDF) и индекс CCAI макс. 870 для тяжёлого топлива(HFO).

3) Температура застывания и температура помутнения / предельная температура фильтруемости должны быть по крайней мере на 10˚C ниже температуры впрыскиваемого топлива.

6.2 Внутренняя топливная система

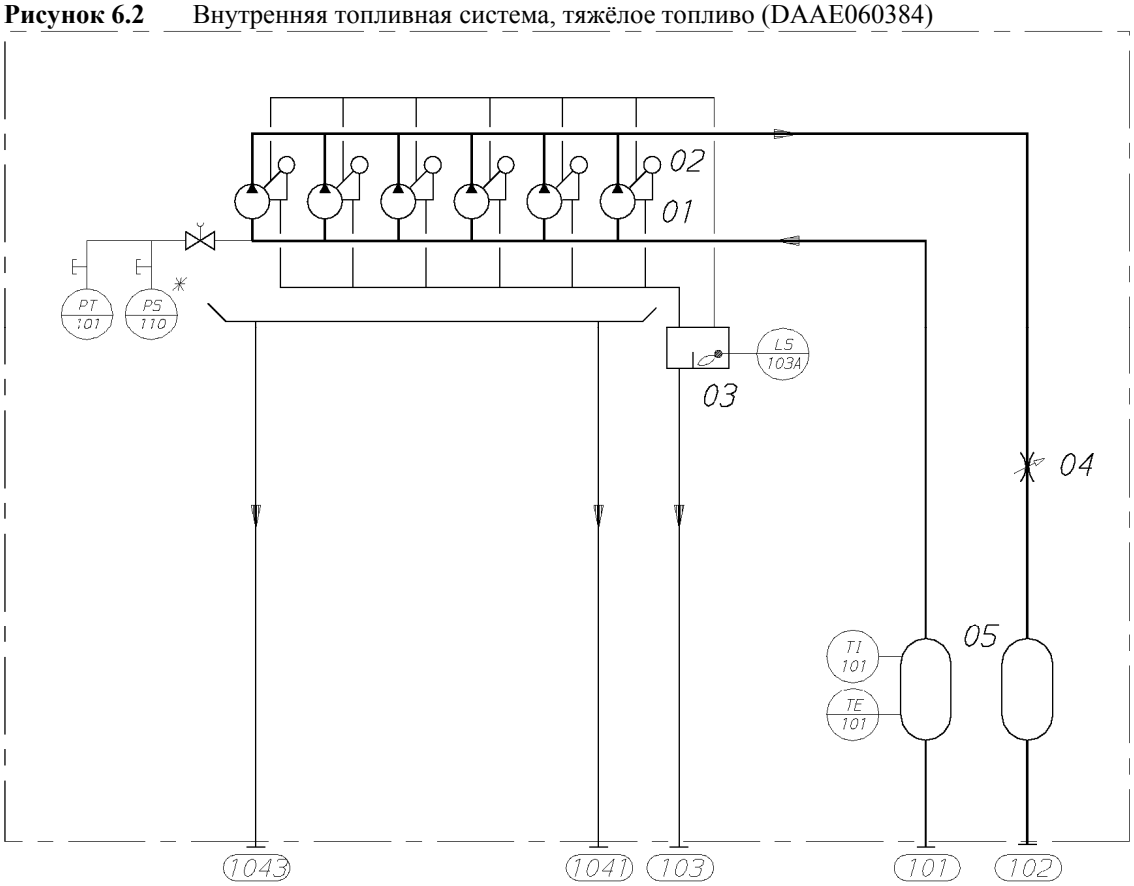
Рисунок 6.1 Внутренняя топливная система, дизельное топливо (DAAE060385)



✳ *РЕЗЕРВНЫЙ НАСОС*

Элементы системы		Датчики и индикаторы	
01	ТНВД	PT101	Давление топлива на входе
02	Инжекторный клапан	PS110	Переключатель резервного топливного насоса
03	Аварийный сигнал утечки топлива из труб ТНВД	LS103A	Утечка топлива, труба ТНВД
04	Двойной фильтр тонкой очистки	PDS113	Топливный фильтр, реле давления
05	Приводимый от двигателя топливоподкачивающий насос		
06	Клапан регулировки давления		

Рисунок 6.2 Внутренняя топливная система, тяжёлое топливо (DAAE060384)



✳ *РЕЗЕРВНЫЙ НАСОС*

Элементы системы		**Датчики и индикаторы**	
01	ТНВД	PT101	Давление топлива на входе
02	Инжекторный клапан	PS110	Переключатель резервного топливного насоса
03	Аварийный сигнал утечки топлива из труб ТНВД	LS103A	Утечка топлива, труба ТНВД
04	Регулируемый дроссельный клапан	TI101	Температура топлива на входе
05	Амортизаторы пульсаций	TE101	Температура топлива на входе

Таблица 6.4 Размеры соединений топливных труб двигателя

Соединения труб		**Размер**	**Класс давления**	**Стандарт**
101	Подвод топлива, тяжёлое топливо (HFO)	OD18	PN160	DIN 2353
101	Подвод топлива, дизельное топливо(MDF)	OD28	PN100	DIN 2353
102	Выпуск топлива, тяжёлое топливо (HFO)	OD18	PN160	DIN 2353
102	Выпуск топлива, дизельное топливо(MDF)	OD28	PN100	DIN 2353
103	Слив утечки топлива, чистое топливо	OD18	-	ISO 3304
1041	Слив утечки топлива, загрязнённое топливо	OD22	-	ISO 3304
1043	Слив утечки топлива, загрязнённое топливо	OD18	-	ISO 3304
105	Резервное соединение топливной системы	OD22	PN160	DIN 2353

Для двигателя могут быть заданы условия работы и на тяжёлом топливе (HFO), и на дизельном топливе (MDF). Двигатель рассчитан на продолжительную работу на тяжёлом топливе. Однако, возможна работа таких двигателей на дизельном топливе с перерывами, но без чередований. Если произошло изменение работы двигателя на тяжёлом топливе на непрерывную работу на дизельном топливе, рекомендуется заменить выпускные клапаны с нимоника (Nimonic) на стеллит (Stellite).

Двигатели, работающие на тяжёлом топливе, оборудованы регулируемым дроссельным клапаном на обратном топливопроводе двигателя. Для двигателей, установленных на том же контуре подачи топлива, важно правильно распределять топливо между двигателями. Для этой цели перепады давления между двигателями должны быть компенсированы регулируемым дроссельным клапаном.

Двигатели, работающие на дизельном топливе, с топливоподкачивающим насосом, питаемым от двигателя, оборудованы клапаном регулировки давления на возвратном топливопроводе двигателя. Этот клапан регулировки давления поддерживает заданное давление перед впрыскивающими насосами.

6.2.1 Система утечного топлива

Чистое топливо, просочившееся из клапанов впрыска топлива и ТНВД, собирается в двигателе и выходит самотеком через подсоединение для чистого утечного топлива. Чистое топливо может быть заново использовано без сепарации. Количество утечки чистого топлива приведено в главе *Технические данные*.

Другие возможные утечки топлива и избытки воды и масла раздельно вытекают из горячего бокса через соединения для загрязненного топлива и должны подводиться к шламовому танку.

6.3 Внешняя топливная система

Устройство внешней топливной системы может отличаться от корабля к кораблю, но каждая система должна обеспечивать подвод хорошо очищенного топлива соответствующей вязкости и давления к каждому двигателю. Температурный контроль необходим для постоянного поддержания правильного значения вязкости топлива перед впрыскивающими насосами (см. главу *Технические данные*). Во всех режимах работы должна быть обеспечена достаточная циркуляция топлива через каждый двигатель, подсоединённый к одному и тому же контуру.

Система очистки топлива должна включать в себя по крайней мере один отстойник и два сепаратора. Наиболее важным является правильное задание размеров сепараторов тяжёлого топлива, следовательно, необходимо точно следовать рекомендациям производителя сепаратора. Плохо центрифугированное топливо вредно для двигателя, а высокое содержание воды может также нанести вред системе подачи топлива.

Впрыскивающие насосы создают импульсы давления в трубопроводе подачи топлива и в возвратном трубопроводе. Топливопроводы между питателем и двигателем должны быть должным образом закреплены к жёстким конструкциям. Расстояние между точками крепления рядом с двигателем должно быть небольшим. См. главу *Разработка, обработка и установка трубопроводов.*

Перед двигателем необходимо обеспечить соединение для сжатого воздуха, а также слив из возвратного топливопровода к соединению чистого топлива утечки или расширительному танку. При таком расположении становится возможным выдуть топливо из двигателя до начала технического обслуживания, чтобы избежать пролива жидкости.

ЗАМЕЧАНИЕ!	В составных двигательных установках, когда несколько двигателей подсоединены к одному и тому же контуру подачи топлива, должна существовать возможность по отдельности перекрывать трубу подачи топлива и возвратный трубопровод, подсоединённые к двигателю. Это требование конвенции SOLAS. Сверх того ставятся условия, что способ отключения не окажет влияния на работу остальных двигателей, и что возможно перекрыть топливопроводы в том случае, если они окажутся недоступными из-за пожара на любом из двигателей.

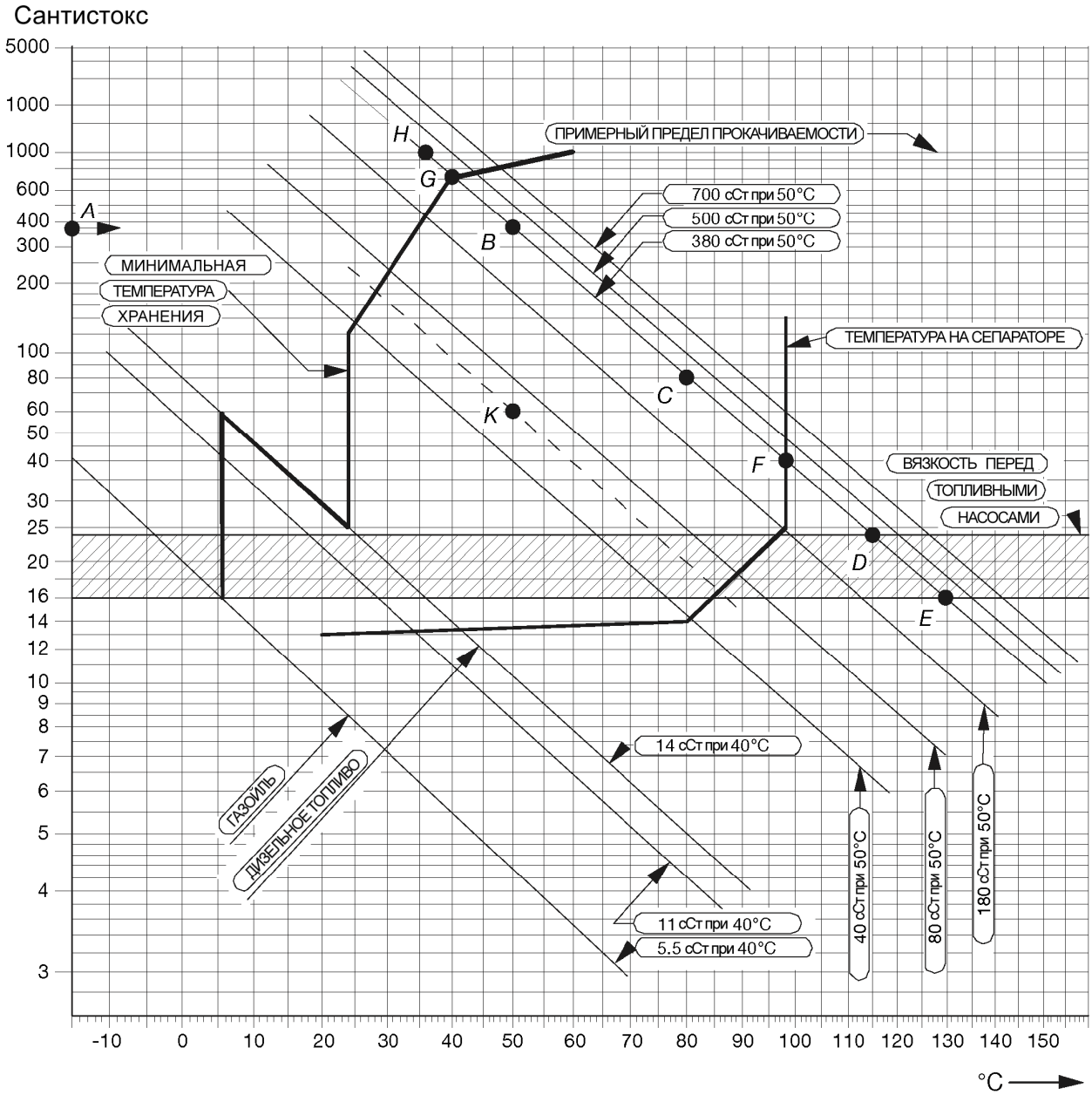
6.3.1 Требования по подогреву тяжёлого топлива

Подогрев необходим для:

- Топливных цистерн, отстойников, расходных танков
- Трубопроводов (обогрев линии)
- Сепараторов
- Подкачивающих насосов / бустерных установок

Для возможности работы насосов температура топливных цистерн должна всегда поддерживаться на 5....10˚C выше температуры застывания, обычно при 40…50˚C. Нагревательные элементы могут быть рассчитаны на температуру 60˚C.
Нагревательная способность танка определяется тепловыми потерями топливных цистерн и заданной степенью увеличения температуры.

Рисунок 6.3 Диаграмма «вязкость топлива/температура» для определения температур предварительного нагрева жидких топлив (4V92G0071b)



Пример 1: Топливо вязкостью 380 сСт (A) при 50˚C (B) или 80 сСт при 80˚C (C) должно предварительно подогреваться до температуры 115-130˚C (D-E) перед впрыскивающими насосами, до температуры 98˚C (F) на сепараторе и минимум до 40˚C (G) в резервуарах-хранилищах. Топливо может не поддаваться прокачиванию при температуре менее 36˚C (H).

Чтобы получить температуры для промежуточных значений вязкости, следует нарисовать через известную точку вязкости/температуры линию, параллельную ближайшей из линий вязкости/температуры на диаграмме.

Пример 2: Известна вязкость 60 сСт при 50˚C (K). По пунктирной линии можно определить: вязкость при 80˚C = 20 сСт, температуру на впрыскивающих насосах – 74 - 87˚C, температуру на сепараторе – 86˚C, минимальную температуру в резервуарах-хранилищах –28˚C.

6.3.2 Топливные танки

Сперва топливо перемещается из топливных цистерн в отстойник для первоначального отделения осадка и воды. После центрифугирования топливо поступает в расходные танки, из которых топливо подаётся к двигателю.

Отстойник для тяжёлого топлива (1T02) и дизельного топлива (1T10)

Для тяжёлого топлива и дизельного топлива рекомендуются раздельные отстойники.

Для того чтобы гарантировать достаточность времени отстаивания (отделения воды и осадка), объём каждого танка должен быть достаточным для мин. 24 часов работы при максимальном расходе топлива.

Танки должны быть оборудованы внутренними перегородками для обеспечения эффективности отстаивания, а также дно должно быть под наклоном для надлежащего слива.

Температура в отстойнике тяжёлого топлива должна поддерживаться между 50˚C и 70˚C, для чего необходимы нагревательный элемент и теплоизоляция танка. Отстойники дизельного топлива обычно не требуют обогрева или изоляции, однако температура танка должна находиться в пределах 20…40˚C.

Расходный танк для тяжёлого топлива (1T03) и дизельного топлива (1T06)

Необходимо обеспечить два расходных танка для тяжёлого топлива, каждый объёмом, достаточным для, по крайней мере, 8 часов работы при максимальном расходе топлива.

Для дизельного топлива назначается отдельный танк. Объёма танка с дизельным топливом должно хватать на 8 часов подачи топлива.

Отстойники не могут быть использованы взамен расходных танков.

Расходный танк должен быть сконструирован так, чтобы предотвращать скопление осадка рядом с всасывающей трубой, а дно танка находилось под наклоном для достижения эффективности сливания.

Расходные танки тяжёлого топлива должны быть оборудованы нагревательными элементами и теплоизолированы. Рекомендуется, чтобы значение вязкости в расходных танках было меньше 140 сСт. Из-за риска появления воскообразных образований, топлива со значением вязкости ниже 50 сСт при 50˚C необходимо хранить при температуре выше, чем того требует вязкость. Непрерывное сепарирование в настоящее время является принятой практикой, это означает, что температура расходного танка с тяжёлым топливом обычно находится выше 90˚C.

Температура танка дизельного топлива должна быть в диапазоне 20…40˚C.

Уровень танка должен обеспечивать положительное статическое давление со стороны всасывания топливоподкачивающих насосов. Если предполагается старт на дизельном топливе в условиях отсутствия электричества, необходимо расположить танк по меньшей мере на 15 метров выше коленвала двигателя.

Танк топлива утечки, чистое топливо (1T04)

Чистое топливо утечки вытекает из двигателя под действием силы тяжести. Необходимо собирать топливо в отдельный танк для чистого топлива утечки, откуда оно может быть перекачено в расходный танк и заново использовано без сепарации. Трубы от двигателя к танку чистого топлива утечки должны находиться под постоянным уклоном. Танк и трубопровод должны подогреваться и быть изолированы, кроме случаев, когда установка предназначена для работы только на дизельном топливе.

Трубопровод топлива утечки должен быть целиком замкнутым, чтобы предотвратить попадание грязи внутрь системы.

Танк топлива утечки, загрязнённое топливо (1T07)

В нормальном режиме работы не должна происходить утечка топлива из элементов топливной системы. В связи с техническим обслуживанием, или вследствие непредвиденных утечек, внутрь горячего ящика двигателя может пролиться топливо или вода. Под действием силы тяжести пролитые жидкости собираются и выводятся из двигателя через соединение загрязнённого топлива.

Загрязнённое топливо должно собираться в шламовом танке. Танк и трубы должны подогреваться и быть изолированы, кроме случаев, когда установка предназначена для работы исключительно на дизельном топливе.

6.3.3 Подготовка топлива

Сепарация

Тяжёлое топливо (остаточное и смеси остаточных и дистиллятных видов топлива) перед перемещением в расходный танк подвергаются очистке в эффективных центробежных сепараторах.

Классификационные правила требуют использовать блок сепарации с излишней производительностью, чтобы требуемая производительность поддерживалась при любой одной неработающей установке.

Необходимо чётко следовать всем рекомендациям производителя сепаратора.

Для удаления воды и возможных примесей также рекомендуются центробежные пакетные сепараторы (для установок, работающих только на дизельном топливе). Производительность сепараторов дизельного

топлива должна быть достаточной для того, чтобы обеспечивать подачу топлива при максимальном потреблении топлива. Если центробежные сепараторы будут посчитаны слишком дорогими для установок на дизельном топливе, тогда вместо них допустимо использовать коалесцирующие фильтры. Коалесцирующие фильтры обычно устанавливаются с всасывающей стороны циркуляционного насоса системы подачи топлива. Фильтр должен обладать малым перепадом давления, чтобы избежать кавитации в насосе.

Режим работы сепаратора

Наилучшая эффективность сепарации достигается, когда постоянно дополнительно работает резервный сепаратор и пропускная способность снижена в соответствии с текущим потреблением топлива.

Сепараторы с мониторингом очищенного топлива (без гравитационного диска), работающие непрерывно, могут пропускать топливо с плотностью, превышающей 991 кг/м^3 при 15˚C. В таком случае основной и резервный сепараторы должны работать параллельно.

Когда используются сепараторы с гравитационным диском, тогда каждый резервный сепаратор должен работать последовательно с другим сепаратором, так чтобы первый сепаратор выступал в роли очистителя, а второй – осветлителя. Такая схема расположения применяется для топлив плотностью макс. 991 кг/м^3 при 15˚C. Сепараторы должны быть одинакового размера.

Эффективность сепарации

Термин «гарантированный расход» (ГР, CFR) был предложен, чтобы выразить рабочие характеристики сепараторов в соответствии с общепринятыми стандартами. ГР определяется как расход (литры/час) через 30 минут после слива осадка, когда эффективность сепаратора равна 85%, при использовании определённых тестовых видов топлива и частиц. ГР задаётся для эквивалентных вязкостей топлива, равных 380 сСт и 700 сСт при 50˚C. Больше информации содержится в документе CWA 15375:2005 (E), разработанном ЕКС (европейской комиссии по стандартизации)
Эффективность сепарации – это мера способности сепаратора удалять определённые пробные частицы. Эффективность сепарации определяется следующим образом:

$$n = 100 \times \left(1 - \frac{C_{ВЫХ}}{C_{ВХ}}\right)$$

где:

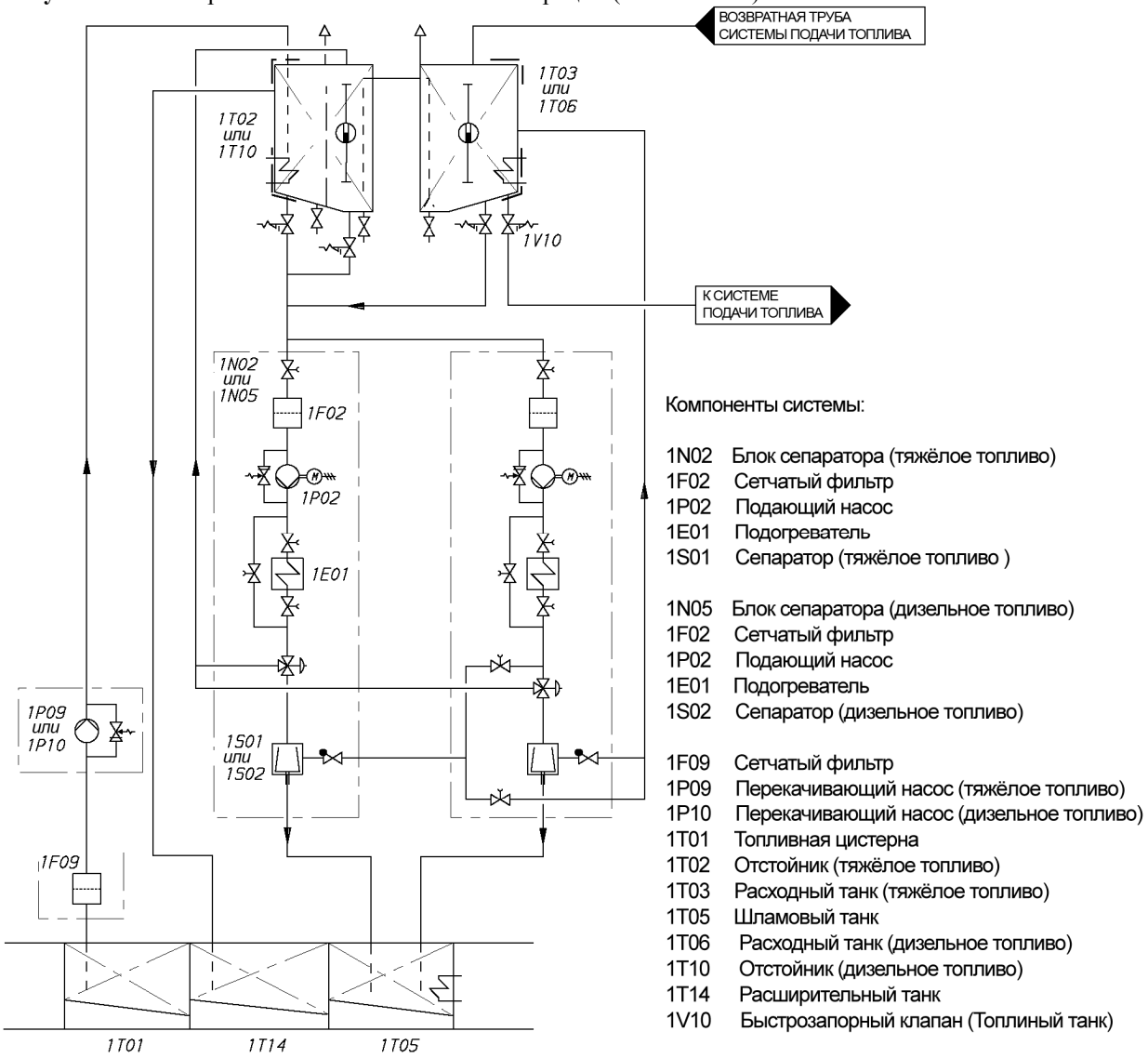
n = эффективность сепарации [%]
$C_{ВЫХ}$ = число пробных частиц в очищенном тестовом топливе
$C_{ВХ}$ = число пробных частиц в тестовом топливе перед сепаратором

Блок сепаратора (1N02/1N05)

Сепараторы обычно поставляются как предварительно собранные блоки, разработанные производителем сепаратора. Типично сепараторные модули оборудованы:

- Сетчатым фильтром на всасывающей линии (1F02)
- Подающим насосом (1P02)
- Предварительным подогревом (1E01)
- Шламовым танком (1T05)
- Сепаратором (1S01/1S02)
- Шламовым насосом
- Шкафами управления, включающими пускатели электродвигателя и контрольное устройство

Рисунок 6.4 Перекачка топлива и система сепарации (3V76F6626d)



Подающие насосы сепаратора (1P02)

Необходимо выставить реальное качество топлива для подающих насосов, а также рекомендованную пропускную способность сепаратора. Насос должен защищаться сетчатым фильтром (с размером сетки около 0.5 мм)
Для контроля нормы подачи топлива в сепаратор требуется одобренная система.

Расчётные данные:	**Тяжёлое топливо**	**Дизельное топливо**
Расчётное давление	0.5мПа (5 бар)	0.5 мПа (5 бар)
Расчётная температура	100˚C	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	1000 сСт	100 сСт

Подогреватель сепаратора (1E01)

Подогреватель настраивается в соответствии с пропускной способностью подающего насоса и заданной температурой отстойника. Температура поверхности подогревателя не должна быть слишком высокой, чтобы избежать крекинга топлива. Контроль температуры должен обеспечивать поддержание температуры топлива в пределах ± 2˚C.
Рекомендуемая температура топлива после подогревателя зависит от вязкости, но обычно составляет 98˚C для тяжёлого топлива и 20…40˚C для дизельного топлива. Оптимальная температура работы задаётся производителем сепаратора. Минимальная требуемая мощность подогревателя составляет:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

где:

P = мощность подогревателя [кВт]
Q = производительность подающего насоса сепаратора [л/ч]
ΔT = повышение температуры подогревателем [˚C]

Для тяжёлых топлив можно принять ΔT = 48˚C, то есть температура отстойника равна 50˚C. Топлива, имеющие вязкость больше 5 сСт при 50˚C требуют предварительного нагрева перед сепаратором. Подогреватели должны быть оснащены предохранительными клапанами и сливными трубами, ведущими к танку утечки (таким образом, чтобы возможные утечки могли быть обнаружены).

Сепаратор (1S01/1S02)

Основываясь на времени сепарации (23 или 23.5 ч/сутки), пропускная способность Q [л/ч] сепаратора может быть оценена по формуле:

$$Q = \frac{P \times b \times 24[h]}{\rho \times t}$$

где:

P = макс. продолжительная мощность дизельного двигателя (двигателей) [кВт]
b = удельный расход топлива + 15% запас [г/кВт]
ρ = плотность топлива [кг/м^3]
t = суточное время сепарации для самоочищающихся сепараторов [ч] (обычно = 23 ч или 23.5 ч)

Недопустимо превышать рекомендованные для сепаратора значения расходов топлива и качество топлива. Чем меньше расход, тем больше эффективность сепаратора.

Перед и после сепаратора необходимо установить пробоотборные клапаны.

Сепаратор дизельного топлива в установках, работающих на тяжёлом топливе (1S02)

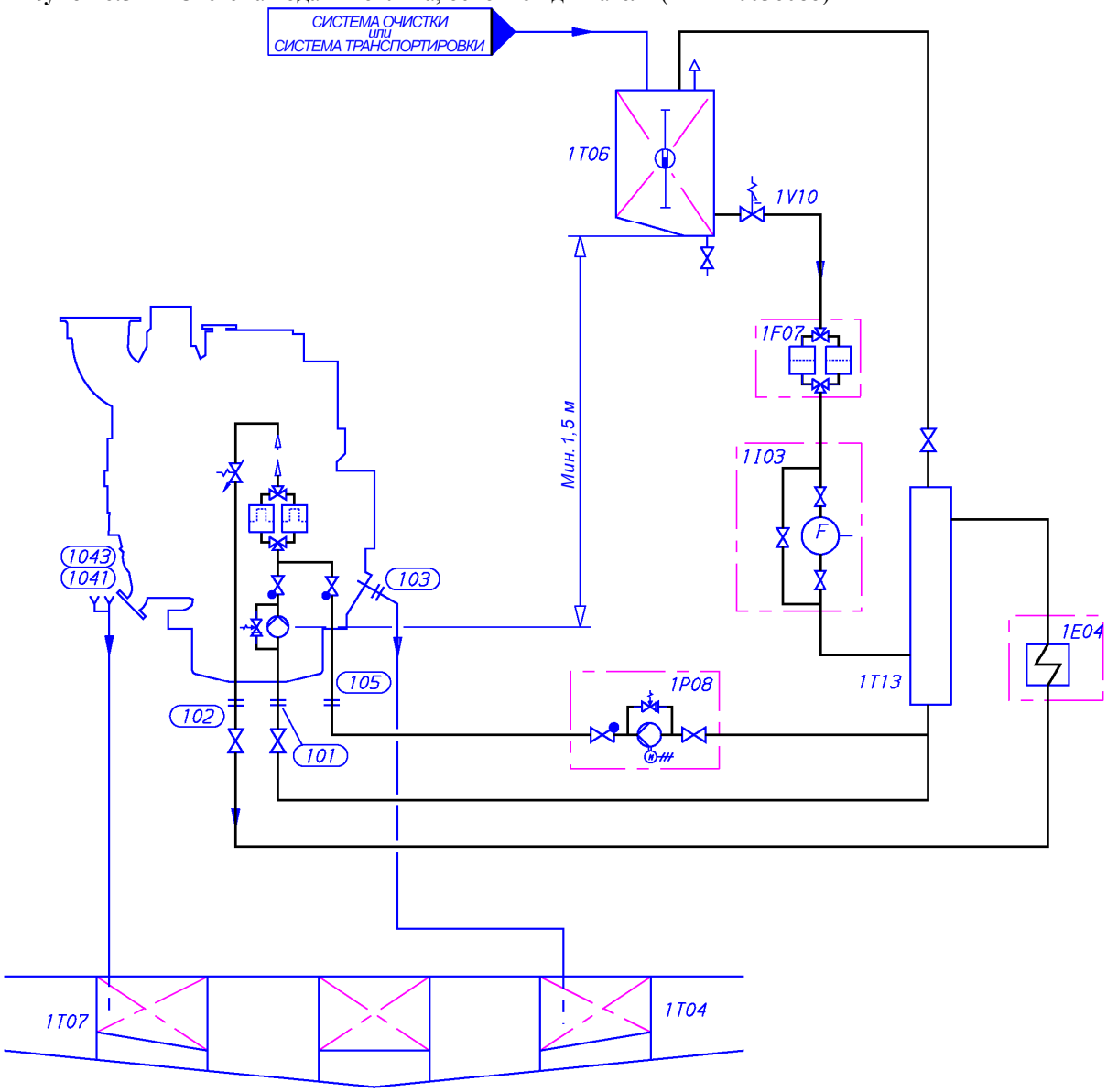
Для установок, работающих главным образом на тяжёлом топливе, рекомендуется также установить сепаратор дизельного топлива. В качестве сепаратора дизельного топлива может использоваться специальный сепаратор меньшего размера, или резервный сепаратор тяжёлого топлива.

Шламовый танк (1T05)

Шламовый танк должен располагаться непосредственно под сепараторами, или как можно ближе к сепараторам, кроме случаев, когда он интегрирован в сепараторный блок. Труба шламового танка должна быть установлена с постоянным уклоном вниз.

6.3.4 Система подачи топлива – установки на дизельном топливе.

Рисунок 6.5 Система подачи топлива, основной двигатель (DAAE003608b)



Элементы системы		Соединения труб	
1F07	Сетчатый фильтр, дизельное топливо	101	Подвод топлива
1P08	Резервный насос, дизельное топливо	102	Отвод топлива
1T04	Танк утечного топлива, чистое топливо	103	Слив утечного топлива, чистое топливо
1T06	Расходный танк, дизельное топливо	1041	Слив утечного топлива, загрязнённое топливо, свободный конец
1T07	Танк утечного топлива, загрязнённое топливо	1043	Слив утечного топлива, загрязненное топливо, сторона привода
		105	Резервное топливное соединение

Если двигатели будут работать только на дизельном топливе, тогда не обязателен подогрев топлива. В таком случае достаточно установить оборудование, перечисленное ниже. Некоторое оборудование, перечисленное ниже, также требует установки в дизельную часть топливной системы, работающей на тяжёлом топливе.

Циркуляционный насос, дизельное топливо (1P03)

Циркуляционный насос служит для поддержания давления на впрыскивающих насосах и прокачки топлива по системе. В качестве циркуляционного насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Перед каждым насосом должен быть установлен сетчатый фильтр тонкостью очистки 0.5 мм. Со стороны всасывания насоса должно иметься положительное статическое давление величиной около 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	5×общее потребление подсоединённых двигателей
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	1.0 мПа (10 бар)
Расчётная температура	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	90 сСт

Резервный насос, дизельное топливо (1P08)

Резервный насос требуется в том случае, если единственный основной двигатель оснащён насосом, приводимым от двигателя. В качестве резервного насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Насос должен быть расположен таким образом, чтобы со стороны всасывания имелось положительное статическое давление величиной около 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	5×общее потребление подсоединённых двигателей
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. общее давление (предохранительный клапан)	1.2 мПа (12 бар)
Расчётная температура	50˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	90 сСт

Измеритель расхода, дизельное топливо (1I03)

Если возвратное топливо из двигателя поступает в возвратный танк вместо расходного танка, тогда для мониторинга расхода топлива достаточно одного измерителя расхода при условии, что измеритель установлен в линии подачи, идущей от расходного танка (перед сливным танком). Для сливного танка обычно необходим охладитель. Объём сливного танка должен составлять 60-150 литров.

Общее сопротивление измерителя расхода и сетчатого фильтра должно быть достаточно небольшим, чтобы гарантировать положительное статическое давление величиной порядка 30 кПа со стороны всасывания циркуляционного насоса.

Необходимо наличие обводной трубы вокруг измерителя расхода, которая будет автоматически открываться при чрезмерном перепаде давления.

Фильтр тонкой очистки, дизельное топливо (1F05)

Фильтр тонкой очистки топлива представляет собой двойной фильтр всего потока из стальной сетки. Необходимо установить фильтр как можно ближе к двигателю.
Диаметр трубы между фильтром тонкой очистки и двигателем должен быть таким же, как и диаметр трубы до фильтров.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	в соответствии со спецификациями топлива
Расчётная температура	50˚C
Расчётный расход	Соответствует производительности топливного/циркуляционного насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации	37 µм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимый перепад давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Клапан регулировки давления, дизельное топливо (1V02)

Клапан регулировки давления устанавливается тогда, когда в установке присутствует питатель/напорный усилитель для тяжёлого топлива, и от двигателя к расходному танку дизельного топлива идёт возвратная труба. Клапан предназначен для повышения давления в возвратном трубопроводе для достижения требуемого давления в двигателе.

Расчётные данные:

Расчётный расход	Соответствует производительности циркуляционного насоса
Расчётная температура	50˚C
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Контрольная точка	0.4…0.7 мПа (4…7 бар)

Охладитель дизельного топлива (1E04)

Перед двигателем вязкость топлива может не опускаться ниже минимального предела, см. главу *Технические данные*. Практический опыт показывает, что при работе на дизельном топливе, температура топлива на входе должна быть ниже 45…50˚C. Для лёгких сортов масла возможна ещё более низкая температура.
При продолжительной работе на дизельном топливе обычно требуется охладитель топлива. Охладитель необходимо установить в возвратный трубопровод после двигателя (двигателей). В качестве охлаждающей среды обычно используется холодная вода.

Расчётные данные:

Рассеиваемое тепло	1 кВт/цилиндр
Максимальный перепад давления топлива	80 кПа (0.8 бар)
Максимальный перепад давления воды	60 кПа (0.6 бар)
Величина запаса (мощности, на загрязнение)	мин. 15%

Возвратный топливный танк (1T13)

Возвратный топливный танк должен быть оснащён выпускным клапаном на выходной трубе, ведущей к расходному танку дизельного топлива. Объём возвратного танка должен составлять по крайней мере 100 л.

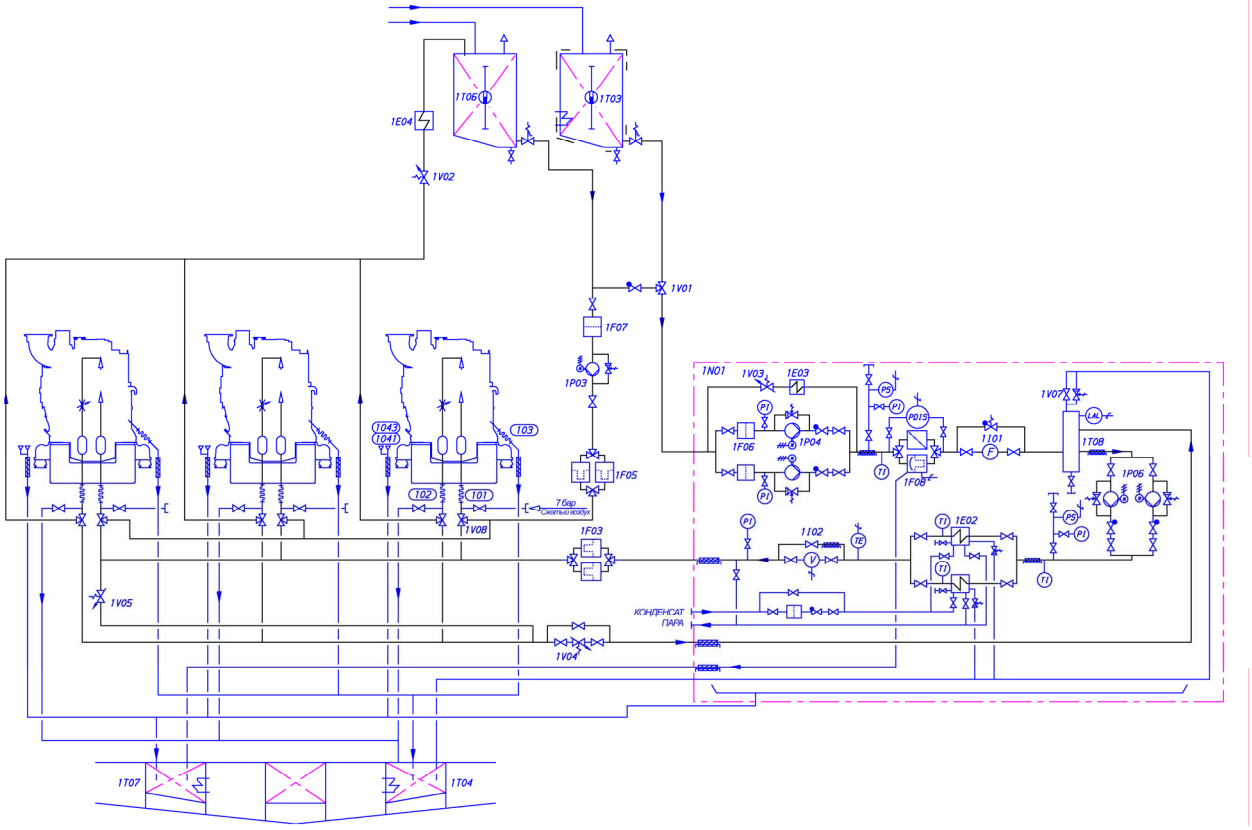
Старт при отсутствии электропитания

Дизель-генераторы, являющиеся основными источниками электроэнергии, должны быть способны продолжать функционировать при аварийном отключении электропитания за счёт запасённой энергии. В зависимости от конструкции системы и классификационных нормативов, в некоторых случаях является допустимым использовать аварийный генератор. Достаточное для аварийного запуска давление топлива может быть получено при помощи:

- Напорного танка, расположенного мин. на 15 метров выше коленвала
- Приводимого пневматически топливного насоса (1P11)
- Электрического топливного насоса (1P11), питаемого от аварийного источника питания

6.3.5 Топливная система – установки, работающие на тяжёлом топливе

Рисунок 6.6 Топливная система, вспомогательные двигатели (3V76F6656d)



Компоненты системы

1E02	Подогреватель	1P06	Подкачивающий насос
1E03	Охладитель	1T03	Расходный танк, тяжёлое топливо
1E04	Охладитель (возвратной линии дизельного топлива)	1T04	Танк утечного топлива, чистое топливо
1F03	Контрольный фильтр, тяжёлое топливо	1T06	Расходный танк, дизельное топливо
1F05	Контрольный фильтр, дизельное топливо	1T07	Танк утечного топлива, загрязнённое топливо
1F06	Всасывающий фильтр, тяжёлое топливо	1T08	Танк для удаления воздуха
1F07	Сетчатый фильтр, дизельное топливо	1V01	Переключающий клапан
1F08	Автоматический фильтр	1V02	Клапан регулировки давления, дизельное топливо
1I01	Измеритель расхода	1V03	Клапан регулировки давления, бустерная установка
1I02	Измеритель вязкости	1V04	Клапан регулировки давления, тяжёлое топливо
1N01	Подкачивающий насос/бустерная установка	1V05	Сливной клапан, тяжёлое топливо
1P03	Циркуляционный насос, дизельное топливо	1V07	Выпускной клапан
1P04	Подающий насос, тяжёлое топливо	1V08	Переключающий клапан

Соединения труб

101	Подвод топлива	1041	Слив утечного топлива, загрязнённое топливо, свободный конец
102	Отвод топлива	1043	Слив утечного топлива, загрязнённое топливо, сторона привода
103	Слив чистого утечного топлива		

Следует правильно установить трубы для тяжёлого топлива. Если вязкость топлива составляет 180 сСт/50˚С или выше, необходимо оборудовать трубы подогревателем трубопровода. Должна существовать возможность отключить подогрев труб, когда осуществляется работа на дизельном топливе (грамотно сгруппировать подогрев трубопроводов).

Пуск и остановка

Пуск и остановка двигателя может производиться на тяжёлом топливе при условии, что двигатель и топливная система предварительно прогреты до рабочей температуры. Топливо должно продолжать циркулировать в остановленном двигателе, чтобы поддерживать рабочую температуру. При пуске и остановке не рекомендуется переходить на дизельное топливо.
Перед капитальным ремонтом или отключением внешней системы необходимо промыть топливную систему двигателя и заполнить дизельным топливом.

Переход с тяжёлого топлива на дизельное топливо

Последовательность действий и оборудование для изменения топлива во время работы должны обеспечивать плавное изменение температуры и вязкости топлива. Если дизельное топливо подаётся через питатель/напорный усилитель тяжёлого топлива, то объём системы как раз достаточен для плавного перехода.

Если имеются отдельные циркуляционные насосы для дизельного топлива, тогда смену топлива стоит производить при помощи питателя/напорного усилителя тяжёлого топлива до переключения на циркуляционные насосы дизельного топлива. Как было упомянуто выше, при продолжительной работе на дизельном топливе обычно требуется охладитель топлива. Вязкость топлива в двигателе не должна падать ниже минимального предела, описанного в главе *Технические данные*.

Количество двигателей в одной системе

Когда блок подачи топлива питает только двигатели Wärtsilä 20, то к одному топливному контуру может быть подключено максимум три двигателя, кроме случаев, когда перед каждым двигателем установлен свой циркуляционный насос.

Предпочтительно, чтобы основные двигатели и вспомогательные двигатели имели отдельные блоки подачи топлива. Для того, чтобы основные двигатели и вспомогательные двигатели были на одном питающем контуре, обычно необходимы индивидуальные циркуляционные насосы или другие специальные устройства. Независимо от используемых специальных устройств, не рекомендуется питать более двух основных двигателей и двух вспомогательных двигателей, или более одного основного двигателя и трёх вспомогательных двигателей от одного блока подачи топлива.

Дополнительные указания:

- На узковинтовых судах с двумя двигателями должен иметься отдельный контур подачи топлива для каждого гребного вала
- На узковинтовых судах с четырьмя двигателями, стоящие на одном валу двигатели подсоединяются к разным контурам подачи топлива. К одному и тому же контуру может быть подсоединен только один двигатель с каждого вала

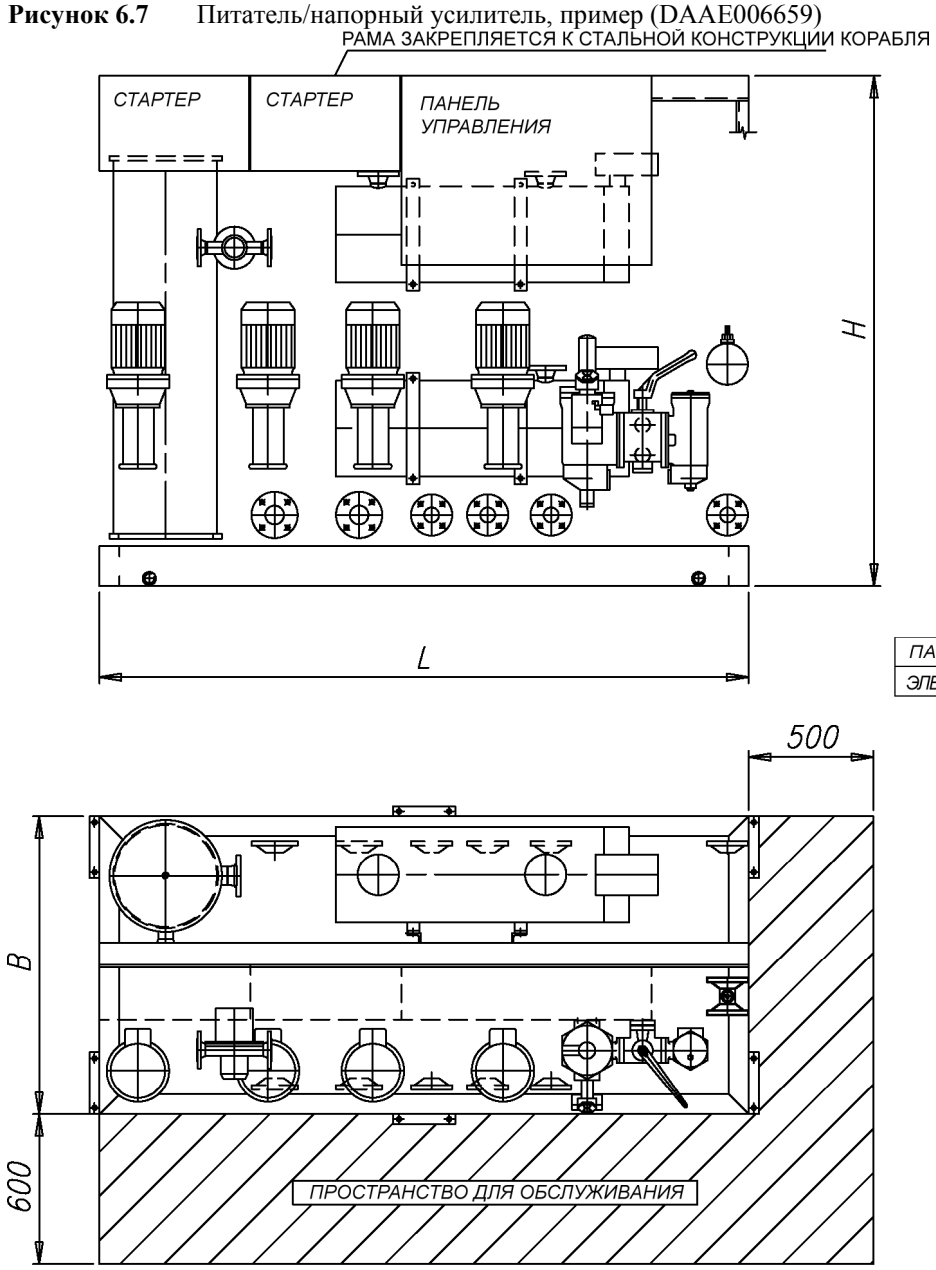
Питатель/напорный усилитель (1N01)

Питатель/напорный усилитель может доставляться целиком собранным. Данный блок включает в себя следующее оборудование:

- Два сетчатых фильтра
- Два подающих насоса винтового типа, оснащённых встроенными предохранительными клапанами и электромоторами
- Один клапан регулировки давления/сливной клапан
- Один танк для удаления воздуха, находящийся под давлением, оборудованный выпускным клапаном, управляемым по реле уровня.
- Два циркуляционных насоса, такого же типа, что и подающие насосы
- Два подогревателя (паровые, электрические, масляные) – один подогреватель работает, второй запасной.
- Один автоматический фильтр обратной промывки с байпасным фильтром.
- Один измеритель вязкости для управления подогревателями
- Один регулирующий клапан для парового подогревателя или масляного подогревателя, шкаф управления электроподогревателями
- Один терморегулирующий клапан для аварийного контроля подогревателей
- Один шкаф управления, включающий стартеры для насосов
- Одну панель аварийной сигнализации

Перечисленное выше оборудование собирается на стальном каркасе, который может быть приварен или прикручен болтами к основанию на корабле. Все внутренние электропроводы и трубопроводы целиком собраны. Все трубы для тяжёлого топлива изолированы и оборудованы подогревом.

Рисунок 6.7 Питатель/напорный усилитель, пример (DAAE006659)



	H	L	B
ПАРОВОЙ	1800	2500	1100
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ	2050	2600	1200

Все размеры в мм.

Подкачивающий насос, бустерная установка (1P04)

Подкачивающий насос поддерживает давление в системе подачи топлива. В качестве подкачивающего насоса рекомендуется использовать винтовой насос. Производительность насоса должна быть достаточной, чтобы предотвратить падение давления во время промывки автоматического фильтра.

Перед каждым насосом следует установить сетчатый фильтр с размером отверстий 0.5 мм. Со стороны всасывания насоса должно создаваться положительное статическое давление величиной порядка 30 кПа.

Расчётные данные:

Производительность	Общий расход подсоединёнными двигателями плюс объём потока от автоматического фильтра (1F08)
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	0.7 мПа (7 бар)
Расчётная температура	100˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	1000 сСт

Клапан регулировки давления, бустерная установка (1V03)

Клапан регулировки давления в подкачивающем насосе/бустерной установке поддерживает давление в танке удаления воздуха, направляя избыток потока к всасывающей стороне подкачивающего насоса.

Расчётные данные:

Производительность	Соответствует производительности подкачивающего насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Расчётная температура	100˚C
Контрольная точка	0.3…0.5 мПа (3…5 бар)

Автоматический фильтр, бустерная установка (1F08)

Рекомендуется выбрать для обводной линии автоматический фильтр с ручной очисткой. Автоматический фильтр необходимо установить перед подогревателем, между подкачивающим насосом и танком удаления воздуха (деаэрации). Фильтр оборудуется нагревательной рубашкой. Тем не менее, необходимо предотвратить перегревание (до температуры, превышающей 100˚C), при работе на дизельном топливе должна существовать возможность выключения подогревателя.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со спецификацией топлива
Расчётная температура	100˚C
Предварительный подогрев	Если вязкость топлива больше 25 сСт/100˚C
Расчётный расход	Соответствует производительности подающего насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации:	
- автоматический фильтр	35 µм (абсолютный размер отверстий)
- байпасный фильтр	35 µм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимый перепад давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Измеритель расхода, бустерная установка (1I01)

Если требуется измеритель расхода, его следует установить между подкачивающими насосами и танком удаления воздуха. Если требуется измерять потребление топлива каждого отдельного двигателя в сложных двигательных установках, необходимо установить два измерителя расхода на каждый двигатель: один на линию подачи и один на возвратную линию каждого насоса.

Необходимо наличие обводной трубы вокруг измерителя расхода, которая будет автоматически открываться при чрезмерном перепаде давления.

Если на измерителе расхода установлен предварительный фильтр, рекомендуется установить устройство, сигнализирующее о высокой разнице давления на концах фильтра.

Танк удаления воздуха, бустерная установка (1T08)

Танк должен быть оснащён реле сигнала пониженного уровня топлива и выпускным клапаном. Если это возможно, вытяжная труба отводится вниз, например, к расширительному танку. Танк должен быть изолирован и оборудован нагревательным элементом. Объём танка должен составлять минимум 100 литров.

Циркуляционный насос, бустерная установка (1P06)

Назначение насоса – прокачивать топливо по системе и поддерживать требуемое давление (определённое в главе *Технические данные*) на ТНВД. Циркулируя в системе, топливо сохраняет правильное значение вязкости, а также поддерживает трубопроводы и ТНВД при рабочей температуре.

Расчётные данные:

Производительность	5 × общее потребление подсоединённых двигателей
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Макс. полное давление (предохранительный клапан)	1.0 мПа (10 бар)

Расчётные данные:

Расчётная температура	150 ˚C
Вязкость для задания параметров электромотора	500 сСт

Подогреватель, бустерная установка (1E02)

Подогреватель должен быть способен поддерживать вязкость топлива 14 сСт (топливо заданного сорта и заданной температуре расходного танка) при максимальном потреблении топлива, требуемые значения вязкости на ТНВД приведены в главе *Технические данные.* Тем не менее, при работе на топливе высокой вязкости, температура топлива на входе двигателя не должна превышать 135 ˚C.

Мощность подогревателя должна контролироваться измерителем вязкости. Контрольная точка измерителя вязкости должна быть несколько ниже требуемой вязкости на впрыскивающих насосах, чтобы компенсировать тепловые потери в трубопроводах. Для резервного контроля вязкости следует установить термостат.

Для предотвращения крекинга топлива, температура поверхности подогревателя не должна быть слишком высокой. Количество передаваемого тепла от поверхности не должно превышать 1.5 Вт/см^2.

Требуемая мощность подогревателя может быть приблизительно подсчитана по следующей формуле:

$$P = \frac{Q \times \Delta T}{1700}$$

где:

P = мощность подогревателя [кВт]
Q = общее потребление топлива при полной выходной мощности двигателя + 15% запас [л/ч]
ΔT = повышение температуры подогревателем [˚C]

Измеритель вязкости, бустерная установка (1I02)

Подогреватель должен контролироваться измерителем вязкости. Измеритель вязкости должен быть сконструирован таким образом, чтобы выдерживать пики давления, вызываемые ТНВД дизельного двигателя.

Расчётные данные:

Рабочий диапазон	0…50 сСт
Расчётная температура	180˚C
Расчётное давление	4 мПа (40 бар)

Предохранительный фильтр (1F03)

Контрольный фильтр – это полнопроточный сдвоенный фильтр с сетчатым стальным фильтрующим элементом. Необходимо устанавливать предохранительный фильтр как можно ближе к двигателю. Контрольный фильтр оборудуется нагревательной рубашкой. В установках с несколькими двигателями возможно использовать один общий предохранительный фильтр для всех двигателей.

Диаметр трубы между предохранительным фильтром и двигателем должен быть таким же, как и диаметр трубы между подкачивающим насосом/бустерной установкой и предохранительным фильтром.

Расчётные данные:

Вязкость топлива	В соответствии со спецификацией топлива
Расчётная температура	150˚C
Расчётный расход	Равен производительности циркуляционного насоса
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Тонкость фильтрации	37 μм (абсолютный размер отверстий)
Максимально допустимые перепады давления при 14 сСт:	
- чистый фильтр	20 кПа (0.2 бар)
- аварийный	80 кПа (0.8 бар)

Перепускной клапан, тяжёлое топливо (1V05)

Если несколько двигателей подключены к одному и тому же подкачивающему насосу/бустерной установке, между линией подачи топлива и возвратной линией требуется перепускной клапан. Перепускной клапан ограничивает максимальное давление в линии подачи, когда топливопроводы к параллельному двигателю закрыты для технического обслуживания.

Для перепускного клапана необходимо задать параметры, обеспечивающие стабильное давление во всём рабочем диапазоне.

Расчётные данные:

Производительность	Равна производительности циркуляционного насоса (1P06)
Расчётное давление	1.6 мПа (16 бар)
Расчётная температура	150˚C
Контрольная точка (Δp)	Вспомогательные генераторные установки: 0.1…0.2 мПа (1…2 бар) Системы, работающие на одном виде топлива: 0.2…0.7 мПа (2…7 бар)

Клапан регулировки давления (1V04)

Клапан регулировки давления предназначен для повышения давления в возвратной линии для достижения требуемого давления в двигателе. Клапан необходим в установках, где двигатель оборудован регулируемым дроссельным клапаном в возвратной линии двигателя.

Настройка регулируемого дроссельного клапана двигателя должна производиться после настройки клапана регулировки давления (1V04). Настройка должна проверяться при разных нагрузочных режимах, включая случаи, когда один или несколько двигателей находятся без нагрузки. Если основной двигатель подсоединён к тому же питателю/напорному усилителю, тогда необходимо также проверить циркуляцию/температуру, при работающем основном двигателе и без него.

6.3.6 Промывка

Перед тем, как двигатели подсоединяются к системе подачи топлива и топливо начинает циркулировать через двигатели, необходимо полностью промыть внешнюю систему трубопроводов. Система трубопроводов должна предусматривать установку временного промывочного фильтра.

Топливопроводы на двигателе (соединения 101 и 102) отсоединяются, подающая и возвратная линии соединяются временной трубой или шлангом со стороны установки. Все фильтрующие элементы удаляются из фильтров, кроме, конечно, промывочного фильтра. Для предотвращения повреждения, вокруг автоматического фильтра и измерителя вязкости следует проложить байпасные трубы. Тонкость фильтрации промывочного фильтра должна составлять 35µм или быть более высокой.

7. Система смазки маслом

7.1 Требования к качеству смазочного масла

7.1.1 Смазочное масло для двигателя

Смазочное масло должно быть класса вязкости SAE 40 и иметь индекс вязкости (VI) минимум 95. Щелочные свойства смазочного масла (ЩЧ) связаны с сортом топлива, как показано в таблице ниже. ЩЧ – это щелочное число. Его значение равно миллиграммам KOH в грамме масла.

Таблица 7.1 Стандарты топлива и требования к качеству смазочного масла

Категория	Стандарт топлива		ЩЧ смазочного масла
A	ASTM D 975-01, BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO8217: 1996(E)	GRADE NO. 1-D, 2-D DMX, DMA DX, DA ISO-F-DMX, DMA	10…30
B	BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 1996(E)	DMB DB ISO-F-DMB	15…30
C	ASTM D 975-01, ASTM D 396-04, BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 1996(E)	GRADE NO. 4-D GRADE NO. 5-6 DMC, RMA10-RMK55 DC, A30-K700 ISO-F-DMC, RMA10-RMK55	30…55

Для работы на тяжёлом топливе в первую очередь следует выбирать смазочные материалы со значением ЩЧ равным 50-55. Смазка со значением ЩЧ 40 также может быть использована с тяжёлым топливом при условии, что содержание серы сравнительно невелико и что ЩЧ остаётся выше предельного значения при допустимых интервалах между заменами масла. Смазочные масла со значением ЩЧ 30 должны использоваться вместе с тяжёлым топливом только в частных случаях; например, на установках с SCR (селективным катализатором), если, несмотря на более короткие интервалы между заменами масла, могут быть достигнуты лучшие показатели общей экономии. Меньшие значения ЩЧ могут иметь положительное влияние на время жизни катализатора на установках с SCR.

Использование сырой нефти с низким содержанием серы допускает использование смазочных масел ЩЧ 30. Однако, нередко в сырой нефти содержатся другие кислотные составляющие, для которых требуется большее значение ЩЧ, несмотря на то, что содержание серы в топливе невелико.

Для двигателя не является вредным использование более высокого ЩЧ, чем рекомендуется для сорта топлива.

Недопустимо смешивать масла разных марок, если только это не разрешено поставщиками масла. Если двигатель на гарантии, смешивание различных масел также должно быть одобрено компанией Wärtsilä.

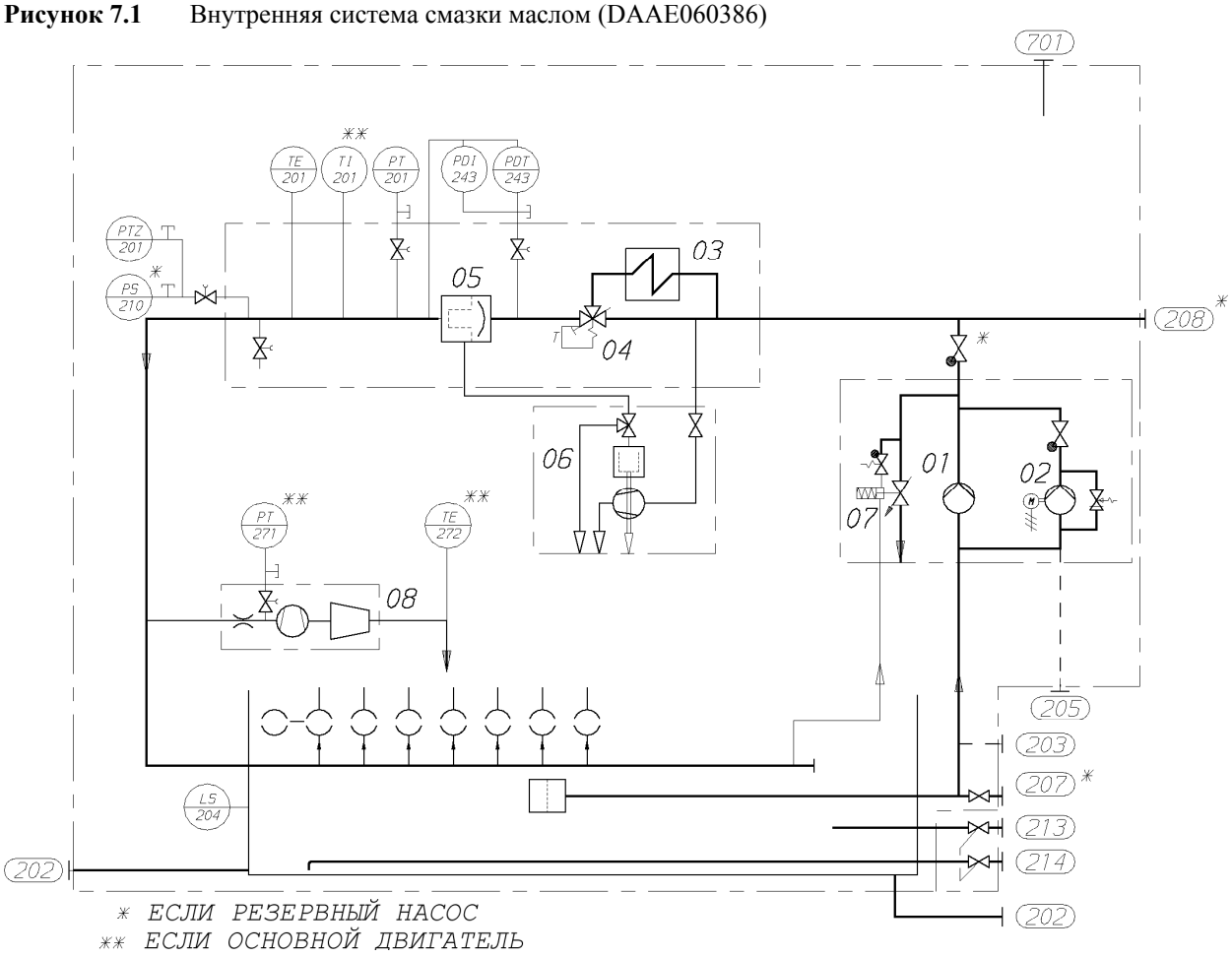
Каждая установка снабжается обновлённым списком одобренных смазочных масел.

7.1.2 Масло в регуляторе скорости или приводе

В нормальных условиях эксплуатации допустим класс вязкости масла SAE 30 или SAE 40. Обычно может быть использовано такое же масло, что и в двигателе. При низких температурах окружающей среды возможна необходимость использования универсального масла (например, SAE 5W-40), чтобы гарантировать правильную работу при запуске с холодным маслом.

7.2 Внутренняя система смазки маслом

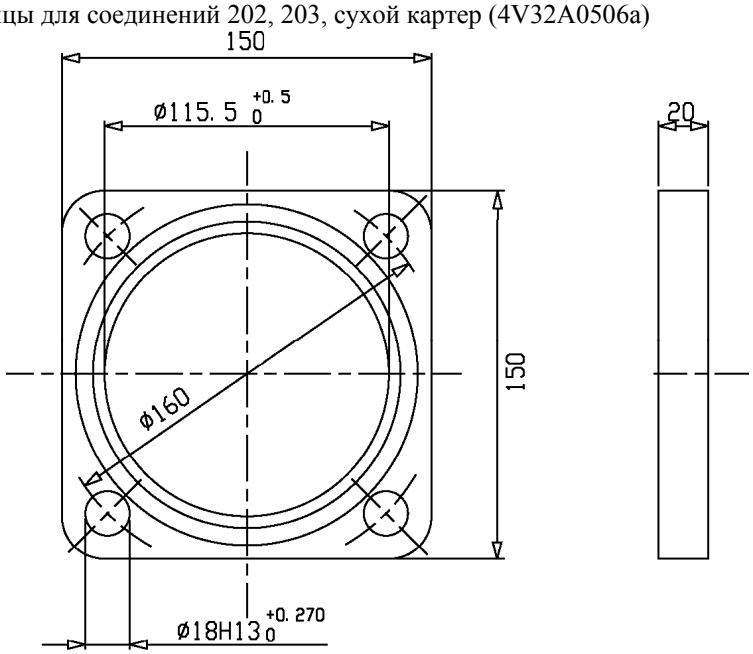
Рисунок 7.1 Внутренняя система смазки маслом (DAAE060386)



Элементы системы		Датчики и индикаторы	
01	Основной насос смазочного масла	PTZ201	Давление смазочного масла на входе
02	Масляный насос предварительной прокачки маслом	PS210	Датчик давления смазочного масла, резервный насос
03	Охладитель смазочного масла	TE201	Температура смазочного масла на входе
04	Терморегулирующий клапан	TI201	Температура смазочного масла на входе
05	Автоматический фильтр	PT201	Давление смазочного масла на входе
06	Центробежный фильтр	PDI243	Разность давлений на фильтре смазочного масла
07	Клапан регулировки давления	PDT243	Разность давлений на фильтре смазочного масла
08	ГТН	TE272	Температура смазочного масла на выходе ГТН
		PT271	Температура смазочного масла на входе ГТН
		LS204	Низкий уровень смазочного масла в поддоне картера

Соединения труб		Размер	Класс давления	Стандарт
202	Отвод смазочного масла (Если сухой поддон картера)	DN100	*См. Рис. 7.2*	
203	Смазочное масло к насосу, приводимому от двигателя (Если сухой поддон)	DN100	*См. Рис. 7.2*	
205	Смазочное масло к пусковому насосу (Если сухой поддон)	DN32	PN40	ISO 7005-1
207	Смазочное масло к электрическому насосу	DN100	PN16	ISO 7005-1
208	Смазочное масло от электрического насоса	DN80	PN16	ISO 7005-1
213	Смазочное масло от сепаратора и заливного отверстия	DN32	PN40	ISO 7005-1
214	Смазочное масло к сепаратору и сливному отверстию	DN32	PN40	ISO 7005-1
701	Вентиляция картера двигателя	DN65		

Рисунок 7.2 Фланцы для соединений 202, 203, сухой картер (4V32A0506a)



Поддон картера для смазочного масла – мокрого типа для вспомогательных двигателей и дизель-генераторов. Сухой картер рекомендуется для основных двигателей, работающих на тяжёлом топливе. Сухой картер имеет два отверстия для слива масла с каждого конца двигателя. Из них два отверстия следует подсоединить к масляному танку системы.

Приводимый напрямую насос смазочного масла – шестерённого типа и оборудован клапаном регулировки давления. Насос настраивается таким образом, чтобы обеспечить достаточный поток даже при низких скоростях. Соединение для резервного насоса возможно по выбору. Информацию касательно высоты всасывания, расхода и давления насоса см. в главе *Технические данные*.

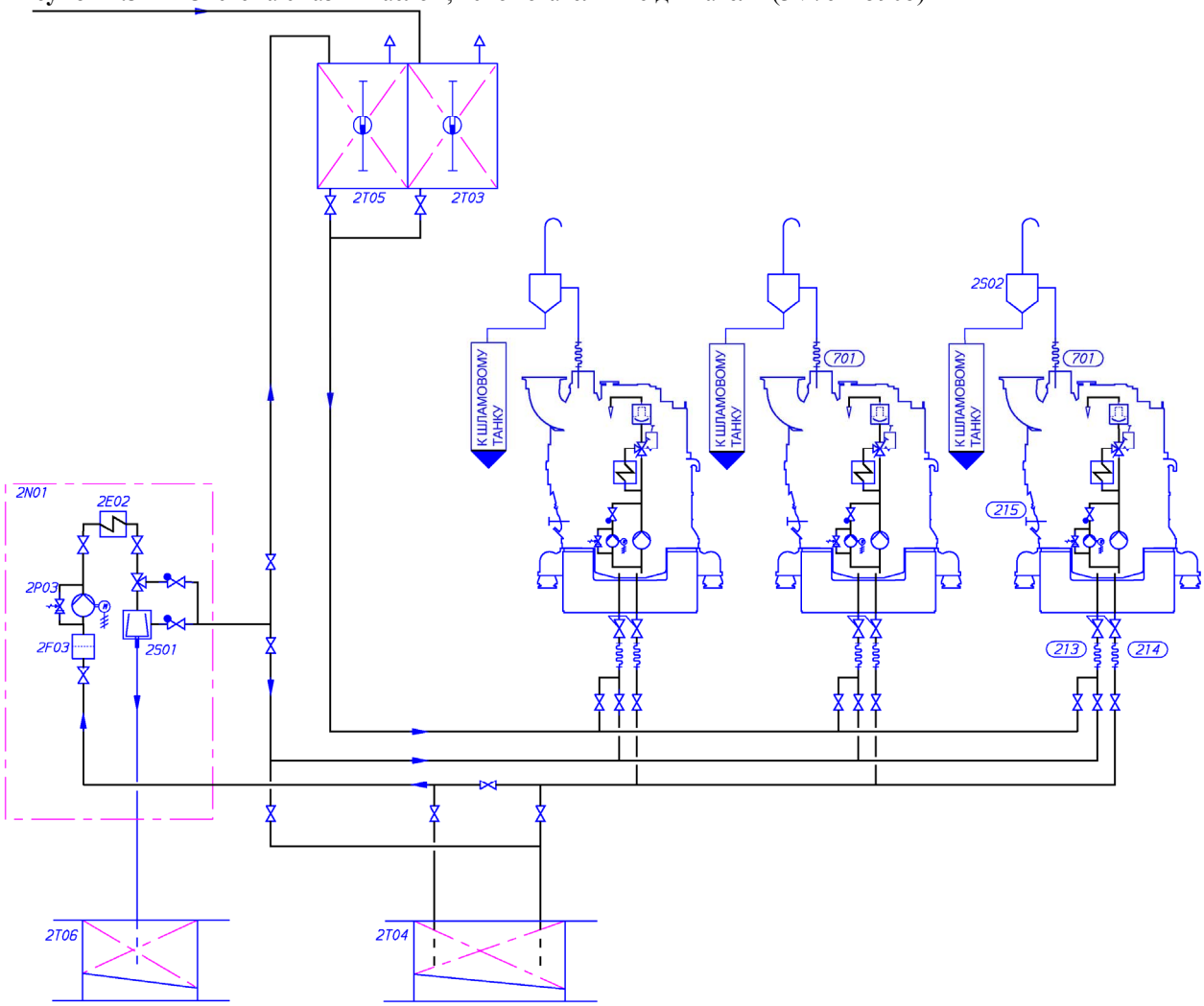
Насос предварительной смазки – это приводимый от электродвигателя шестерённый насос, оборудованный предохранительным клапаном. Насос должен всегда работать, когда двигатель остановлен. Информацию касательно высоты всасывания, расхода и давления насоса см. в главе *Технические данные*.

Находящийся на двигателе модуль смазки маслом состоит из охладителя смазочного масла, терморегулирующего клапана и автоматического фильтра.

Центробежный фильтр устанавливается для очистки масла обратной циркуляции из автоматического фильтра.

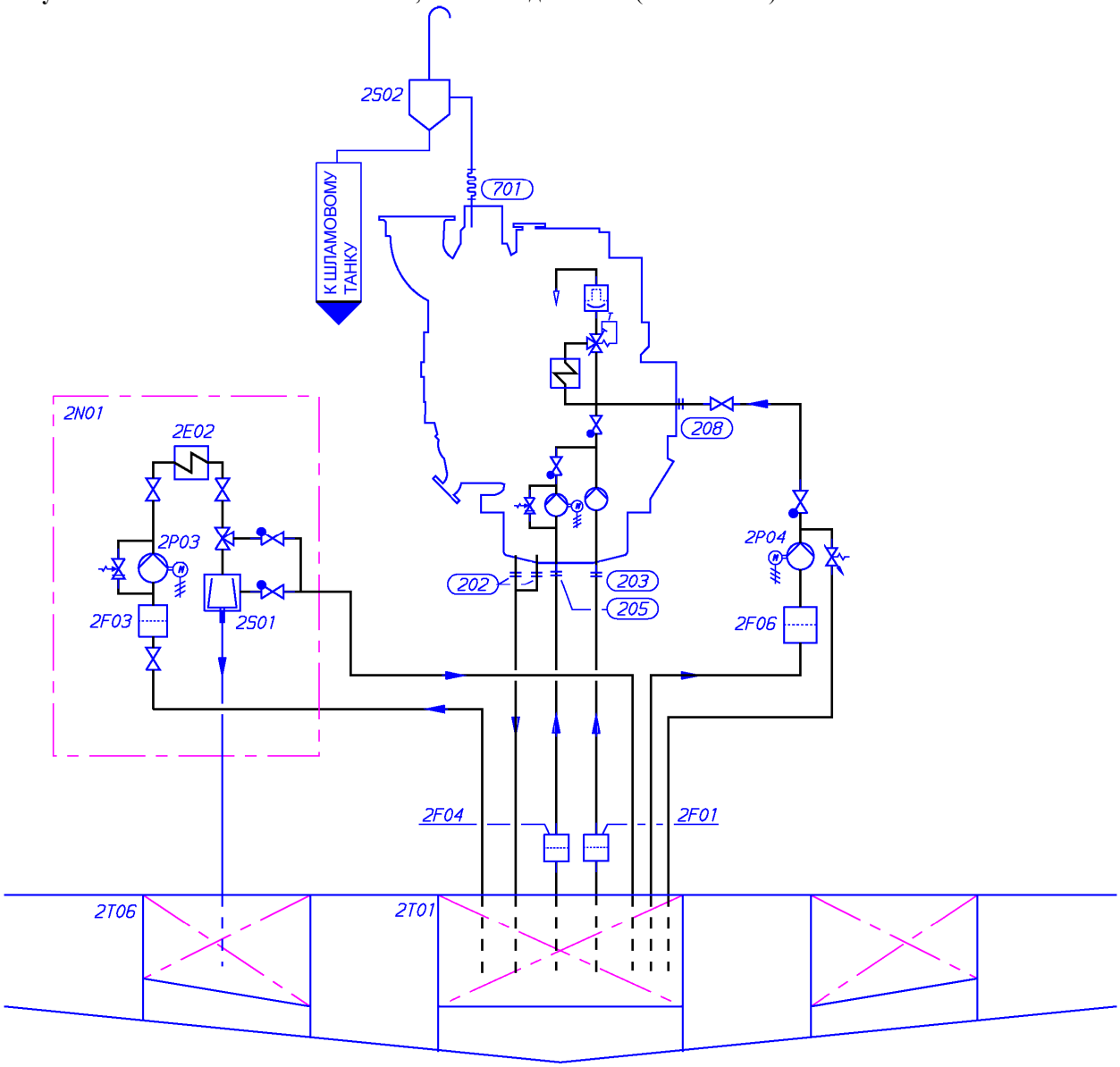
7.3 Внешняя система смазки маслом

Рисунок 7.3 Система смазки маслом, вспомогательные двигатели (3V76E4590b)



Элементы системы		Соединения труб		
2E02	Подогреватель (Блок сепаратора)	213	Смазочное масло от сепаратора и заливного отверстия	DN32
2F03	Всасывающий фильтр (Блок сепаратора)	214	Смазочное масло к сепаратору и сливному отверстию	DN32
2N01	Блок сепаратора	215	Заливное отверстие для смазочного масла	M48*2
2P03	Насос сепаратора (Блок сепаратора)	701	Вентиляция картера двигателя	DN65
2S01	Сепаратор			
2S02	Конденсационный горшок			
2T03	Танк свежего масла			
2T04	Танк восстанавливаемого масла			
2T05	Танк восстановленного масла			
2T06	Шламовый танк			

Рисунок 7.4 Система смазки маслом, основной двигатель (3V76E4591c)



Элементы системы		Соединения труб		
2E02	Подогреватель (Блок сепаратора)	202	Сток смазочного масла (из поддона картера)	DN100
2F01	Сетчатый фильтр (Основной насос смазочного масла)	203	Смазочное масло к насосу, приводимому от двигателя	DN100
2F03	Всасывающий фильтр (Блок сепаратора)	205	Смазочное масло к пусковому насосу	DN32
2F04	Сетчатый фильтр (Масляный насос предварительной прокачки маслом)	208	Смазочное масло от электрического насоса	DN80
2F06	Сетчатый фильтр (Резервный насос)	701	Вентиляция картера двигателя	DN65
2N01	Блок сепаратора			
2P03	Насос сепаратора (Блок сепаратора)			
2P04	Резервный насос			
2S01	Сепаратор			
2S02	Конденсационный горшок			
2T01	Системный масляный танк			
2T06	Шламовый танк			

7.3.1 Система сепарации

Блок сепаратора (2N01)

Каждый двигатель должен иметь специальный сепаратор смазочного масла, сепараторы должны быть настроены на непрерывную сепарацию. Если установка предназначена для работы только на дизельном топливе, тогда может быть достаточна периодическая сепарация.

Генераторные установки, работающие на топливе, имеющем вязкость макс. 380 сСт / 50˚С могут быть оборудованы общим блоком сепаратора смазочного масла. Три двигателя могут иметь общий блок сепаратора смазочного масла. В установках, имеющих четыре и более двигателя, следует установить два блока сепаратора смазочного масла.

Сепараторы обычно поставляются уже собранными блоками.

Обычно блоки сепаратора смазочного масла оборудованы:

- Подающим насосом с сетчатым фильтром и предохранительным клапаном
- Предварительным подогревателем
- Сепаратором
- Шкафом управления

Также блок сепаратора смазочного масла может быть оборудован промежуточным шламовым танком и шламовым насосом, что делает сепаратор более удобным для применения, так как нет необходимости располагать шламовый танк непосредственно под сепаратором.

Подающий насос сепаратора (2P03)

Подающий насос выбирается из расчёта, чтобы соответствовать рекомендованной пропускной способности сепаратора. Обычно насос подбирается и поставляется к сепаратору производителем сепаратора.

При настройке электродвигателя, необходимо принять во внимание самую низкую прогностическую температуру в масляном танке системы (после длинной остановки).

Подогреватель сепаратора (2E02)

Параметры подогревателя следует задать, исходя из производительности подающего насоса и температуры в масляном танке системы. Когда двигатель работает, температура в масляном танке системы, расположенном в днище корабля, обычно составляет 65…75˚С. Для того, чтобы сделать возможной сепарацию при остановленном двигателе, мощность подогревателя должна быть достаточной для поддержания требуемой температуры без подвода тепла от двигателя.

Рекомендуемая температура масла после подогревателя составляет 95˚С.

Температура поверхности подогревателя не должна превышать 150˚С во избежание перегрева масла.

Подогреватели должны быть оборудованы предохранительными клапанами и сливными трубами, ведущими к танку утечки (так, чтобы возможные утечки могли быть обнаружены).

Сепаратор (2S01)

Предпочтительно, чтобы сепаратор был с контролируемым сливом из корпуса, чтобы минимизировать потери смазочного масла.
Пропускная способность Q [л/ч] сепаратора может быть оценена по формуле:

$$Q = \frac{1.35 \times P \times n}{t}$$

где:

Q = объёмный расход [л/ч]

P = мощность двигателя [кВт]

n = число полных прокачек объёма танка в день (5 для тяжёлого топлива, 4 для дизельного)

t = время работы [ч/день] (24 ч при непрерывной сепарации, 23 ч при нормальной работе)

Шламовый танк (2T06)

Шламовый танк следует расположить непосредственно под сепараторами, или как можно ближе, насколько это возможно, под сепараторами, кроме случаев, когда шламовый танк интегрирован в блоке сепаратора. Шламовая труба должна находиться под постоянным уклоном вниз.

Танк восстанавливаемого масла (2T04)

Если двигатели с мокрым картером, тогда перед сепарацией содержимое поддона картера может стекать в этот танк.

Танк восстановленного масла (2T05)

В этом танке находится восстановленное масло, которое готово для замены масла, слитого для сепарации.

7.3.2 Системный масляный танк (2T01)

Рекомендуемый объём масляного танка указан в главе *Технические данные.*

Системный масляный танк обычно располагается под основанием двигателя. Танк не должен выдаваться из-под редуктора или генератора, а также должен быть расположен симметрично в поперечном направлении под двигателем. Более того, расположение танка должно быть таким, чтобы смазочное масло не охлаждалось ниже нормальной рабочей температуры. Высота всасывания крайне важна, если насос смазочного масла приводится от двигателя. Потери на фильтрах и т.д. добавляются к геометрической высоте всасывания

Соединение трубы между поддоном картера двигателя и масляным танком системы должно быть гибким, чтобы предотвратить повреждения, связанные с тепловым расширением. Возвратные трубы от поддона картера двигателя должны оканчиваться ниже минимального уровня масла в танке. Более того, возвратные трубы не должны располагаться в том же углу танка, где расположена всасывающая труба насоса.

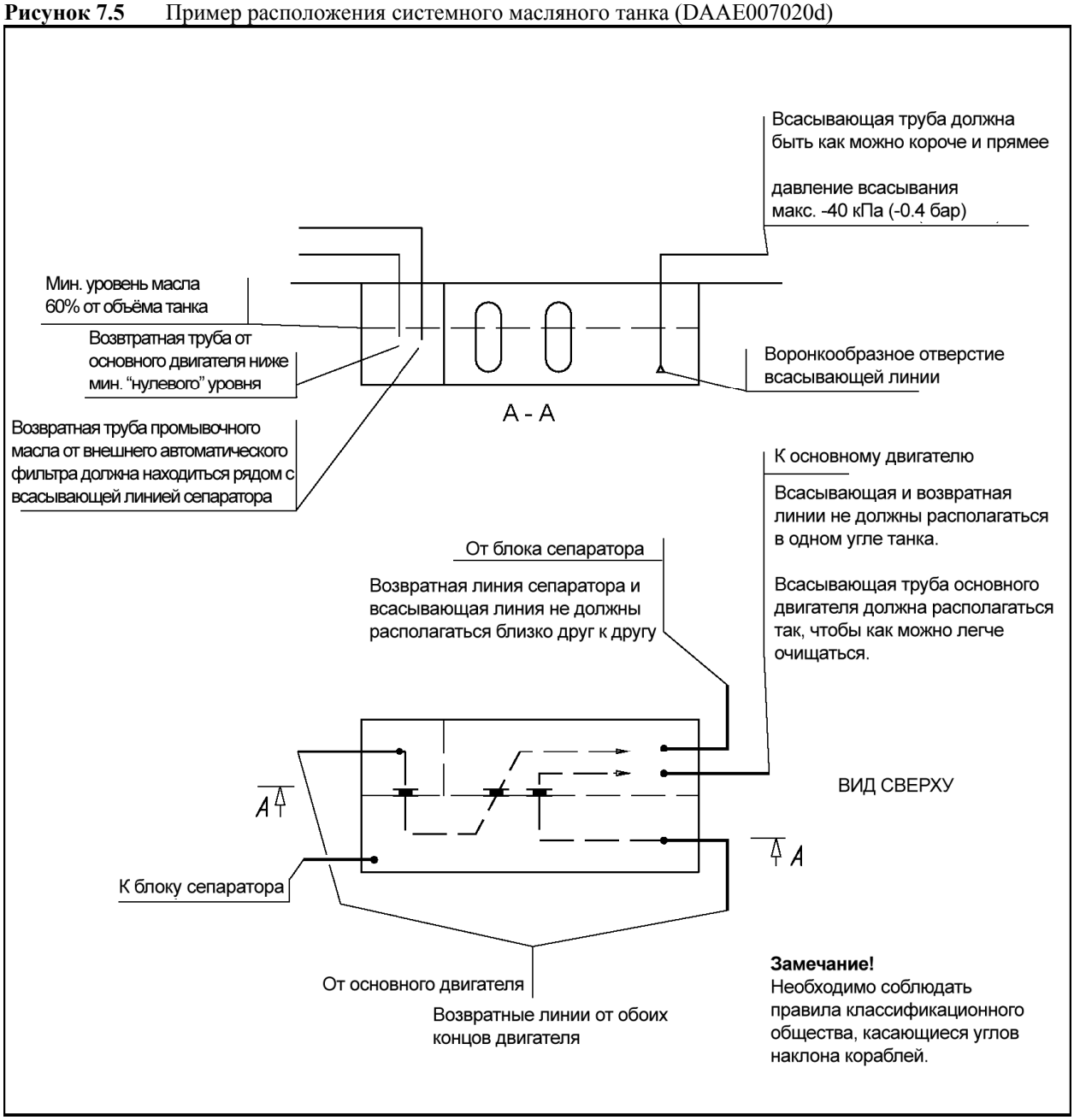
Всасывающая труба насоса должна быть с воронкообразным или коническим впускным отверстием, чтобы минимизировать потерю давления. По этой же причине всасывающая труба должна быть как можно короче и прямее (насколько это возможно) и иметь достаточный диаметр. Манометр должен быть расположен близко к впускному отверстию насоса смазочного масла. Далее всасывающая труба должна быть оборудована обратным клапаном створчатого типа без пружины. Обратный клапан чрезвычайно важен, если насос приводится от двигателя, обратный клапан необходимо установить в таком положении, чтобы обеспечить самозакрывание.

Всасывающая и возвратная трубы сепаратора не должны располагаться в танке близко друг к другу.

Вентиляционная труба из масляного танка системы не может быть совмещена с вентиляционными трубами картера двигателя.

После длительной остановки должна существовать возможность повысить температуру масла в танке. В холодных условиях, возможна необходимость иметь нагревательные элементы в масляном танке для обеспечения прокачиваемости. Подогреватель сепаратора обычно используется единожды для повышения температуры масла до достижения прокачиваемости. После тепло может передаваться маслу от предварительно прогретого двигателя, если вязкость масла и, соответственно, потребление мощности масляного насоса предварительной смазки не превышает мощности электродвигателя.

Рисунок 7.5 Пример расположения системного масляного танка (DAAE007020d)



Расчётные данные:	
Объём масла	1.2…1.5 л/кВт, см. также главу *Технические данные*
Уровень масла при работе	75 – 80 % от объёма танка
Аварийный уровень масла	60% от объёма танка.

7.3.3 Танк свежего масла (2T03)

В двигателях с мокрым картером, смазочное масло может заливаться в двигатель при помощи гибкого шланга или маслёнки через крышку картера двигателя или через трубу сепаратора. Расположение системы должно быть таким, чтобы иметь возможность измерять объём залитого масла.

7.3.4 Сетчатые фильтры грубой очистки (2F01, 2F04, 2F06)

Рекомендуется установить сетчатые фильтры перед каждым насосом, чтобы защитить насос от повреждения. Чтобы минимизировать потери давления, сетчатый фильтр и всасывающая труба должны быть установлены достаточно точно. Сетчатый фильтр всегда должен быть оборудован аварийной сигнализацией высокого перепада давления.

Расчётные данные:	

Тонкость фильтрации	0.5…1.0 мм

7.3.5 Резервный насос смазочного масла (2P04)

Обычно резервный насос смазочного масла – винтового типа и должен быть оборудован сливным клапаном.

Расчётные данные:	
Производительность	см. главу *Технические данные*
Расчётное давление, макс.	0.8 мПа (8 бар)
Расчётная температура, макс.	100˚C
Вязкость смазочного масла	SAE 40
Вязкость для задания параметров электромотора	500 мм^2/с (сСт)

7.4 Система вентиляции картера двигателя

Система вентиляции картера двигателя предназначена для удаления газов из картера двигателя, чтобы поддерживать давление в картере в заданных пределах.

Каждый двигатель должен быть оснащён собственной вентиляционной трубой, ведущей к открытому воздуху. Вентиляционные трубы картера недопустимо совмещать с другими вентиляционными трубами, например, вентиляционными трубами из масляного танка системы.

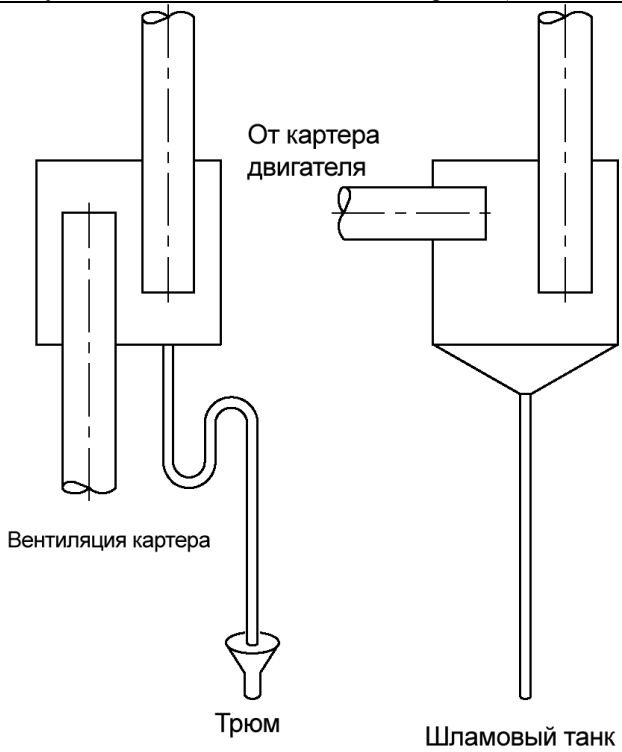
Диаметр трубы должен быть как минимум DN80 – во избежание чрезмерного противодавления. Другое оборудование трубопровода также должно быть разработано и настроено для избегания чрезмерного противодавления.

Конденсационный горшок необходимо расположить на вытяжной трубе рядом с двигателем.

Соединение между двигателем и трубой должно быть гибким.

Расчётные данные:	
Противодавление, макс.	см. главу *Технические данные*
Температура	80˚C

Рисунок 7.6 Конденсационный горшок (DAAE032780)



Минимальный размер вентиляционной трубы после конденсационного горшка составляет:

DN80

7.5 Инструкция по промывке

Если двигатель оборудован мокрым поддоном картера и вся система смазки маслом встроена в двигатель, тогда промывка не требуется. Все танки смазочного масла следует тщательно очистить, а масло сепарировать для удаления грязи и сварных окалин.
Если двигатель оборудован сухим поддоном картера, необходимо полностью промыть внешнюю систему трубопроводов перед подсоединением к двигателю. По этой причине для установки требуется временный промывочный фильтр. Тонкость фильтрации промывочного фильтра должна составлять 35 µм или более тонкая.

Если установлен электрический резервный или основной насос смазочного масла, тогда этот насос может быть использован для промывки. В противном случае, необходимо установить временный насос приблизительно той же производительности, что и насос, приводимый от двигателя. Труба подвода масла к двигателю отсоединяется, и масло заливается через дверцу картера двигателя в поддон картера двигателя. Все установленные фильтры удаляются за исключением промывочного фильтра.

Сепараторы смазочного масла должны работать до и во время промывки. Промывка будет более эффективной, если использовать специальное промывочное масло низкой вязкости. Масло необходимо подогревать, чтобы температура системы достигала, по крайней мере, нормальной рабочей температуры. Также может использоваться машинное смазочное масло, однако недопустимо использовать после этого промывочное масло, даже после сепарации.

Минимальное рекомендуемое время промывки составляет 24 часа. В течение этого времени следует аккуратно постукивать по сварным швам при помощи молотка, чтобы отделять окалины. Промывочный фильтр необходимо проверять и чистить через регулярные интервалы времени. Промывку продолжают до тех пор, пока в фильтре не будет собрано никаких частиц.

8. Система сжатого воздуха

Сжатый воздух используется для запуска двигателей и для приведения в действие устройств защиты и контроля. Использование пускового воздуха для других целей ограничено классификационными нормами. Чтобы элементы системы сжатого воздуха функционировали, необходимо, чтобы сжатый воздух был очищен от твёрдых частиц и масла.

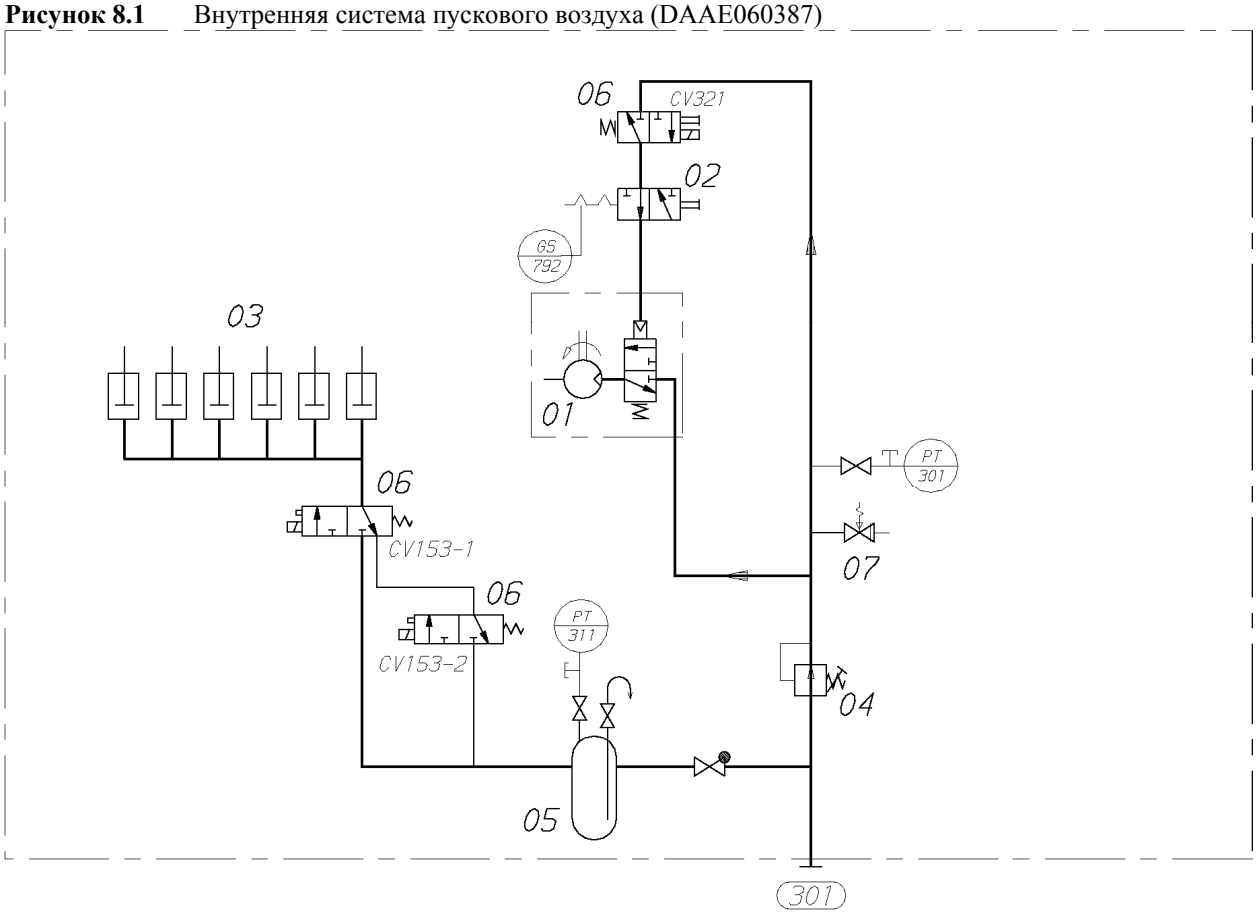
8.1 Внутренняя система сжатого воздуха

Двигатель оснащен пневмостартером, который раскручивает двигатель через зубчатый венец маховика.

Система сжатого воздуха электропневматического устройства отключения двигателя при превышении скорости соединена с системой пускового воздуха. По этой причине, подача воздуха в двигатель не должна прекращаться во время работы.

Номинальное давление пускового воздуха, равное 3 мПа (30 бар) понижается до 0,8 мПа (8 бар) регулятором давления, установленным на двигателе.

Рисунок 8.1 Внутренняя система пускового воздуха (DAAE060387)



Элементы системы		Датчики и индикаторы	
01	Стартер	PT311	Давление рабочего воздуха на входе двигателя
02	Запорный клапан, когда поворотный механизм зацеплен	PT301	Давление пускового воздуха на входе двигателя
03	Пневмоцилиндр на каждом ТНВД	GS792	Положение поворотного механизма
04	Регулятор давления		
05	Баллон с воздухом		
06	Электромагнитный клапан		
07	Предохранительный клапан		

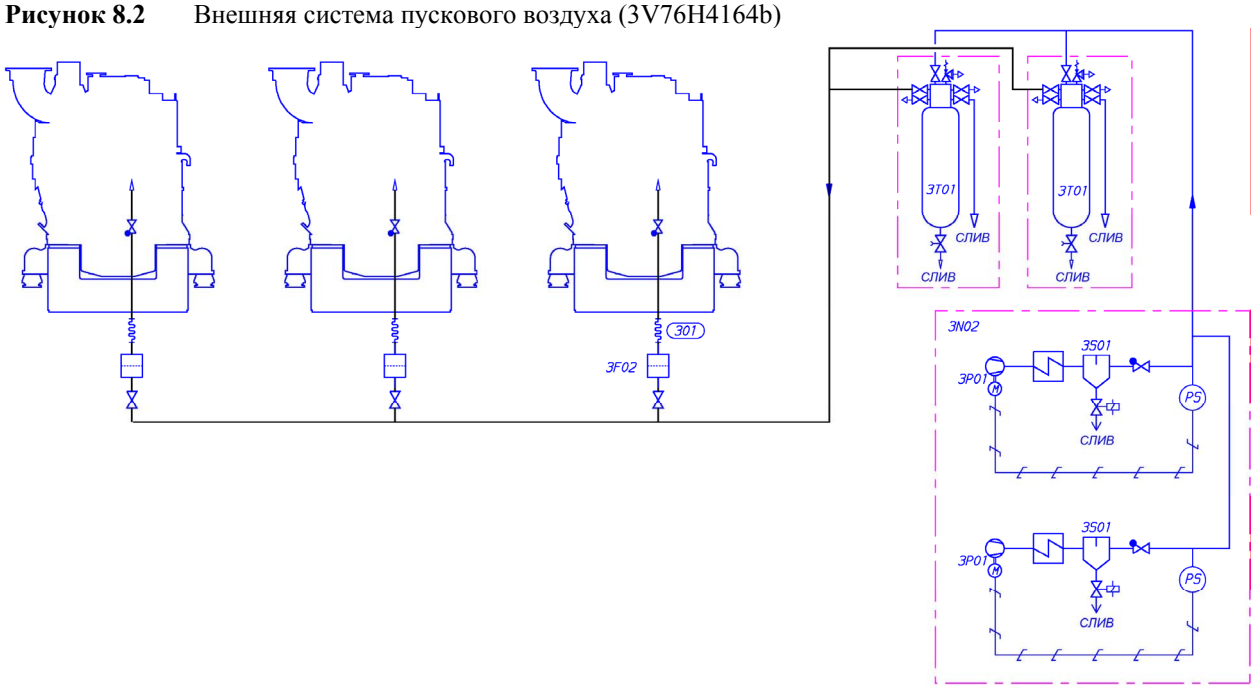
Соединения труб		Размер	Класс давления	Стандарт
301	Вход пускового воздуха, 3мПа	OD28	PN100	DIN 2353

8.2 Внешняя система сжатого воздуха

Конструкция системы пускового воздуха частично определяется классификационными нормами. Большинство классификационных обществ требуют, чтобы полный объем разделялся на два равных потока – к воздушным ресиверам и к компрессорам пускового воздуха. Требования, касающиеся составных двигательных установок, могут стать предметом специального рассмотрения классификационного общества.

Трубы пускового воздуха всегда должны иметь небольшой наклон и оснащаться ручной или автоматической системой слива в самых нижних точках.

Рисунок 8.2 Внешняя система пускового воздуха (3V76H4164b)



Элементы системы		Соединения труб	
3F02	Воздушный фильтр (На входе пускового воздуха)	301	Вход пускового воздуха
3N02	Компрессорная установка пускового воздуха		
3P01	Компрессор (Компрессорная установка пускового воздуха)		
3S01	Сепаратор (Компрессорная установка пускового воздуха)		
3T01	Ресивер пускового воздуха		

8.2.1 Компрессорная установка пускового воздуха (3N02)

Необходимо установить, по крайней мере, два компрессора пускового воздуха. Рекомендуется, чтобы компрессоры были способны заполнять баллон с пусковым воздухом от минимального (1.8 мПа) до максимального давления за 15…30 минут. Для точного определения минимальной производительности, необходимо следовать правилам классификационного общества.

8.2.2 Сепаратор масла и воды (3S01)

На трубе между компрессором и воздушной камерой должен быть всегда установлен сепаратор масла и воды. В зависимости от условий эксплуатации установки, может потребоваться сепаратор масла и воды на трубе между воздушной камерой и двигателем.

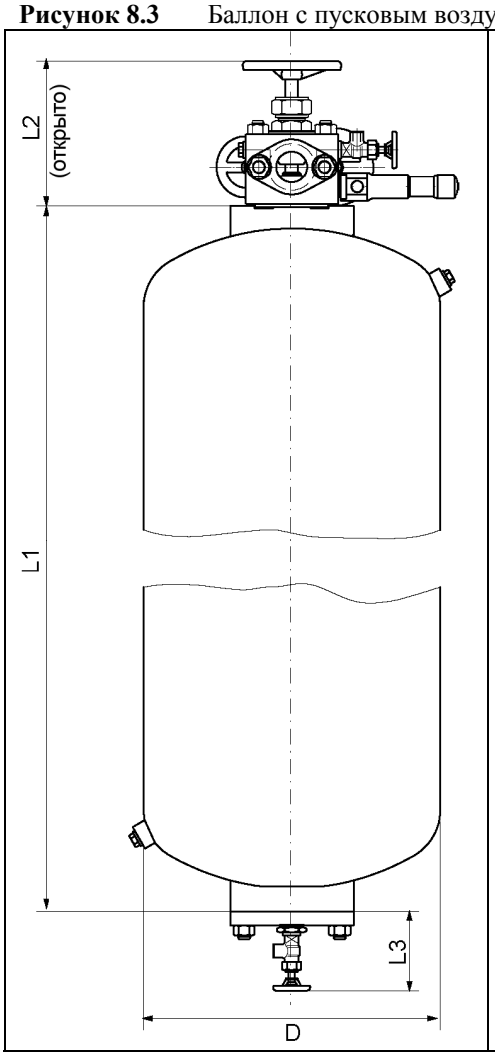
8.2.3 Баллон с пусковым воздухом (2T01)

Баллоны с пусковым воздухом должны быть рассчитаны на нормальное давление, равное 3 мПа. Количество и объём воздушный баллонов для главных двигателей зависит от требований классификационного общества и типа установки.

При расчёте требуемого объёма баллонов рекомендуется брать минимальное давление воздуха, равное 1.8 мПа.

Баллоны с пусковым воздухом должны быть оснащены, по крайней мере, клапаном с ручным управлением для удаления конденсата. Если баллоны располагаются горизонтально, тогда необходимо обеспечить наклон в 3…5° в сторону спускного клапана для обеспечения эффективности слива.

Рисунок 8.3 Баллон с пусковым воздухом



Объём [литры]	Размеры [мм]				Вес [кг]
	L1	L2[1)]	L3[1)]	D	
125	1807	243	110	324	170
180	1217	243	110	480	200
250	1767	243	110	480	274
500	3204	243	133	480	450

[1)] Размеры являются приблизительными.

Потребление пускового воздуха, указанное в технических данных, справедливо для удачных стартов. При дистанционном старте главный пусковой клапан держится открытым, пока двигатель не запустится, или пока не истечёт макс. время, отведённое для попытки пуска. При неудачном дистанционном старте расход может в 2 раза превысить объём воздуха, указанный в технических данных. Если на корабле введена система обозначений для необслуживаемого машинного отделения, тогда старты необходимо представлять как дистанционные, обычно таким образом, что только последняя попытка запуска является успешной.

Требуемый общий объём баллона пускового воздуха может быть посчитан по формуле:

$$V_R = \frac{p_E \times V_E \times n}{p_{Rmax} - p_{Rmin}}$$

где:

V_R = общий объём баллона с пусковым воздухом [м^3]
p_E = нормальное барометрическое давление (нормальные условия) = 0.1 мПа
V_E = потребление воздуха при старте [Нм^3] см. главу *Технические данные*
n = требуемое количество стартов в соответствии с классификационным обществом
p_{Rmax} = максимальное давление пускового воздуха = 3 мПа
p_{Rmin} = минимальное давление пускового воздуха = 1.8 мПа

ЗАМЕЧАНИЕ!	Общий объём баллона должен быть разделён по крайней мере на два равных по объёму баллона с пусковым воздухом.

8.2.4 Фильтр пускового воздуха (3F02)

Значительные сконденсированные образования могут возникать после сепаратора воды, особенно в тропических условиях. В зависимости от использованных материалов, это может приводить к появлению абразивных частиц ржавчины в трубопроводах, соединениях труб и баллонах. Поэтому рекомендуется установить сетчатый фильтр во внешней системе пускового воздуха перед двигателем.

Рекомендуемый размер ячейки сетки составляет 400 µм. Проходное сечение фильтрующего элемента должно составлять по крайней мере 250% от размера поперечного сечения рекомендованного диаметра трубы.

9. Система водяного охлаждения

9.1 Качество воды

В двигателях можно использовать только чистую пресную воду, содержащую одобренные ингибиторы коррозии. Важно, чтобы вода необходимого качества и одобренные ингибиторы коррозии были использованы при первом же заполнении системы водой после установки двигателя.
Пресная вода в системе водяного охлаждения двигателя должна соответствовать следующим требованиям:

водородный показатель (pH)	– мин. 6,5
жесткость	– макс. 10 °dH
Содержание хлоридов	– 80 мг/л
Содержание сульфатов	– 150 мг/л

Можно использовать водопроводную воду хорошего качества, но береговая пресная вода не всегда пригодна. Рекомендуется использовать воду, полученную с помощью бортовой испарительной установки. Содержание хлоридов в пресной воде, полученной с помощью установок обратного осмоса, часто превышает норму. Дождевая вода не годится для охлаждения двигателя в силу высокого содержания кислорода и углекислого газа.

9.1.1 Ингибиторы коррозии

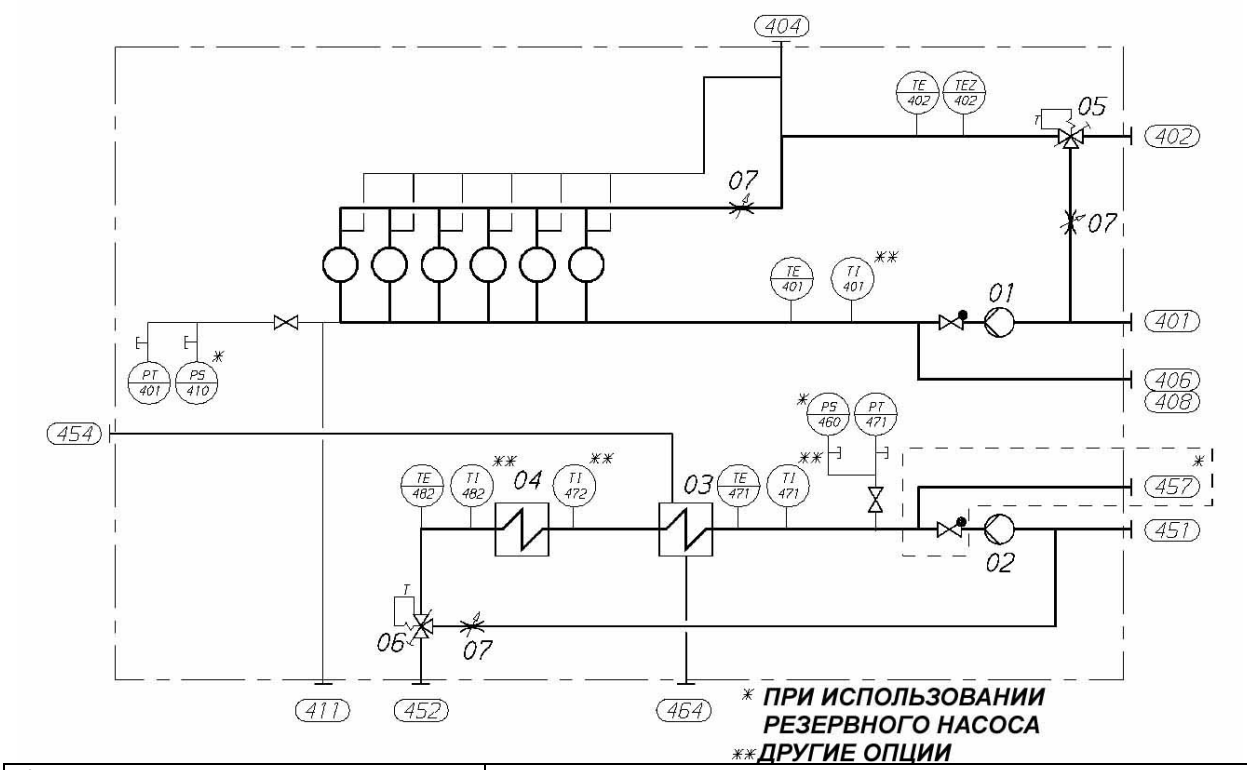
Обязательно использование одобренных присадок к охлаждающей воде. Обновляемый перечень одобренной продукции прилагается к каждой установке. Он также включен в руководство по эксплуатации двигателя вместе с указанием дозировок и дополнительными инструкциями.

9.1.2 Гликоль

Без особой необходимости не рекомендуется использовать гликоль в охлаждающей воде. Начиная от 10% содержания гликоля и выше двигатель должен дополнительно дератироваться на 0,67% на 1% содержания гликоля в воде. Разрешается максимум 40% содержания гликоля. Необходимо использовать ингибиторы коррозии независимо от наличия гликоля в охлаждающей воде.

9.2 Внутренняя система водяного охлаждения

Рис. 9.1 Внутренняя система водяного охлаждения



Компоненты системы		Датчики и индикаторы	
01	Насос охлаждающей жидкости, ВТ-контур	PT401	Давление воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур
02	Насос охлаждающей жидкости, НТ-контур	PS410	Реле давления воды, резервный насос, ВТ-контур
03	Холодильник наддувного воздуха	TE401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур
04	Масляный холодильник	TI401	Температура воды на входе рубашки охлаждения, ВТ-контур
05	Термостатный клапан ВТ-контура	TE402	Температура воды на выходе двигателя, ВТ-контур
06	Термостатный клапан НТ-контура	TEZ402	Температура воды на выходе двигателя, ВТ-контур
07	Регулируемое отверстие	PT471	Давление воды на входе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		PS460	Реле давления воды, резервный насос
		TE471	Температура воды на входе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		TI471	Температура воды на входе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		TI472	Температура воды на выходе холодильника наддувного воздуха, НТ-контур
		TE482	Температура воды на выходе масляного холодильника, НТ-контур
		TI482	Температура воды на выходе масляного холодильника, НТ-контур

Соединения трубопроводов		Размер	Класс по давлению	Стандарт
401	Впуск воды, ВТ-контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
402	Выпуск воды, ВТ-контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
404	Вентиляция, ВТ-контур	OD12	PN250	DIN 2353
406	Вода от подогревателя в ВТ контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
408	Вода от резервного насоса, ВТ-контур	DN65	PN16	ISO 7005-1
411	Дренаж воды, ВТ-контур	M10x1	-	Заглушка
451	Впуск воды, НТ-контур	DN80	PN16	ISO 7005-1
452	Выпуск воды, НТ-контур	DN80	PN16	ISO 7005-1

Соединения трубопроводов		Размер	Класс по давлению	Стандарт
454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур	OD12	PN250	DIN 2353
457	Вода от резервного насоса, НТ-контур	DN80	PN16	ISO 7005-1
464	Дренаж воды, НТ-контур	M18x1.5	-	Заглушка

Система охлаждения пресной водой состоит из высокотемпературного (ВТ) и низкотемпературного (НТ) контуров.
Вода ВТ-контура охлаждения циркулирует через рубашку охлаждения и цилиндровые крышки.
Вода НТ-контура охлаждения циркулирует через холодильник наддувного воздуха и масляный холодильник, который навешивается на двигатель.
Термостатные клапаны регулируют температуру поступающей от двигателя воды, направляя часть ее обратно к на насос охлаждающей воды. Термостатный клапан ВТ-контура охлаждения всегда монтируется на двигателе, в то время как термостатный клапан НТ-контура охлаждения может располагаться как на двигателе, так и вне его.
В установках с двигателем, работающем только на топливе морском дизельном топливе (MDF), можно установить термостатный клапан НТ-контура во внешней системе охлаждения и, таким образом, регулировать температуру воды НТ-контура охлаждения до двигателя.

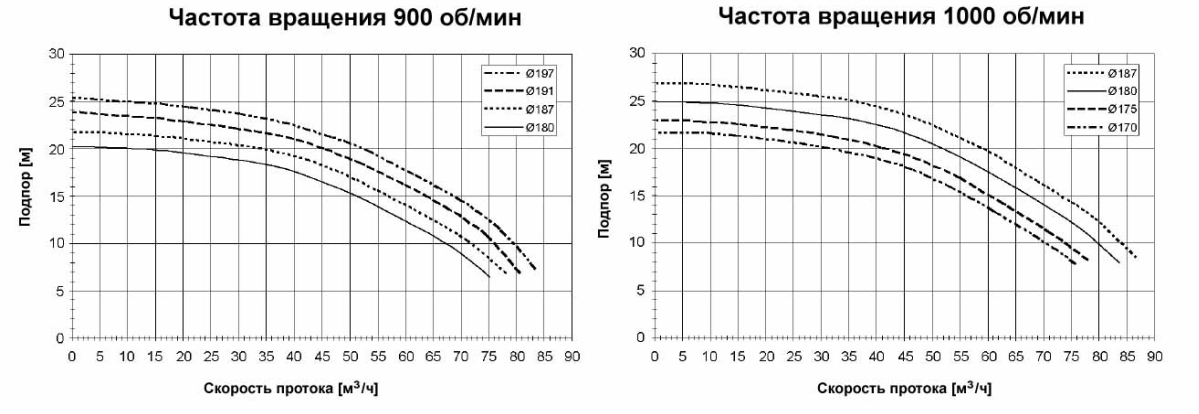
9.2.1 Циркуляционный насос с механическим приводом

Насосы охлаждающей воды ВТ и НТ контуров всегда работают от механического привода. Насосы с механическим приводом располагаются со свободной стороны двигателя.
Характеристические кривые насоса с механическим приводом показаны на диаграммах. Номинальное давление и мощность насоса описаны в разделе *Технические данные*.

Таблица 9.1 **Диаметры крыльчатки ВТ и НТ насосов с механическим приводом**

Двигатель	**Частота вращения [об/мин]**	**Диаметр крыльчатки ВТ насоса [мм]**	**Диаметр крыльчатки НТ насоса [мм]**
4L20	900 1000	187 170	180 170
6L20	900 1000	187 175	187 175
8L20	900 1000	191 180	197 187
9L20	900 1000	191 180	197 187

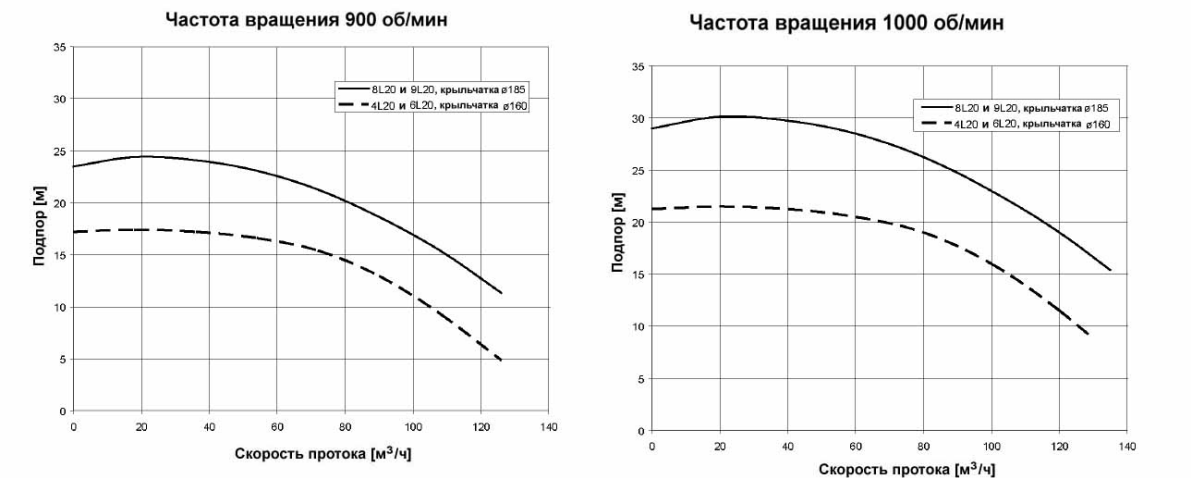
Рис. 9.2 **Характеристические кривые насосов**



9.2.2 Насос забортной воды с механическим приводом

Для главных двигателей может быть установлен насос забортной воды:

Рис. 9.3 Насос с механическим приводом при 900 об/мин	**Рис. 9.4** Насос с механическим приводом при номинальной частоте вращения (1000 об/мин)



9.2.3 Термостатный клапан НТ-контура

Термостатный клапан прямого действия регулирует температуру воды на выходе.

Уставка 49°C (43...54°C)

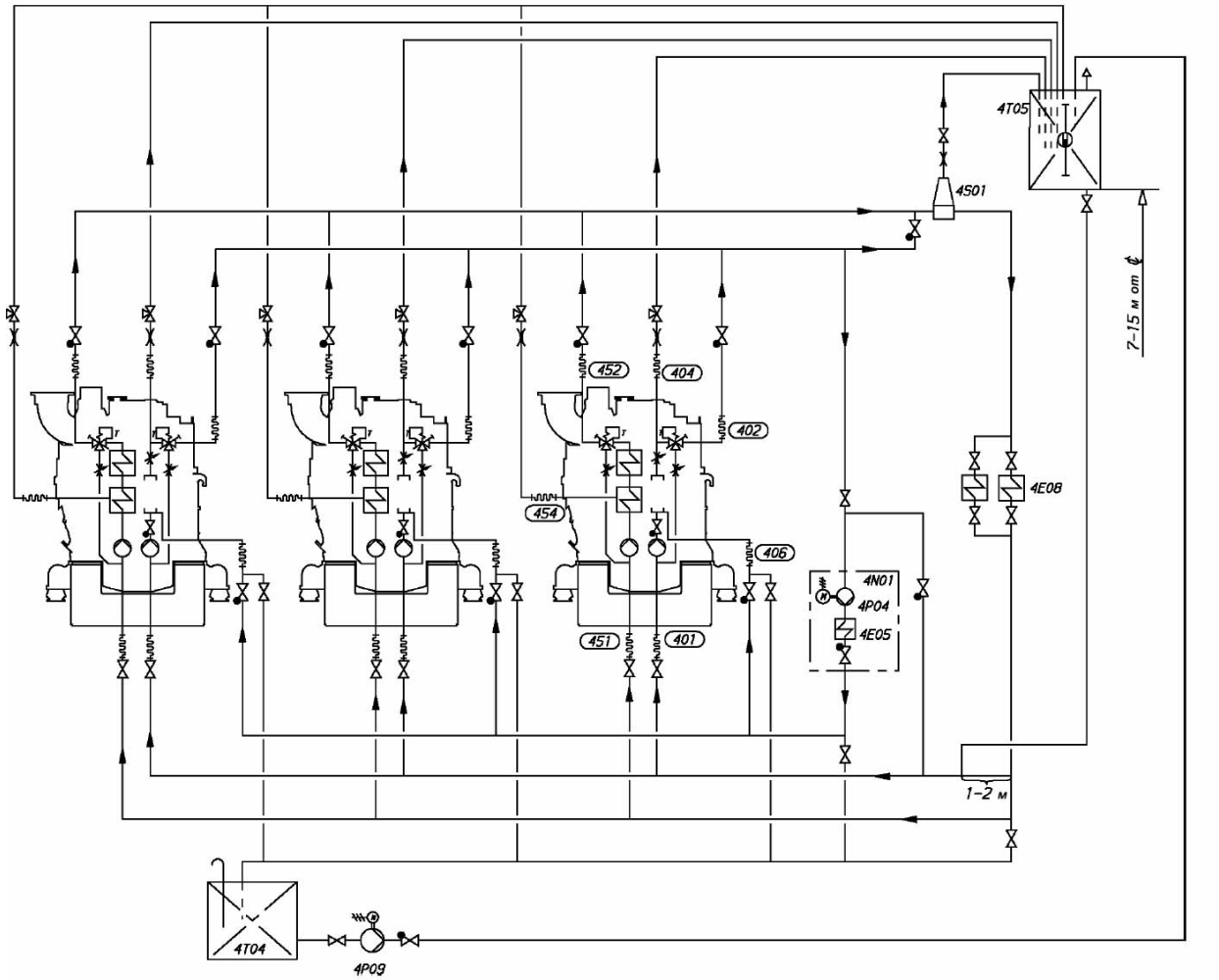
9.2.4 Термостатный клапан ВТ-контура

Термостатный клапан прямого действия регулирует температуру воды на выходе.

Уставка 91°C (87...98°C)

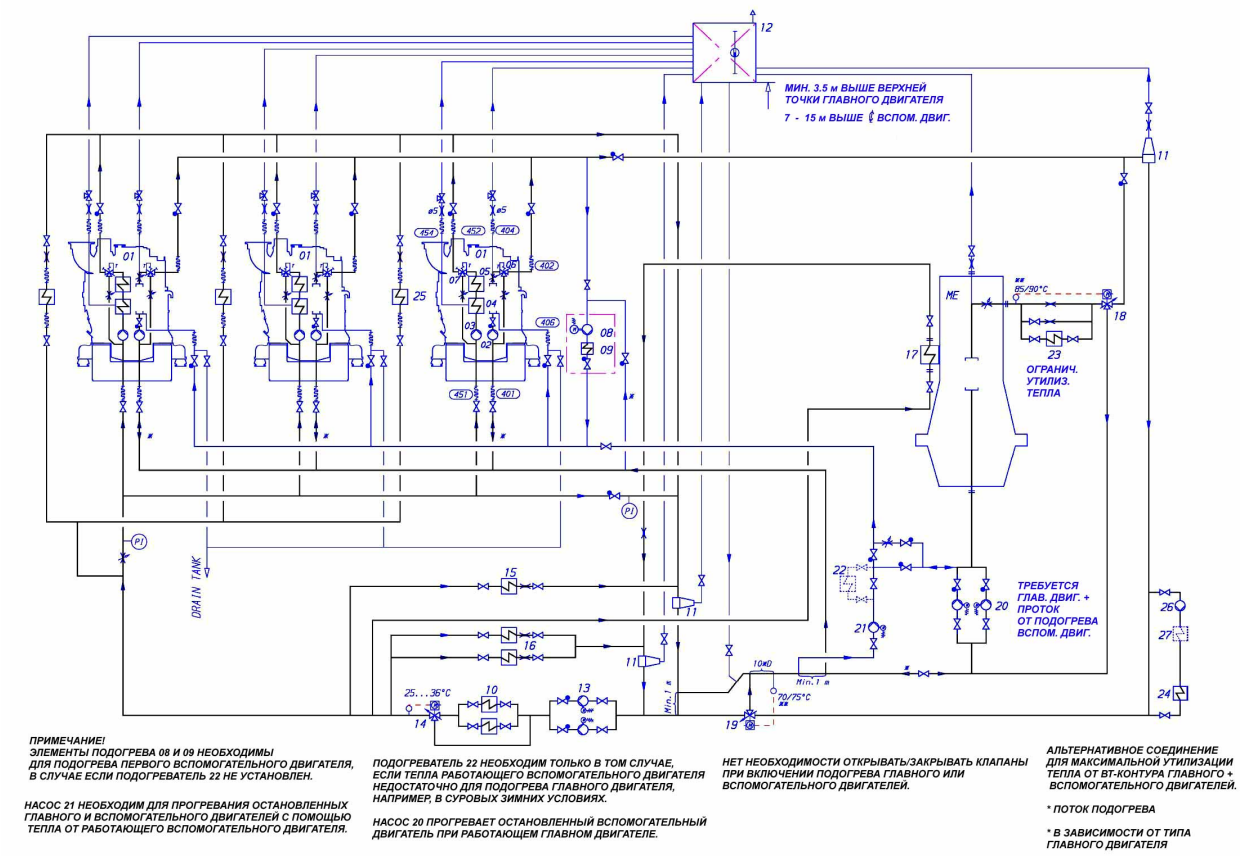
9.3 Внешняя система водяного охлаждения

Рис. 9.5 Система водяного охлаждения, вспомогательные двигатели, работающие на мазуте и дизельном топливе (3V76C5823a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	451	Впуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	452	Выпуск воды, НТ-контур
4T04	Дренажный танк	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T05	Расширительный танк		

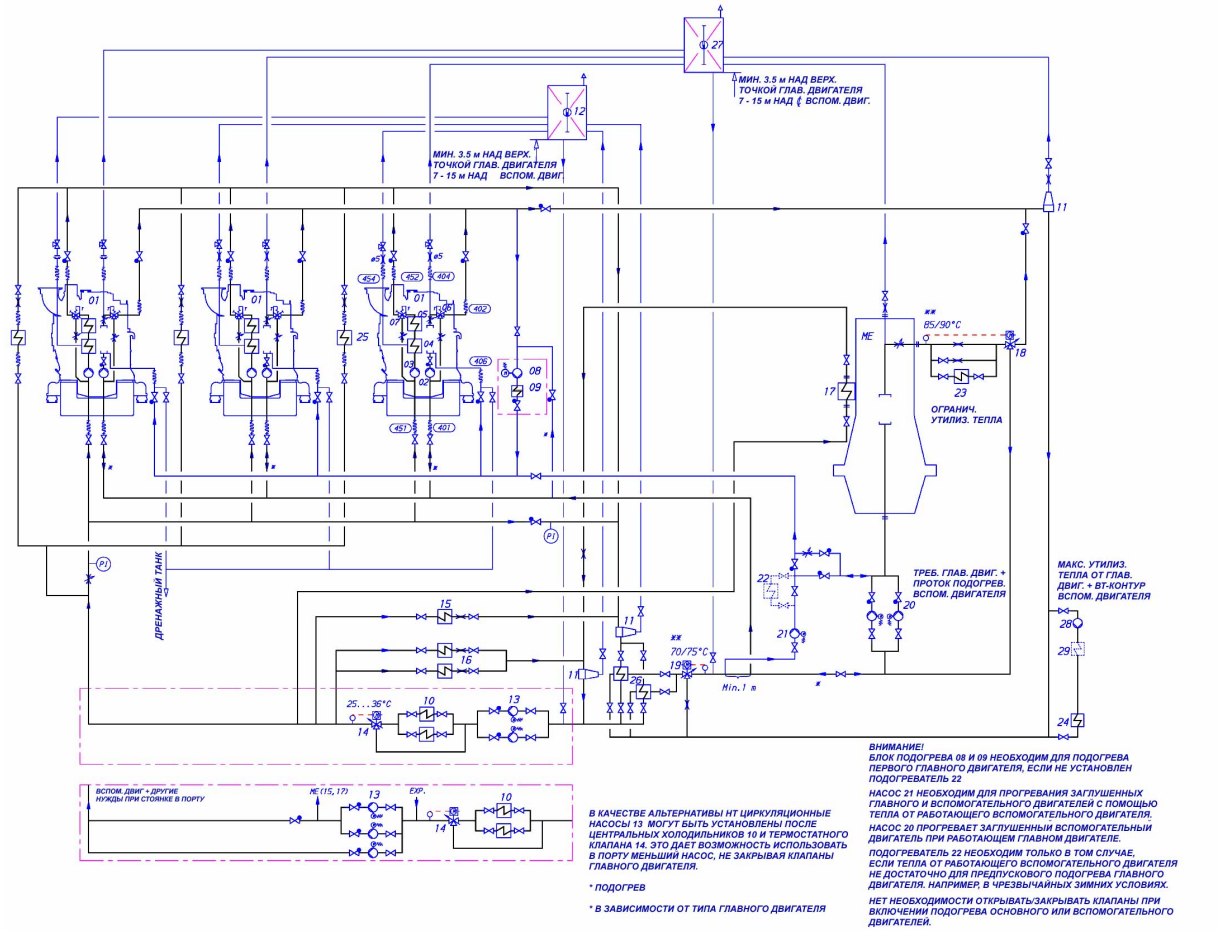
Рис. 9.6 Общая система водяного охлаждения для главного и вспомогательного двигателей, НТ- и ВТ- контуры смешанного типа, общая система утилизации тепла и подогрева для главного и вспомогательного двигателей (DAAE018225c)



Компоненты системы			
01	Дизель-генератор L20	15	Масляный холодильник, главный двигатель
02	ВТ циркуляционный насос	16	Вспомогательные установки
03	НТ циркуляционный насос	17	Охладитель продувочного воздуха, главный двигатель
04	Воздушный холодильник	18	ВТ термостатный клапан
05	Масляный холодильник	19	ВТ термостатный клапан, утилизация тепла/подогрев
06	ВТ термостатный клапан	20	ВТ циркуляционный насос, главный двигатель
07	НТ термостатный клапан	21	ВТ насос предпускового подогрева, главный двигатель + вспомогательный двигатель
08	Насос предпускового подогрева, вспомогательный двигатель	22	ВТ подогреватель
09	Подогреватель, вспомогательный двигатель	23	Утилизация тепла от ВТ контура, главный двигатель
10	Центральный холодильник	24	Утилизация тепла от НТ контура, главный двигатель + вспомогательный двигатель
11	Вентиляция	25	Холодильник генератора
12	Расширительный танк	26	Циркуляционный насос
13	НТ циркуляционный насос	27	Подогреватель бустерной установки (по выбору)
14	НТ термостатный клапан		

Соединения трубопроводов			
401	Впуск воды, ВТ-контур	451	Впуск воды, НТ-контур
402	Выпуск воды, ВТ-контур	452	Выпуск воды, НТ-контур
404	Вентиляция, ВТ-контур	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
406	Вода из подогревателя на ВТ-контур		

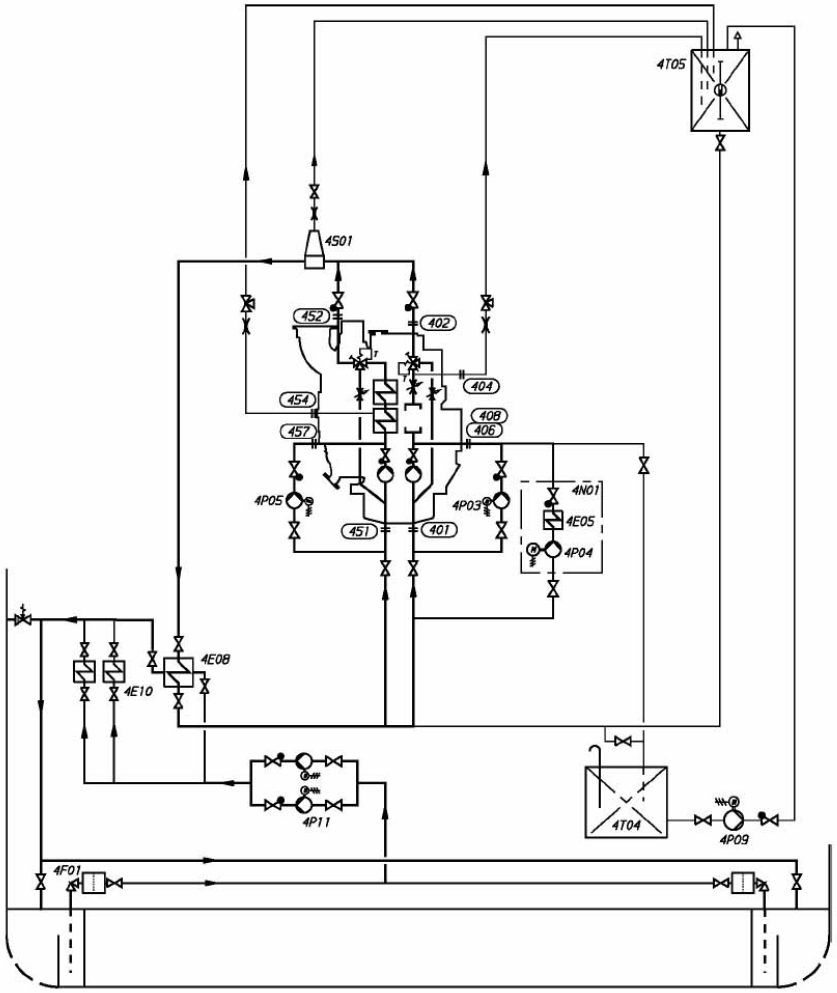
Рис. 9.7 Общая система водяного охлаждения для главного и вспомогательного двигателей, НТ- и ВТ- контуры раздельного типа, общая система утилизации тепла и подогрева для главного и вспомогательного двигателей (DAAE018600b)



Компоненты системы			
01	Дизель-генератор L20	16	Вспомогательные силовые установки
02	ВТ циркуляционный насос	17	Холодильник продувочного воздуха, главный двигатель
03	НТ циркуляционный насос	18	ВТ термостатный клапан
04	Воздушный холодильник	19	ВТ термостатный клапан, утилизация тепла/подогрев
05	Масляный холодильник	20	ВТ циркуляционный насос, главный двигатель
06	ВТ термостатный клапан	21	ВТ насос предпускового подогрева, главный двигатель + вспомогательный двигатель
07	НТ термостатный клапан	22	ВТ подогреватель
08	Насос предпускового подогрева, вспомогательный двигатель	23	Утилизация тепла от ВТ контура, главный двигатель
09	Подогреватель, вспомогательный двигатель	24	Утилизация тепла от НТ контура, главный двигатель + вспомогательный двигатель
10	Центральный холодильник	25	Холодильник генератора
11	Вентиляция	26	Холодильник ВТ-контура
12	Расширительный танк	27	Расширительный танк ВТ-контура
13	НТ циркуляционный насос	28	Циркуляционный насос
14	НТ термостатный клапан	29	Подогреватель бустера (по выбору.)
15	Масляный холодильни4, главный двигатель		

Соединения трубопроводов			
401	Впуск воды, ВТ-контур	451	Впуск воды, НТ-контур
402	Выпуск воды, ВТ-контур	452	Выпуск воды, НТ-контур
404	Вентиляция, ВТ-контур	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
406	Вода из подогревателя в ВТ контур		

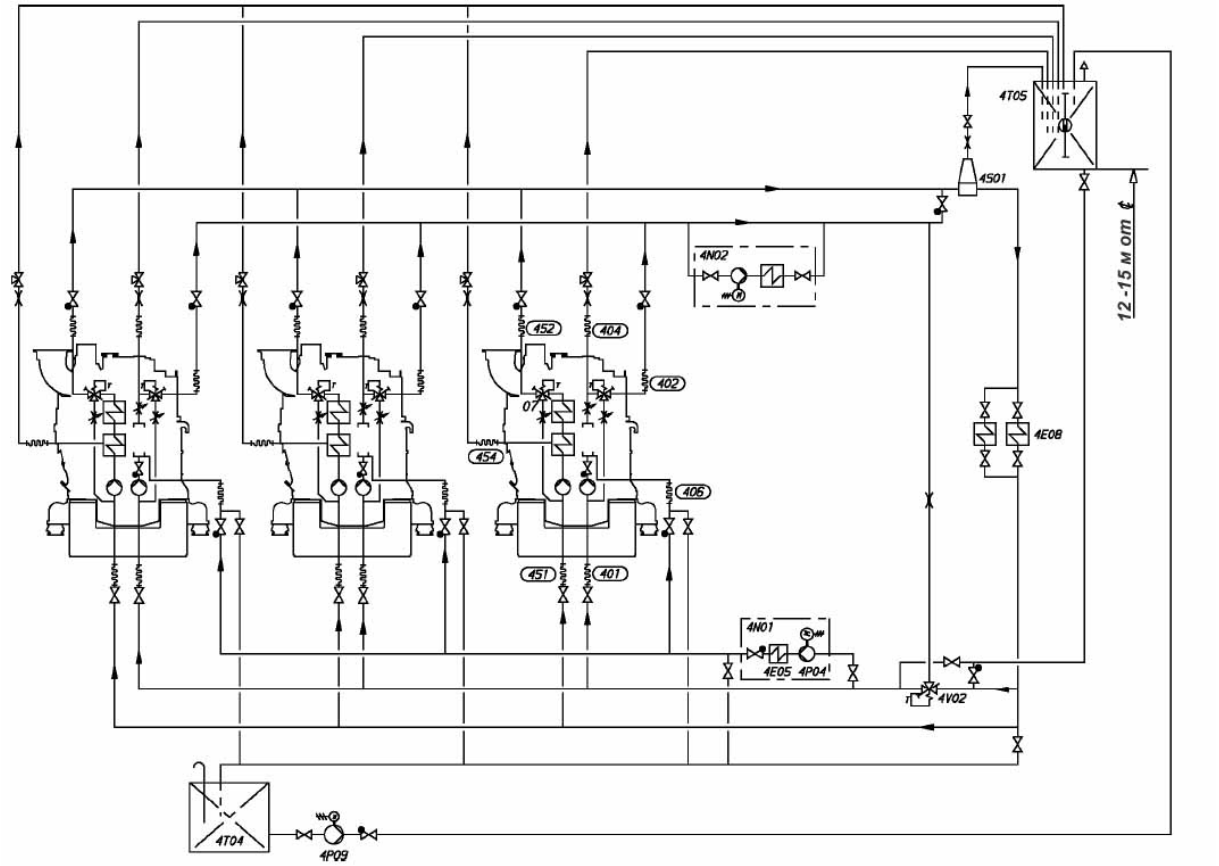
Рис. 9.8 Система водяного охлаждения, главный двигатель (3V76C5825a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель (блок подогревателя)	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4E10	Холодильник (редуктор)	404	Вентиляция, ВТ-контур
4F01	Всасывающий фильтр грубой очистки (забортная вода)	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	408	Вода из резервного насоса, ВТ-контур
4P03	Резервный насос (ВТ)	451	Впуск воды, НТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	452	Выпуск воды, НТ-контур

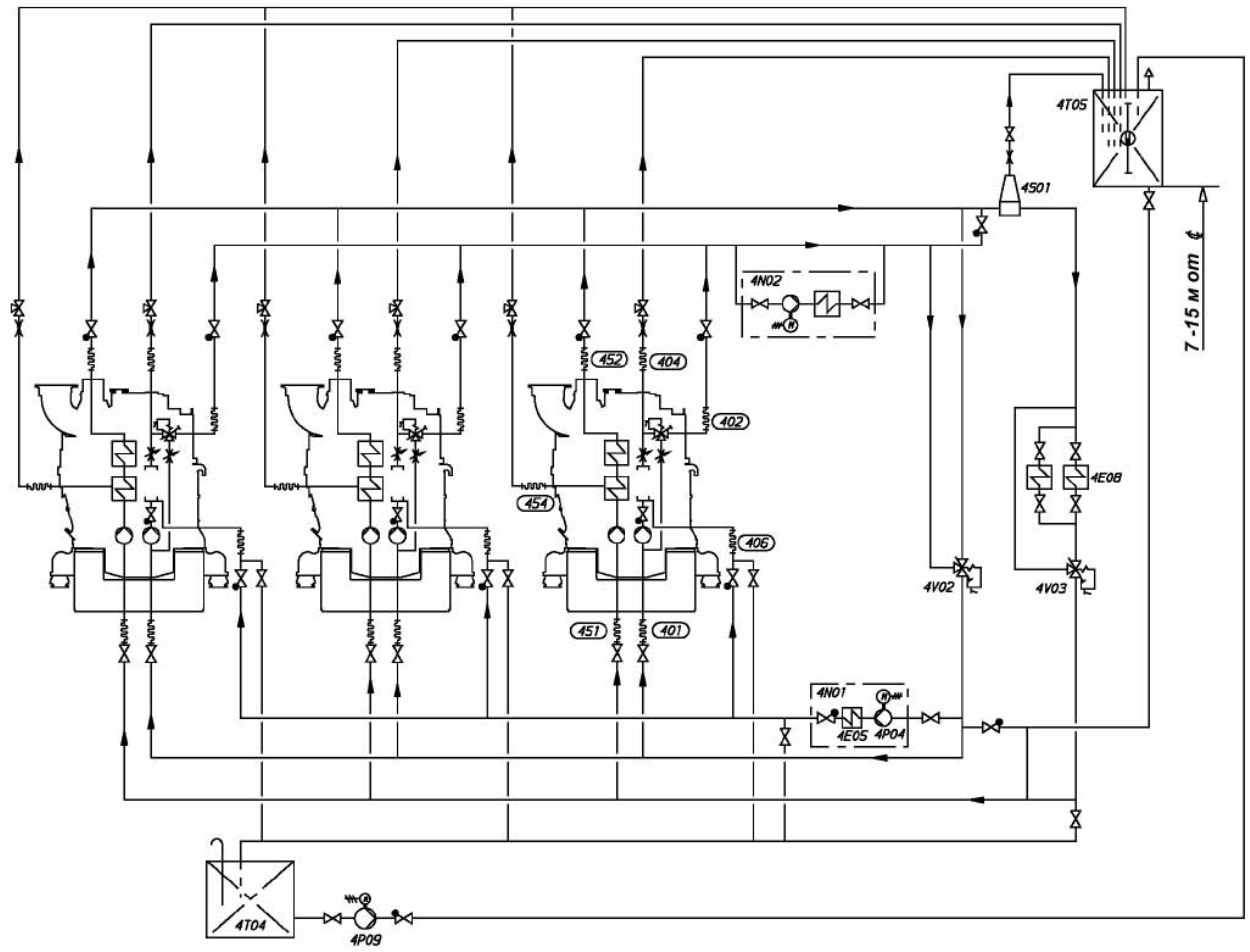
Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4P05	Резервный насос (НТ)	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	457	Вода от резервного насоса, НТ-контур
4P11	Циркуляционный насос (Забортная вода)		
4S01	Вентиляция		
4T04	Дренажный танк		
4T05	Расширительный танк		

Рис. 9.9 Система водяного охлаждения, двигатели на тяжелом топливе (HFO) с испарителем (3V76C5826a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель (блок подогревателя)	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4N02	Испаритель	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	451	Впуск воды, НТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	452	Выпуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T04	Дренажный танк		
4T05	Расширительный танк		
4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)		

Рис. 9.10 Система водяного охлаждения, двигатели, работающие на морском дизельном топливе (MDF) с испарителем (3V76C5827a)



Компоненты системы		Соединения трубопроводов	
4E05	Подогреватель (блок подогревателя)	401	Впуск воды, ВТ-контур
4E08	Центральный холодильник	402	Выпуск воды, ВТ-контур
4N01	Блок подогревателя	404	Вентиляция, ВТ-контур
4N02	Испаритель	406	Вода из подогревателя в ВТ-контур
4P04	Циркуляционный насос (блок подогревателя)	451	Впуск воды, НТ-контур
4P09	Перекачивающий насос	452	Выпуск воды, НТ-контур
4S01	Вентиляция	454	Вентиляция от воздушного холодильника, НТ-контур
4T04	Дренажный танк		
4T05	Расширительный танк		
4V02	Термостатный клапан (утилизация тепла)		
4V08	Термостатный клапан (НТ)		

В установках с несколькими даигателями рекомендуется разделить двигатели на несколько контуров. Одной из причин, разумеется, является дублирование, но также легче отрегулировать отдельные потоки в меньших системах. Можно также ограничить количество неисправностей, вызванных увлеченными газами или потерей охлаждающей воды в случае бóльших утечек. В некоторых установках желательно разделить ВТ контур и НТ контур с помощью теплообменника.
Внешний контур системы должен быть смоделирован таким образом, чтобы потоки, давление и температура были близки к своим номинальным значениям, указанным в разделе *Технических данных*, а охлаждающая вода была должным образом деаэрирована.

Нельзя использовать трубы с оцинкованной внутренней поверхностью в системе охлаждения пресной водой. Некоторые присадки к охлаждающей воде вступают в химическую реакцию с цинком, образуя вредный осадок. К тому же при высоких температурах цинк становится более инертным, чем сталь, что вызывает значительную коррозию деталей двигателя.
Суда (ледового класса), спроектированные для хождения в холодной морской воде, должны быть обеспечены средствами для рециркуляции воды из центрального охладителя в кингстонную коробку:

- Для натаивания льда и шуги, для избежания загрязнения фильтра забортной воды
- Для улучшения регулировки температуры НТ воды с помощью повышения температуры забортной воды

9.3.1 Резервный циркуляционный насос (4P03, 4P05)
Резервные насосы должны быть центробежного типа, с электроприводом. Необходимые параметры производительности и напорного давления указаны в разделе *Технические данные*.

Внимание! Некоторые классификационные общества требуют наличия на борту запасных насосов, даже если судно оснащено несколькими двигателями. В этом случае резервные насосы могут быть использованы для этих целей.

9.3.2 Насос забортной воды (4P11)
Производительность насосов забортной воды с электроприводом определяется типом охладителей и объемом тепла, которое нужно рассеять.
Значительные энергосбережения могут быть получены в большинстве установок с помощью регулятора частоты насоса забортной воды с электроприводом. Тем не менее, необходимо принимать во внимание минимальную скорость потока (засорение) и максимальную температуру морской воды (осаждение соли).

9.3.3 Термостатный клапан, НТ система (4V03)
Если нужно использовать НТ насос с механическим приводом для охлаждения внешнего оборудования, например, редуктора или генератора, то вместо отдельных клапанов на каждом двигателе необходим общий НТ термостатный клапан во внешней системе. Общий НТ термостатный клапан устанавливается за центральным холодильником и регулирует температуру воды до поступления в двигатель и внешнее оборудование, частично направляя ее в обход центрального холодильника. Клапан может быть прямого действия или с электроприводом.
Уставка НТ термостатного клапана - 38 ºC.

Двигатели, работающие на тяжелом топливе должны иметь отдельные НТ термостатные клапаны. В таких случаях для оборудования внешнего контура нужен отдельный насос.

9.3.4 Центральный холодильник пресной воды (4E08)
Холодильник пресной воды может быть пластинчатого, трубчатого или коробчатого типа. Наиболее часто используются пластинчатые охладители. Один охладитель может обслуживать несколько двигателей.
Может возникнуть необходимость в том, чтобы компенсировать максимальное гидродинамическое сопротивление в контуре падением давления на центральном охладителе.
Необходимо рассчитывать поток в холодильник пресной воды для каждого конкретного случая с учетом того, как спроектирован контур.
В случае если холодильник пресной воды используется для объединенных НТ и ВТ контуров, суммарный поток в параллельной системе может быть рассчитан по следующей формуле:

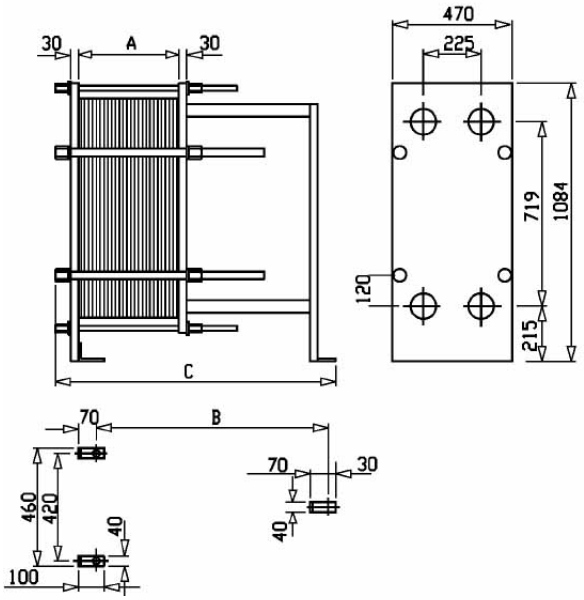
$$q = q_{LT} + \frac{3.6 \times \Phi}{4.19 \times (T_{OUT} - T_{IN})}$$

где:
q = суммарный поток пресной воды [м³/ч]
q_{LT} = номинальная производительность НТ насоса [м³/ч]
Φ = тепло, рассеиваемое в воде ВТ-контура [Кв]
Tout = температура ВТ воды после двигателя (91°C)
Tin = температура ВТ воды после холодильника (38°C)

Расчетные данные

Поток пресной воды	см. раздел *Технические данные*
Рассеваемое тепло	см. раздел *Технические данные*
Перепад давления со стороны пресной воды	макс. 60 кПа (0,6 бар)
Поток забортной воды	устанавливается производителем холодильника, обычно 1,2 – 1,5 к потоку пресной воды
Перепад давления со стороны забортной воды	в завис. от напора насоса, обычно 80 - 140 кПа (0,8 – 1,4 Бар)
Температура пресной воды после охладителя	макс 38°C
Запас (удельный расход тепла, засорение)	15%

Рис. 9.1.1 Центральный охладитель, основные габаритные размеры (4V47E0188b)



Двигатель		Охлаждающая жидкость			Забортная вода			Размеры			Вес	
Тип	Частота вращ.	Проток [м³/ч]	Темпер., вх. [°C]	Темпер., вых.[°C]	Проток [м³/ч]	Темпер., вх. [°C]	Темпер., вых.[°C]	A [мм]	B [мм]	C[мм]	Сухой [кг]	Мокрый [кг]
4L20	1000	27	54.3	38	36	32	44.3	106	505	695	275	298
6L20	1000	40	53.3	38	53	32	43.5	150	655	845	288	321
8L20	1000	53	53.6	38	71	32	43.8	198	655	845	298	341
9L20	1000	59	53.7	38	80	32	43.8	221	905	1095	305	354

В качестве альтернативы центральным холодильником пластиночного или трубчатого типа может быть установлен холодильник коробчатого типа. Принцип коробчатого охлаждения очень прост. Охлаждающая вода пропускается через пучок U-образных труб помещенных в кингстонную коробку, снабженную впускным и выпускным отверстиями. Эффект охлаждения достигается с помощью естественной циркуляции окружающей воды. Забортная вода нагревается и поднимается вверх под действием своей меньшей плотности, вызывая таким образом естественный восходящий поток циркуляции устраняющий тепло.
Коробчатое охлаждение обладает тем преимуществом, что снимает необходимость в системе сырой воды. Также коробчатые холодильники менее чувствительны к засорению и, таким образом, годятся для использования на мелководье или в грязной воде.

9.3.5 Утилизация отходящего тепла

Отходящее тепло в охлаждающей воде ВТ-контура может быть использовано для получения пресной воды, центрального отопления, подогрева танка и т.д. В этом случае, во избежание излишнего охлаждения, система должна быть снабжена термостатом, как это показано на диаграммах-примерах. С этим приспособлением можно усилить поток воды ВТ-контура, проходящей через систему утилизации тепла.

Тепло, поступающее от ВТ-контура охлаждения, подвержено влиянию условий окружающей среды. Также необходимо принимать во внимание, что объем регенерируемого тепла снижается за счет циркуляции в расширительный танк, излучения от труб и утечек в термостатных клапанах.

9.3.6 Вентиляция

Воздух может попасть в систему после ремонта, или же воздух или газ могут постоянно просачиваться в систему. Для удаления воздуха из контуров охлаждающей воды двигатель оборудован вытяжными трубами. Вытяжные трубы должны быть раздельно подведены к расширительному танку от каждого соединительного патрубка на двигателе.
Вытяжные трубы, ведущие к расширительному танку, должны быть установлены во всех высших точках в системе труб, где могут собираться воздух или газ.
Вентиляционный трубы должны все время идти на подъем.

Сепаратор воздуха (4S01)

В дополнение к идущим от двигателя вестовым трубам рекомендуется установить эффективные сепараторы воздуха с тем, чтобы обеспечить быстрое удаление вовлеченного воздуха. Такие сепараторы должны быть установлены:

1. Непосредственно после отверстия выпуска ВТ воды на двигателе
2. После места соединения ВТ и НТ контуров
3. Непосредственно после отверстия выпуска НТ воды на двигателе, если ВТ и НТ контуры циркуляции разделены.

9.3.7 Расширительный танк (4T05)

Расширительный танк выравнивает тепловое расширение охлаждающих средств, служит для удаления воздуха из контуров, и обеспечивает достаточное статическое давление для циркуляционных насосов.

Расчетные данные:

Давление из расширительного танка на входе насоса	70 - 150 кПа (0,7...1,5 Бар)
Объем	мин. 10% объема всей системы

Примечание:

В том случае если насос с электроприводом установлен значительно выше двигателя, нельзя превышать максимальное давление на двигатель.

Относительно объема воды в двигателе см. раздел *Технические Данные*.
Расширительный танк должен быть оборудован смотровым люком, уровнемером, сигналом низкого уровня и необходимыми приспособлениями для дозирования присадок к охлаждающей воде.
Вытяжные трубы должны подсоединяться к танку ниже уровня воды. Вытяжные трубы должны быть подведены к танку раздельно (см. "Вентиляция") и снабжены бирками у расширительного танка.
Уравнительная труба, идущая из расширительного танка вниз должна быть такого диаметра, чтобы скорость потока не превышала 1,0 – 1,5 м.с. с тем, чтобы обеспечить необходимое давление на входном канале насоса при работающем двигателе. Поток воды по трубам зависит от количества ведущих к танку вентиляционных труб и размеров отверстий в вентиляционных трубах. В качестве руководства можно принять приведенную ниже таблицу.

Таблица 9.2 **Минимальный диаметр уравнительной трубы**

Номинальный размер трубы	Макс. скорость потока (м/с)	Макс. к-во вент. труб с диам. ø 5 мм
DN 32	1.1	3
DN 40	1.2	6
DN 50	1.3	10
DN 65	1.4	17

9.3.8 Дренажный танк (4T04)

Рекомендуется собирать охлаждающую воду с присадками в дренажный танк в тех случаях, когда систему необходимо осушить для ремонтных работ. Для того чтобы охлаждающую воду можно было закачать обратно в систему и снова использовать, необходим насос.
Относительно объема воды в двигателе см. раздел *Технические Данные*. Объем воды в НТ-контуре двигателя небольшой.

9.3.9 Подогрев

Охлаждающая вода, циркулирующая через цилиндры должна быть подогрета, по крайней мере, до 60 ºC, желательно - до 70 ºC.
Это обязательное требование для установок, предназначенных для работы на тяжелом топливе, но также настоятельно рекомендуется для двигателей работающих только на морском дизельном топливе.
Энергия необходимая для подогрева охлаждающей воды ВТ-контура может быть получена от автономного источника или от работающего двигателя, часто комбинации того и другого. Во всех случаях необходимо использовать автономный циркуляционный насос. Обычно для подогрева главных двигателей используется тепло работающих вспомогательных двигателей. В установках с несколькими главными двигателями мощности автономного источника тепла должно хватать для подогрева двух двигателей при условии, что этого достаточно для функционирования судна. Если контуры охлаждающей воды разделены, энергия передается через теплообменник.

Подогреватель (4E05)

Источником энергии для подогревателя может служить электроэнергия, пар или термальное масло.
Рекомендуется подогревать ВТ воду до температуры близкой к обычной рабочей температуре. Мощность подогрева обусловливает время необходимое для прогревания остывшего двигателя.
Минимальная необходимая мощность подогрева 2 Квт/цил, позволяющая разогреть двигатель от 20 ºC до 60 … 70 ºC за 10 – 15 часов. Необходимая для более короткого времени прогревания мощность подогрева может быть рассчитана по приведенной ниже формуле. Около 1 Квт/цил требуется, чтобы поддерживать двигатель в разогретом состоянии.

Расчетные данные:

Температура подогрева	мин. 60°C
Необходимая мощность подогрева	2 Квт/цил
Необходимая мощность подогрева для поддержания двигателя в разогретом состоянии	1 Квт/цил

Необходимая мощность для подогрева двигателя, см. ниже приведенную формулу:

$$P = \frac{(T_1 - T_0)(m_{eng} \times 0.14 + V_{LO} \times 0.48 + V_{FW} \times 1.16)}{t} + k_{eng} \times n_{cyl}$$

Где:
P = Выходная мощность подогревателя [Квт]
T_1 = -Температура подогрева = 60 … 70 °C
T_0 = Температура окружающей среды [°C]
m_{eng} = Вес двигателя [тонны]
V_{LO} = Уровень смазочного масла [м3] (только двигатели с мокрым картером)
V_{FW} = Уровень ВТ воды [м$^{3]}$
t = Время подогрева [ч]
k_{eng} = Удельный коэффициент двигателя = 0.5 Квт
n_{cyl} = Число цилиндров

Формулу не следует использовать для P < 2 Квт/цил

Циркуляционный насос для подогревателя (4P04)

Расчетные данные:

Производительность	0.3 м^3/ч на цилиндр

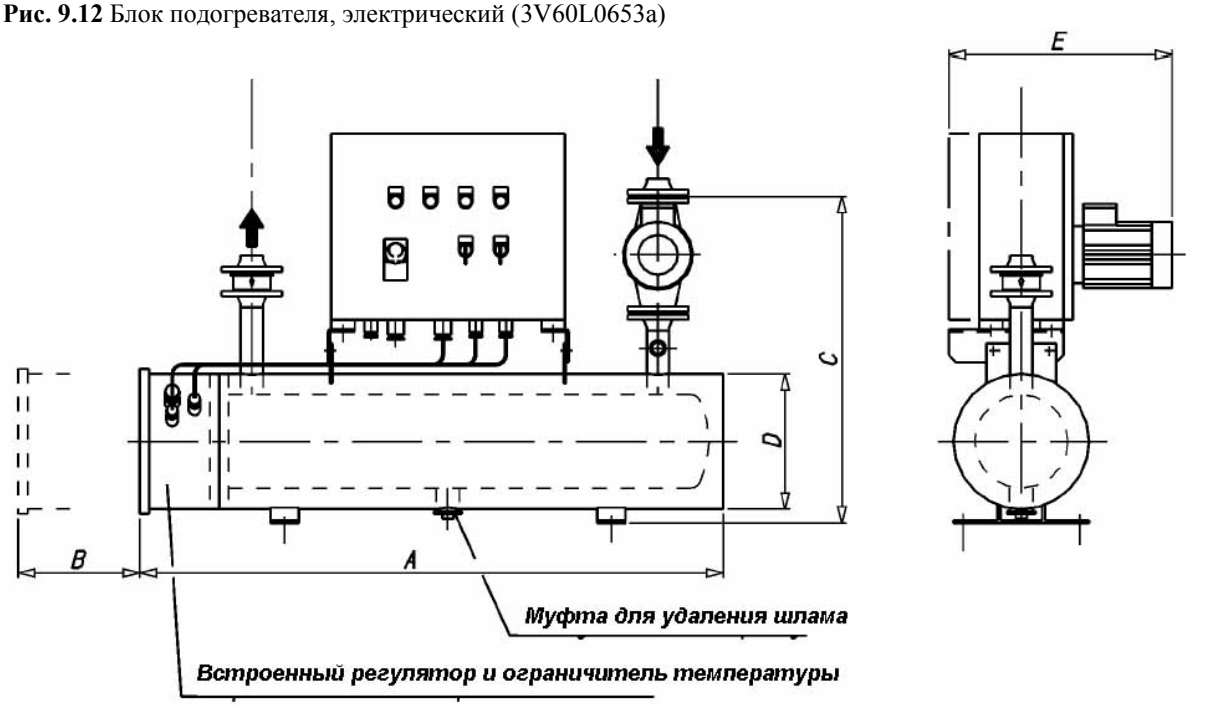
Расчетные данные:
Напорное давление 80 кПа (0,8 Бар)

Блок подогревателя (4N01)

Блок подогревателя может полностью входить в поставку. Блок включает:

- Электрические или паровые подогреватели
- Циркуляционный насос
- Шкаф управления подогревателями и насосом
- Набор термометров
- Невозвратный клапан
- Предохранительный клапан

Рис. 9.12 Блок подогревателя, электрический (3V60L0653a)



Теплоемкость	Производит.	Вес	Соединения труб	Размеры				
kW	насоса м³ / ч	кг	ВХ / ВЫХ	A	B	C	D	E
7.5	3	75	DN40	1050	720	610	190	425
12	3	93	DN40	1050	550	660	240	450
15	3	93	DN40	1050	720	660	240	450
18	3	95	DN40	1250	900	660	240	450
22.5	8	100	DN40	1050	720	700	290	475
27	8	103	DN40	1250	900	700	290	475
30	8	105	DN40	1050	720	700	290	475
36	8	125	DN40	1250	900	700	290	475
45	8	145	DN40	1250	720	755	350	505
54	8	150	DN40	1250	900	755	350	505

9.3.10 Дроссели

Дроссели должны быть установлены на всех обводных линиях с тем, чтобы обеспечить сбалансированные условия эксплуатации термостатных клапанов. Дроссели также должны быть установлены там, где необходимо сбалансировать поток воды между дополнительными протоками воды.

9.3.11 Термометры и манометры

Локальные термометры должны быть установлены в тех местах, где происходит изменение температуры, т.е. до и после теплообменников и т.д.
Локальные манометры должны быть установлены на стороне всасывания и стороне нагнетания каждого насоса.

10. Система воздуха горения

10.1 Вентиляция машинного отделения

Для поддержания необходимых условий работы двигателей и обеспечения безаварийного функционирования всего оборудования необходимо обратить внимание на вентиляцию машинного отделения и подачу воздуха горения.
Воздухозаборники машинного отделения должны быть расположены и спроектированы таким образом, чтобы водяные брызги, капли дождя, пыль и выхлопные газы не могли попасть в вентиляционные каналы и машинное отделение.
Размеры нагнетательных и вытяжных вентиляторов должны обеспечивать поддержание машинном отделении избыточного давления около 50 Па при любых эксплуатационных режимах.
Основные требования, предъявляемые к вентиляции в машинном отделении, и дополнительную информацию см. в соответствующих стандартах, таких как ISO 8861.

Необходимый для вентиляции объем воздуха рассчитывается исходя из совокупного выделения теплоты Φ,

которую нужно эвакуировать. Для определения Φ необходимо учесть все источники тепла. Например:

- Главные и вспомогательные дизельные двигатели
- Выхлопные трубы
- Генераторы
- Электрические приборы и освещение
- Бойлеры
- Паровые и конденсатные трубы
- Танки

Рекомендуется считать температуру окружающего воздуха не менее 35°C, повышение температуры для вентиляционного воздуха 11°C.
Таким образом, необходимый для вентиляции объем воздуха можно подсчитать по следующей формуле:

$$Q_v = \frac{\Phi}{\rho \times \Delta t \times c}$$

Где:
Qv = объем вентиляционного воздуха [м³/с]

Φ = совокупное выделение теплоты [Квт]

ρ = плотность вентиляционного воздуха 1,3 кг/м³

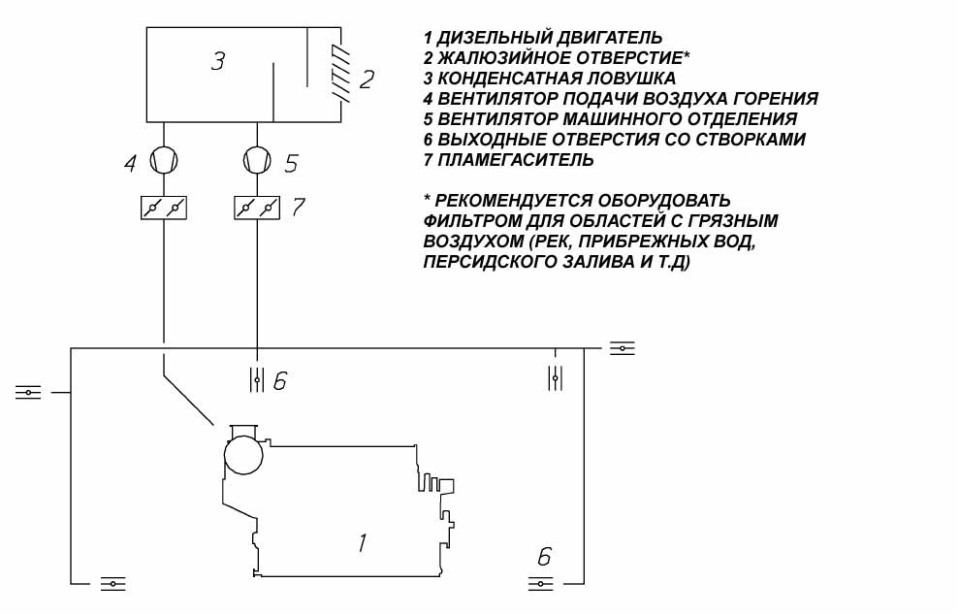
Δt = повышение температуры в машинном отделении [°C]

c = определенная теплоемкость вентиляционного воздуха 1.01 кДж/кгK

Выделяемые двигателями объемы тепла перечислены в разделе *Технические данные*.

Вентиляционный воздух должен подаваться в машинное отделение раздельными вентиляторами. Желательно, чтобы эти вентиляторы имели двухскоростные электрические моторы (или переменную скорость). Тогда можно будет снижать уровень вентиляции в зависимости от температуры окружающего воздуха и выделения тепла в машинном отделении, например, во время ремонта галвного двигателя, когда он не разогрет и, таким образом, не нагревает машинное отделение.
Вентиляционный воздух должен равномерно распределяться по машинному отделению с учетом воздушных потоков от точек подачи воздуха к выходам. Это обычно устраивается таким образом, что вентиляционная труба служит выходом для большей части воздуха. Для того чтобы избежать застоя воздуха, можно использовать вытяжные вентиляторы.
Принято снабжать площади со значительными источниками тепла, такие как сепараторные, собственным подводом воздуха и вытяжными вентиляторами.
Следует избегать недоохлаждения машинного отделения при любых условиях (эксплуатации, на медленном ходу и на стоянке). Также следует избегать холодных сквозняков, особенно в местах частых работ по техническому обслуживанию. Для очень холодных условий в системе должен быть предусмотрен подогреватель. Необходимыми для избежания замерзания средствами могут служить термальное масло или вода/гликоль. Если судно обогревается паром, подогреватель должен быть включен во вторичный контур.

Рис. 10.1 Вентиляция машинного отделения (4V69E8169b)



10.2 Схема системы подачи воздуха горения

Обычно воздух горения выводится из машинного отделения через фильтр на ГТН. Это снижает опасность слишком низких температур и загрязнения воздуха для горения. Важно чтобы в воздухе горения не было забортной воды, пыли, испарений, дыма и т.д.

Насколько это возможно, температура воздуха на впускном отверстии ГТН должна держаться между 5 и 35°C. На некоторое время допустимо макс. 45°C. О необходимом объеме воздуха горения см. раздел *Технические данные*.

Воздух горения доставляется раздельными вентиляторами воздуха горения, мощность которых должна слегка превышать максимальное потребление воздуха. Желательно, чтобы эти вентиляторы имели двухскоростные электрические моторы (или переменную скорость) для повышенной маневренности. В дополнение к ручному управлению скорость вентилятора может регулироваться с помощью нагрузки двигателя.

В установках с несколькими двигателями желательно, чтобы каждый из главных двигателей был оснащен собственным вентилятором воздуха горения. Таким образом, поток воздуха может быть адаптирован к количеству работающих двигателей.

Воздух горения должен поступать по специальному воздуховоду, расположенному около ГТН и направленному на воздухозаборник ГТН. Выпускное отверстие воздуховода должно быть оборудовано створкой для регулирования направления и количества воздуха. Другие потребители воздуха горения, например, другие двигатели, газовые турбины и бойлеры, должны также обслуживаться соответствующими воздуховодами воздуха горения.

В случае необходимости, воздуховод воздуха для горения может быть подсоединен непосредственно к ГТН с помощью гибкого соединительного шланга. К такому приспособлению в воздуховоде должен быть установлен внешний фильтр для защиты ГТН и предотвращения засорения охладителя зарядного воздуха. Максимальный разрешенный перепад давления в воздуховоде – 1,5 Кпа.

Воздуховод должен быть оснащен плавно переключающейся перекидной створкой с тем, чтобы забирать воздух из машинного отделения или снаружи, в зависимости от нагрузки двигателя и температуры воздуха.

Для очень холодных условий необходимо наладить подогрев приточного воздуха. Вентилятор воздуха горения остановлен во время запуска двигателя, и необходимый воздух горения поступает из машинного отделения. После запуска двигателя подача вентиляционного воздуха, воздуха горения или сочетания того и другого должна поддерживать минимальную требуемую температуру воздуха горения. В тех случаях, когда всасываемый воздух холодный, поток воздуха, подаваемый с помощью вентилятора воздуха горения, должен быть направлен от двигателя, чтобы воздух мог прогреваться в машинном отделении.

10.2.1 Отсечной клапан наддувного воздуха

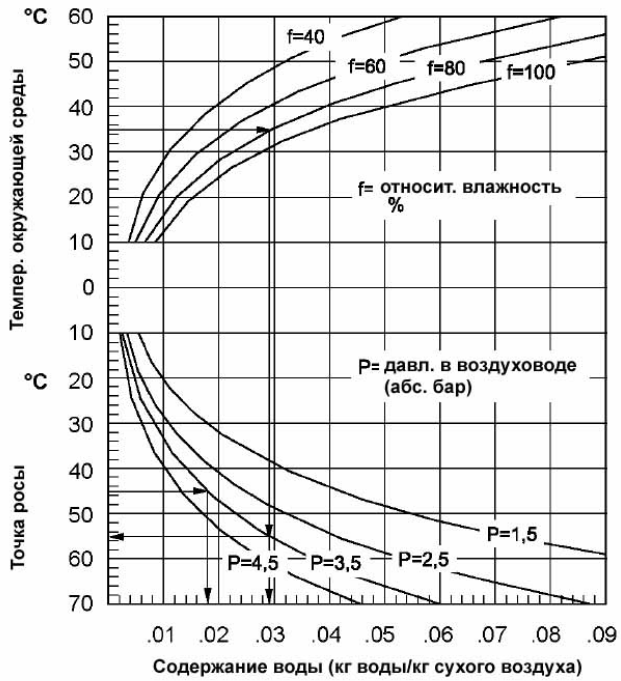
В установках, в которых воздух горения может содержать горючий газ или пар, двигатель может быть оборудован отсечным клапаном зарядного воздуха. Это обязательно там, где возможно всасывание двигателем горючего газа или дыма.

10.2.2 Конденсация в холодильниках наддувного воздуха

Содержащаяся в воздухе влага может конденсироваться в холодильнике наддувного воздуха, особенно в условиях тропиков. Двигатель оснащен небольшой дренажной трубкой для водяного конденсата, идущей от холодильника наддувного воздуха.
Количество водяного конденсата может быть подсчитано с помощью приведенной ниже диаграммы.

Пример показанный на диаграмме:
Температура окружающей среды 35°C и относительная влажность 80%, содержание воды в воздухе 0,029 кг воды/кг сухого воздуха. Давление воздуха во всасывающем коллекторе (давление в ресивере) при этих условиях - 2,5 Бар (= 3,5 Бар абсолютного давления) , точка росы будет равняться 55°C. Если температура воздуха во всасывающем коллекторе только 45°C, воздух может содержать только 0,018 кг/кг. Разница – 0,011 кг/кг (0,029 – 0,018) выпадет в виде конденсата.

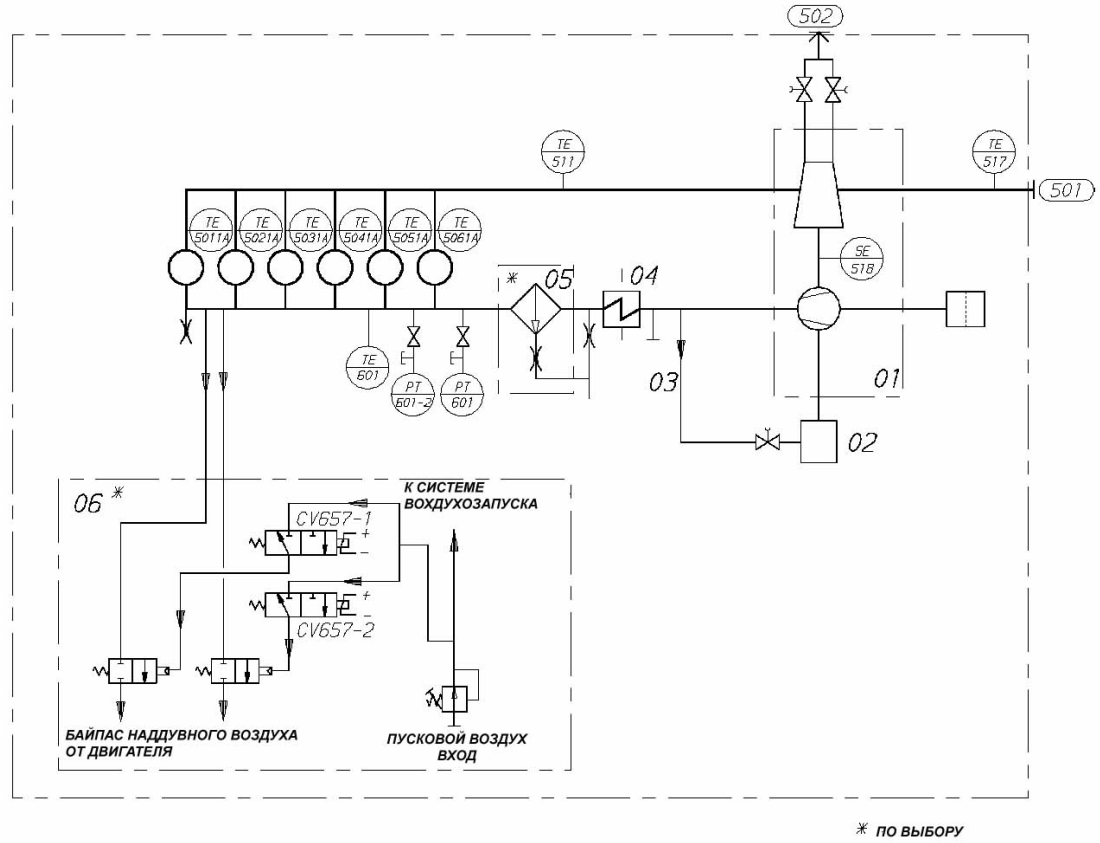
Рис. 10.2 Конденсация в холодильниках наддувного воздуха



11. Выхлопная система

11.1 Внутренняя выхлопная система

Рис. 11.1 Внутренняя выхлопная система (DAAE060390)

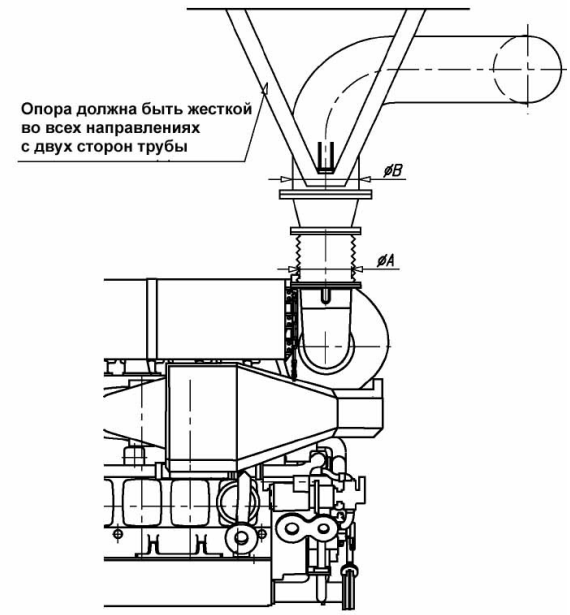


Компоненты системы		Датчики и индикаторы	
01	ГТН	TE517	Температура выхлопного газа, выход ГТН
02	Резервуар для воды	TE511	Температура выхлопного газа, вход ГТН
03	Подача давления из воздуховода	SE518	Частота вращения ГТН
04	Холодильник наддувного воздуха	TE5011A	Температура выхлопных газов после цилиндра 1
05	Сепаратор водяной взвеси	TE5021A	Температура выхлопных газов после цилиндра 2
06	Перепускной клапан наддувного воздуха	TE5031A	Температура выхлопных газов после цилиндра 3
		TE5041A	Температура выхлопных газов после цилиндра 4
		TE5051A	Температура выхлопных газов после цилиндра 5
		TE5061A	Температура выхлопных газов после цилиндра 6
		PT601	Давление наддувного воздуха, вход двигателя
		PT601-2	Давление наддувного воздуха, вход двигателя
		TE601	Температура наддувного воздуха, вход двигателя

Соединения трубопроводов		Размер трубы
501	Выпуск выхлопных газов	4L20 300, 5-6L20 350, 8-9L20 400
502	Промывочная вода к турбине	OD15

11.2 Выхлопной патрубок

Рис. 11.2 Выхлопной патрубок (4V76A2679)



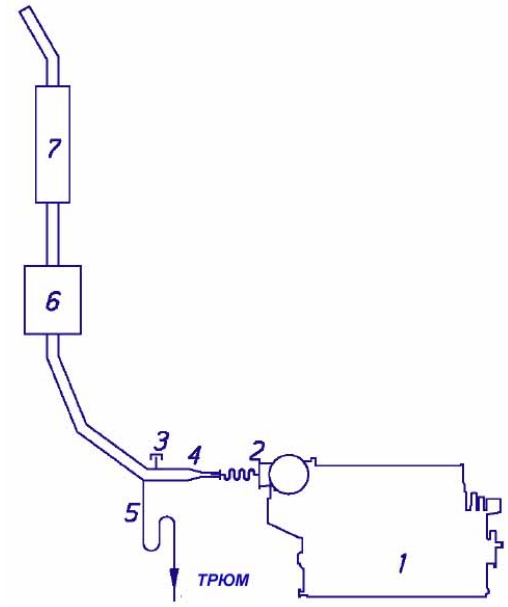
Двигатель	Выхлопоной сильфон, внутренний диаметр (ØA [мм])	Выхлопоная труба, внутренний диаметр (ØB [мм])
4L20	200	300
6L20	250	350-400
8L20	300	400-450
9L20	300	450

Выхлопной патрубок ГТН может быть повернут в нескольких позициях, позиции зависят от числа цилиндров. Другие направления его положения могут быть осуществлены с помощью адаптера на выпускном отверстии ГТН.

11.3 Внешняя выхлопная система

Каждый двигатель должен иметь отдельный выхлопной газоход, идущий наружу. Некоторыми важными факторами проектирования конструкции являются противодавление, тепловое расширение и опоры.
Гибкие сильфоны должны быть установлены непосредственно на выхлопной патрубок ГТН для компенсации теплового расширения и предотвращения повреждений ГТН из-за вибрации.

Рис. 11.3 **Внешняя выхлопная система**



1 Дизельный двигатель

2 Гибкие сильфоны

3 Соединение для измерения противодавления

4 Переходник

5 Водоотвод с водоотделителем, всегда открыт

6 Бойлер выхлопных газов

7 Глушитель

11.3.1 Трубы

Трубы должны быть как можно более короткими и прямыми. Сгибы и расширения должны быть плавными для минимизации обратного давления. Диаметр выхлопной трубы должен увеличиваться непосредственно за гибкими сильфонами на ГТН. Сгибы труб должны быть выполнены с максимально возможным радиусом изгиба, радиус изгиба должен быть не меньше 1,5 D.

Рекомендованная скорость газового потока в трубе 35…40 м/с при максимальной производительности. Если в трубах есть много факторов сопротивления, или труба слишком длинная, скорость потока должна быть ниже. Указанный в разделе *Технические данные* массовый расход выхлопного газа может быть переведен в скорость по следующей формуле:

$$v = \frac{4 \times m}{1.3 \times \left(\frac{273}{273 + t}\right) \times \pi \times D^2}$$

Где:
v = скорость газа [м/с]
m = массовый расход выхлопного газа [кг/с]
t = температура выхлопного газа [°C]
D = диаметр выхлопной трубы [м]

Каждый выхлопной газоход должен быть снабжен подключением для измерения противодавления.
Каждый выхлопной газоход должен быть снабжен сборником воды и водоотводом.
Выхлопной газоход должен быть изолирован по всей длине от ГТН, а изоляция должна быть защищена металлическими пластинами или чем-то подобным, чтобы уберечь изоляцию от повреждений. Непосредственно у ГТН изоляция должна иметь крюк на набивке для облегчения технического обслуживания. Особенно важно предотвратить отсоединение изоляции под действием сильного воздушного потока в ГТН.

11.3.2 Монтажные опоры

Крайне необходимо по всем направлениям закрепить выхлопной газоход на жесткой опоре непосредственно за гибкими сильфонами на ГТН. На обеих сторонах газохода должно быть по точке крепления к опоре. Сильфоны на ГТН не могут быть использованы для поглощения теплового расширения от выхлопной трубы. Первая точка крепления должна направлять тепловое расширение в противоположную сторону от двигателя. Следующая точка крепления должна предотвращать вращение трубы вокруг первой точки крепления.
В первой точке крепления после ГТН рекомендуется абсолютно жесткое крепление. Эластичные крепления могут использоваться в двигателях на эластичных креплениях с длинными гибкими сильфонами при условии, что крепления самозащелкивающиеся, и при полном их отказе максимальное радиальное отклонение относительно сильфонов будет составлять менее 2 мм, а осевое – менее 4 мм. Собственные частоты опоры должны достаточно отстоять от рабочей частоты вращения, частоты зажигания двигателя и частоты вращения лопастей винта. Эластичные крепления могут быть конусообразными резиновыми креплениями или же проволочными подушками из высокоамортизационной нержавеющей стали. Для защиты резиновых креплений от высоких температур они должны быть оснащены необходимой теплоизоляцией. При использовании эластичных креплений центровка выхлопных сильфонов должна проверяться регулярно и при необходимости корректироваться.
За первой точкой крепления рекомендуется установить гибкие крепления. Опоры креплений должны быть расположены на жестких поверхностях в конструкции судна, например, палубах, стенках шпангоутов, или на специально установленных опорах. Опоры должны выдерживать тепловое расширение и деформацию в конструкции судна.

11.3.3 Противодавление

Максимальное допустимое противодавление выхлопного газа – 3 Кпа при полной нагрузке двигателя.
Противодавление в системе должно подсчитываться на судоверфи с учетом конструкции труб и сопротивлении компонентов в выхлопной системе. Для расчетов можно использовать массовый расход выхлопных газов, указанный в разделе *Технические данные*.
Противодавление также должно замеряться при ходовых испытаниях.

11.3.4 Выхлопные сильфоны (5H01, 5H03)

Сильфоны должны использоваться в системе выхлопных труб там, где должны быть ликвидированы тепловое расширение или прогибы в конструкции судна. Упругие сильфоны, смонтированные непосредственно на выхлопном патрубке ГТН, служат для минимизации внешнего воздействия на ГТН и, таким образом, предотвращают избыточную вибрацию и возможные повреждения. Все выхлопные сильфоны должны быть сертифицированы.

11.3.5. Блок селективного каталитического восстановления SCR (11N03)

Выхлопная труба должна быть прямой, по крайней мере, 3…5 м. до блока SCR. Если устанавливаются и бойлер и блок SCR, бойлер должен быть установлен после блока SCR.
Необходимо принять меры, чтобы вода не попадала в блок SCR при промывке бойлера.

11.3.6 Выхлопной глушитель (5R02)

Производитель/конструктор должен принять во внимание, что неудачная планировка системы газовыхлопа (длина прямых частей в системе газовыхлопа) может вызвать усиление шума между выхлопным патрубком и глушителем. Следовательно, затухание шумов в глушителе не дает абсолютной гарантии для уровня шума после глушителя.
При включении в объем поставки стандартный глушитель поглощающего типа оборудован искрогасителем. Он также снабжен сажеуловителем и сливом конденсата. В объем поставки не входят монтажные опоры и изоляция. Глушитель может устанавливаться как горизонтально, так и вертикально.
Шумоподавление стандартного глушителя – 25 или 35 децибел. Шумоподавление осуществляется при скорости потока до макс. 40 м.с.

Рис. 11.4 Выхлопной глушитель (4V49E0137b)

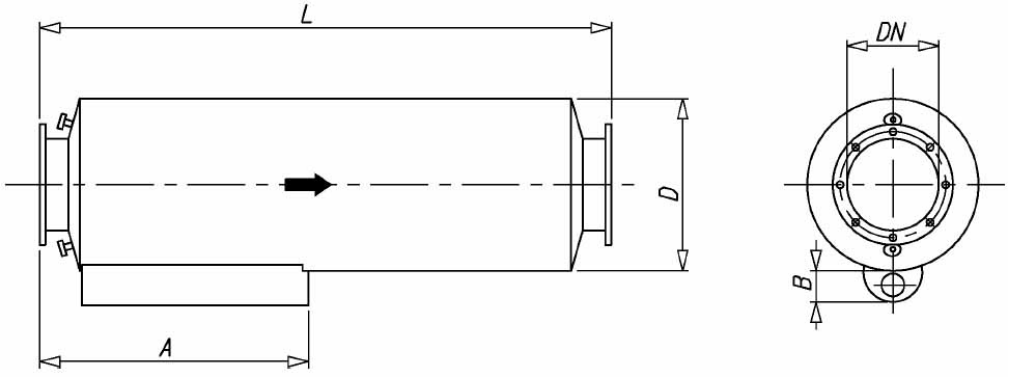


Таблица 11.1 **Типовые размеры выхлопного глушителя**

Затухание				25 dB(A)		35 dB(A)	
NS	D[мм]	A[мм]	B[мм]	L[мм]	Вес [кг]	L [мм]	Вес [кг]
300	860	1205	150	2530	360	3530	455
350	950	1405	115	2780	440	3780	580
400	1060	1500	150	3280	570	4280	710
450	1200	1700	180	3430	685	4280	855
500	1200	1700	200	3430	685	4280	860
Фланцы: DIN 2501							

11.3.7 Бойлеры выхлопных газов

При установке бойлеров на выхлопной системе каждый двигатель должен иметь отдельный бойлер. В качестве альтернативы приемлем общий бойлер с раздельными газовыми секциями для каждого двигателя.
Размеры бойлера, объемы и температуры выхлопного газа даны в разделе *Технические данные*.

12. Очистка ГТН

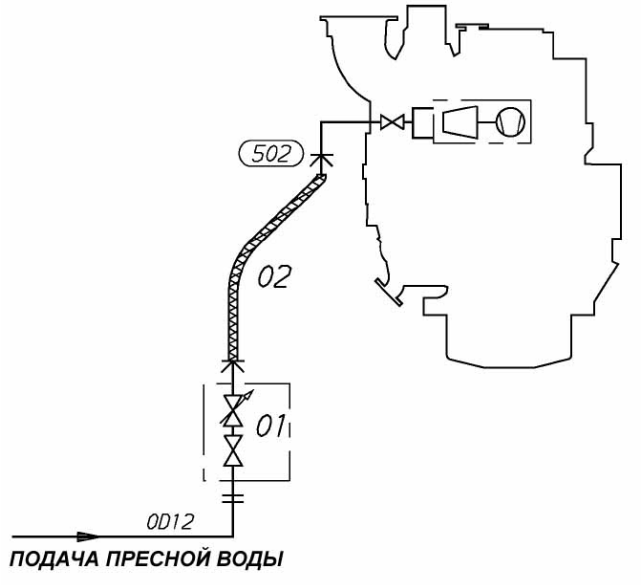
12.1 Система очистки турбины

Периодическая промывка турбины снижает образование отложений и увеличивает интервалы между капремонтами. Необходимо использовать только пресную воду и тщательно соблюдать инструкции по очистке, изложенные в руководстве пользователя.
Регулярная промывка турбины снижает образование отложений и увеличивает интервалы между капремонтами. Интервалы между очистками варьируются от 100 до 250 часов, в зависимости от качества топлива. Пресная вода впрыскивается перед турбиной при малых нагрузках двигателя. Нельзя использовать присадки, растворители или соленую воду, также необходимо тщательно соблюдать инструкции по очистке, изложенные в руководстве пользователя.

Подача воды:

- Пресная вода
- Минимальное давление 0,3 МПа (3,0 Бар)
- Максимальное давление 2,0 МПа (20,0 Бар)
- Максимальная температура 80 °C
- Поток 6-10 л/мин
- Впрыскивание в течение 30 сек., 3-5 раз

Рис 12.1 Система очистки ГТН (DAAE003884)



Компоненты системы		Трубные соединения	
01	Блок отключения подачи и регулировки протока	502	Промывочная вода на турбину и компрессор, быстросъемная муфта
02	Резиновый шланг		

ПРИМЕЧАНИЕ!
1. Блок отключения подачи и регулировки протока установлен в машинном отделении на переборке.
2. Длина резинового шланга – 10м.

13. Выхлопные газы

13.1 Общие сведения

Выхлопные газы дизельного двигателя в основном состоят из азота, кислорода и продуктов горения, таких как углекислый газ (CO2), водяного пара, а также небольших количеств угарного газа (CO), оксидов серы (SOx), оксидов азота (NOx), частично реагированный и несгоревшего углеводорода (HC) и твердых частиц (PM).
Существуют различные способы регулировки выброса в зависимости от того, какое загрязняющее вещество следует устранить. В основном, они делятся на две категории – первичные методы, применяемые к самому двигателю, и вторичные методы, применяемые к потоку выхлопного газа.

13.2 Компоненты выхлопных газов дизельного двигателя

Азот и кислород в выхлопных газах являются основными компонентами всасываемого воздуха, не участвующими в процессе горения.
Основными продуктами горения являются CO2 и вода. Вторичными продуктами горения являются угарный газ, углеводороды, оксиды азота, оксиды серы, сажа и твердые частицы.
В дизельном двигателе выбросы угарного газа и углеводородов низки по сравнению с другими двигателями внутреннего сгорания, благодаря высокому коэффициенту избытка воздуха при горении. Избыток воздуха дает возможность практически полного сгорания HC и окисления CO и CO2, поэтому их количество в выхлопных газах очень мало.

13.2.1 Оксиды азота (NOx)

В качестве вторичного продукта процесс горения образует оксиды азота. При высоких температурах азот обычно инертен, при реакции с кислородом образует окись азота (NO) и диоксид азота (NO2), которые обычно выделяются в группу NOx выбросов. Их количество напрямую зависит от температуры горения. NO также могут образовываться посредством окисления азота в топливе и химической реакции с топливными радикалами. NO в потоке выхлопногогаза находится под действием высоких температур и в среде высокой концентрации кислорода, и, таким образом, быстро окисляется до NO2. Количество выбросов NO2 составляет приблизительно 5% от общего выброса NOx.

13.2.2 Оксиды серы (SOx)

Оксиды серы (SOx) являются непосредственным результатом серной составляющей горючего. В процессе горения связанная топливом сера быстро окисляется до двуокиси серы (SO2). Небольшая часть SO2 может затем окислиться до трехокиси серы (SO3).

13.2.3 Твердые частицы (PM)

Фракция твердых частиц выхлопных газов представляет собой смесь неорганических и органических веществ, по большей части включающих сажу (элементарный углерод), топливную золу (в смеси с сульфатами и связанной водой), нитраты, углекислые соли и ряд несгораемых или частично сгорающих углеводородных компонентов топлива и смазочного масла.

13.2.4 Дым

Несмотря на то, что дым обычно является видимым признаком частиц в выхлопе, соотношение между выбросом частиц и дымом непостоянно. Более легкие и летучие углеводороды не будут видны, равно как и частицы, выбрасываемые из правильно обслуживаемого и эксплуатируемого дизельного двигателя.
На вид дым может быть черным, синим, белым, желтым или коричневым. Черный дым в основном состоит из углеродных частиц (сажа). Синий цвет дыма свидетельствует о наличии продуктов неполного сгорания топлива или смазочного масла. Белый дым обычно представляет собой конденсированный водяной пар. Желтый цвет дыма вызван выбросом NOx. Когда выхлопной газ охлаждается значительно раньше, чем выбрасывается в атмосферу, конденсированный компонент NO2 может давать коричневый цвет.

13.3 Морское законодательство по выбросам выхлопных газов

13.3.1 Международная морская организация (IMO)

Результатом растущей озабоченности по поводу загрязнения воздуха явилось введение в судостроении контроля за выбросом выхлопных газов. Во избежание роста числа несогласованных нормативов IMO (Международная морская организация) разработала Приложение IV к МАРПОЛ 73/78 (Международная конвенция по предотвращению загрязнений вод с судов), в которой изложен первый ряд нормативов, касающихся выброса выхлопных газов судами.

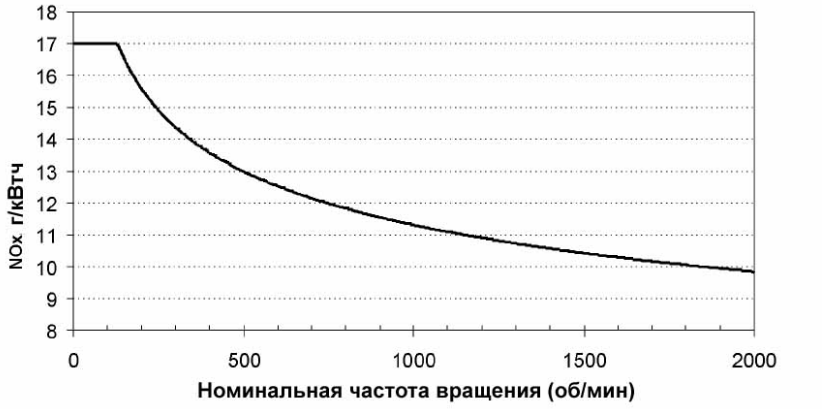
МАРПОЛ, Приложение VI

Приложение VI к конвенции МАРПОЛ 73/78 включает нормативы по, например, таким выбросам как оксиды азота, оксиды серы, летучие органические соединения и вещества с озоноразрушающей способностью. Приложение VI вступило в силу 19 мая 2005 г. Наиважнейший норматив Приложения VI к МАРПОЛ – контроль за выбросом NOx.

Установлены следующие ограничения IMO на NOx:

NOx [г/кВт.ч] = 17 при об/мин < 130
= 45 x об/мин -0.2 при 130 < об/мин < 2000
= 9,8 где об/мин > 2000

Рис. 13.1 Ограничения IMO на выброс NOx



Директивы по NOx касаются дизельных двигателей свыше 130 кВт, установленных на судах, построенных (за дату постройки принята дата установки киля или аналогичная стадия постройки судна) с 1 января 2000 г. включительно, а также двигатели, подвергшиеся значительному переоборудованию с 1 января 2000 г. включительно.
Двигатели Wärtsilä соответствуют нормативам выброса NOx, установленным IMO в Приложении VI к МАРПОЛ.
Для двигателей Wärtsilä 20 с номинальной скоростью вращения 900 об/мин уровень выброса NOx до 11,5 г/кВт.ч, а для двигателей с 1000 об/мин – до 11,3 г/кВт.ч. Проведены испытания, соответствующие нормативам IMO (Технический код NOx).

Сертификат EIAPP

Каждый двигатель будет иметь сертификат EIAPP (Международное соглашение о предотвращении загрязнения воздуха от двигателей) в качестве свидетельства того, что он соответствует нормативам выброса NOx, установленным IMO.
При испытаниях двигателя на выброс NOx эталонным топливом является топливо для судовых дизелей (дистиллят), а испытания проводятся в соответствии с циклом тестирования ISO 8178. Впоследствии величина NOx должна подсчитываться с учетом различных весовых коэффициентов для различных нагрузок в соответствии со стандартом ISO 8178. Наиболее часто используемый цикл тестирования ISO 8178 представлен в данной таблице:

Таблица 13.1 Цикл тестирования ISO 8178

E2: Дизель-электрическая пропульсивная установка или ВРШ	Частота вращ. (%)	100	100	100	100	
	Мощность (%)	100	75	50	25	
	Весовой коэфф.	0.2	0.5	0.15	0.15	
E3: ВФШ	Частота вращ. (%)	100	91	80	63	
	Мощность (%)	100	75	50	25	
	Весовой коэфф.	0.2	0.5	0.15	0.15	
D2: Вспомогательный двигатель	Частота вращ. (%)	100	100	100	100	100
	Мощность (%)	100	75	50	25	10
	Весовой коэфф.	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

Для сертификации EIAPP может быть применена концепция "семейства двигателей" или "группы двигателей". Это было сделано для дизельного двигателя Wärtsilä 20. Семейства двигателей представлены своими исходными двигателями, и только для них необходимы сертификационные испытания на выброс. Последующие двигатели могут быть сертифицированы по документам, комплектующим, установочным параметрам и т.д., которые доказывают их соответствие с теми же характеристикам исходного двигателя. Все нестандартные двигатели, например форсированные двигатели, двигатели с нестандартной частотой вращения и т.д. должны сертифицироваться в индивидуальном порядке, т.е. к ним неприменима концепция "семейства двигателей" или "группы двигателей".
В соответствие с нормативами IMO для каждого двигателя должен быть заведен Технический журнал. Этот Технический журнал содержит информацию о комплектующих двигателя, влияющих на выброс NOx, и каждый важный компонент помечен специальным номером IMO. Такими важными комплектующими являются форсунка, ТНВД, распределительный вал, головка цилиндра, поршень, шатун, холодильник наддувного воздуха и ГТН. Допустимые заданные значения и параметры для работы двигателя также указываются в Техническом журнале.
Помеченные комплектующие могут быть впоследствии идентифицированы инспектором на борту корабля, и, таким образом, может быть выдан сертификат для судна на основании EIAPP (Международное соглашение о предотвращении загрязнения воздуха) и бортовой инспекции.

Зона контроля за содержанием серы в выбросах (SECA)

ПриложениеVI к MARPOL устанавливает общий лимит на содержание серы в топливе 4,5% от общего веса. ПриложениеVI также содержит положения, позволяющие устанавливать особые Зоны контроля за содержанием серы в выбросах (SECA) с более определенными нормативами выброса серы. В зонах SECA содержание серы в топливе, используемом на судах, не должно превышать 1,5% от общего веса. В качестве альтернативы необходимо применить систему очистки выхлопных газов для снижения совокупного выброса оксидов серы вспомогательного и главного пропульсивных двигателей судна до 6,0 г/кВт.ч или менее, подсчитываемую как суммарная масса выброса оксидов серы. В настоящий момент Балтийское и Северное моря включены в зону SECA.

13.3.2 Другие законодательные акты

В отдельных регионах действуют другие законодательные акты.

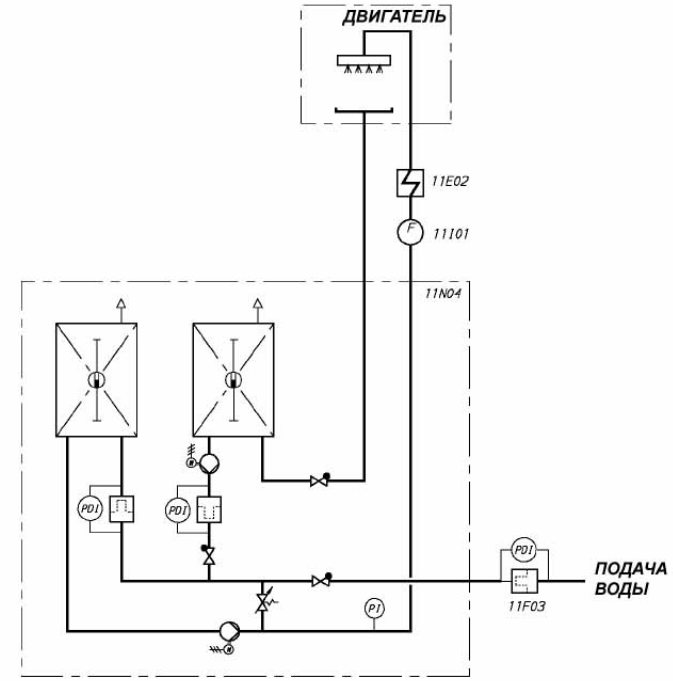
13.4. Методы снижения выброса отработавших газов

Все стандартные двигатели Wärtsilä соответствуют нормативам выброса NOx, установленным IMO (Международной морской организацией) и большинству местных нормативов выброса без дополнительных модификаций. Wärtsilä также выработала решения для значительного снижения выброса NOx там, где это требуется.
Выбросы отработавших газов дизельного двигателя могут быть снижены с помощью основных и добавочных методов. Основные методы ограничивают образование удельной эмиссии в процессе сгорания топлива. Добавочные методы снижают объем компонентов выброса после их образования в процессе прохождения по системе газовыхлопа.

13.4.1 Увлажнение зарядного воздуха (Wetpac H)

Технология Wetpac H позволяет снизить выброс NOx до 40%. Она основана на впрыскивании воды после ГТН. Водяные брызги снижают максимальную температуру в цилиндрах, уменьшая таким образом выброс NOx.
Wetpac H подходит для видов топлива с содержанием серы менее 1,5%.
Система Wetpac H включает систему водоочистки, насосный агрегат, подогреватель впрыскиваемой воды (только для небольших двигателей с односекционным охладителем наддувного воздуха), расположенного вне двигателя блока управления и группы/групп водораспылителей с соленоидными клапанами, установленными на воздуховоде наддувного воздуха. Насосный агрегат должен быть размещен рядом с двигателем.

Рис. 13.2 Внешняя схема Wetpac H (DAAE039819)



Компоненты системы	
11N04	Увлажняющий насосный агрегат
11E02	Подогреватель
11F03	Фильтр грубой очистки
11I01	Расходомер

Система сконструирована таким образом, чтобы количество впрыскиваемой воды можно было регулировать, а система Wetpac H при необходимости могла быть отключена. При сбое система автоматически выключается. Количество необходимой воды варьируется в зависимости от нагрузки и необходимого механику уровня выброса NOx.
Как правило необходимое для полного сокращения NOx количество воды – 1,5…2 раза превышает потребление топлива двигателем.
Вода, используемая для Wetpac H, должна быть очень хорошего качества, получена с помощью испарителя или двухступенчатой установки обратного осмоса, см. табл. 13.2 *Требования к качеству воды*.
Необходимо иметь в виду, что при работе Wetpac H меняется тепловой баланс двигателя, и всегда запрашивать точную информацию о конструкции.
Вода, используемая в Wetpac H должна удовлетворять следующим требованиям:

Таблица 13.2 **Требования к качеству воды**

Свойства	Единицы имз.	Максимал. величина
Водородный показатель (pH)		6…8
Жесткость	°dH	0.4
Содержание хлоридов (Cl)	мг/л	5
Содержание взвешенных твердых частиц	мг/л	5
Температура перед насосным узлом	°C	40

Для того чтобы добиться безопасной эксплуатации системы Wetpac H и двигателя, необходимо использовать воду, полученную с помощью установки для получения пресной воды / опреснителя или двухступенчатой установки обратного осмоса. Вода не должна быть загрязнена маслом, жиром, поверхностно-активными веществами или аналогичными примесями. Такие виды примесей могут вызвать засорение фильтров или другие неисправности в системе Wetpac H.

Таблица 13.3 Расход воды

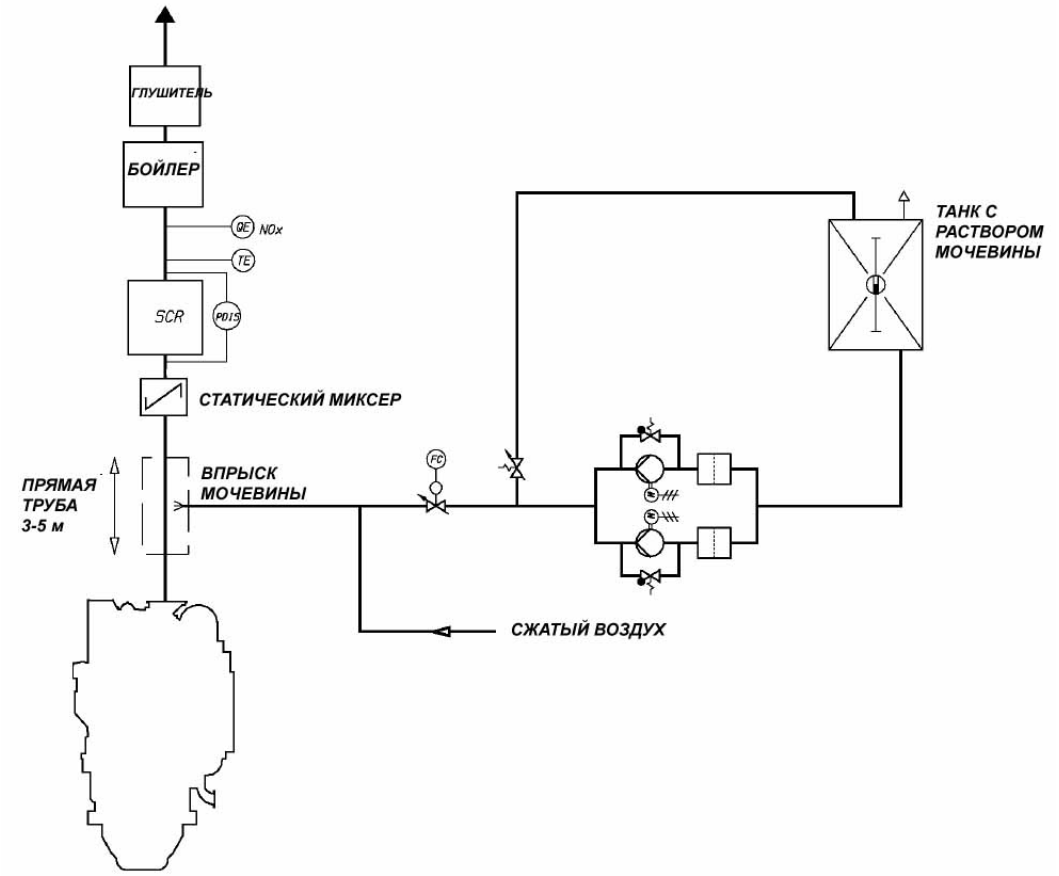
Тип двигателя	Потребление воды [л/ч]
4L20	280
6L20	420
8L20	560
9L20	630

Расход воды рассчитывается для максимального сокращения NOx и 85% нагрузке двигателя.

13.4.2 Избирательное каталитическое восстановление (SCR)

Единственным способом снизить уровень выброса NOx до 85-95% является избирательное каталитическое восстановление (SCR). Недостатками SCR являются большие размеры и относительно высокая стоимость установки и эксплуатации.
Восстановитель, водный раствор мочевины (40 %) впрыскивается в выхлопной газ непосредственно за ГТН. Мочевивна быстро распадается на аммиак (NH3) и углекислый газ. Смесь пропускается через катализатор, где NOx превращается в безвредные азот и воду.
Обычная система SCR включает резервуар-хранилище раствора мочевины, систему нагнетания раствора мочевины, систему впрыскивания восстановителя, и корпус с катализаторными элементами. На следующем рисунке показана стандартная система SCR.

Рис. 13.3 Стандартная схема расположения труб и приборов для системы SCR



Катализаторные элементы пористого типа, как правило, имеют керамическую структуру с активным каталитическим веществом, рассыпанным по всей поверхности элемента. Катализаторные элементы расположены слоями. Во избежание засорения катализатора перед каждым слоем должна быть установлена сажеобдувочная система.
Впрыск мочевины регулируется с помощью обратной связи от измерителя NOx, расположенного за катализатором. Коэффициент сокращения NOx зависит от количества добавленной мочевины, что может быть выражено соотношением NH3/NOx. Повышение уровня катализатора может также повысить коэффициент сокращения.

При работе двигателя на мазуте температура выхлопного газа перед SCR должна быть не ниже 330°C, в зависимости от серного компонента топлива. При работе на морском дизельном топливе (MDF) температура выхлопного газа может быть ниже. Если в спецификацию включен бойлер, он должен быть установлен после системы SCR.
Срок службы катализатора зависит, в основном, от качества горючего, а также, в некоторой степени, от качества смазочного масла. Срок службы катализатора обычно 3-5 лет для жидкого топлива и несколько больше, если двигатель работает на газе. Полный объем катализатора обычно делится на три слоя и, таким образом, можно за один раз заменять один уровень, и использовать остаточную активность старых уровней.

Расход мочевины и замена слоев катализатора образуют основные эксплуатационные расходы катализатора. Расход мочевины составляет около 15 г/кВт.ч. 40%-го раствора мочевины. Раствор мочевины может быть приготовлен путем смешивания гранулированной мочевины с водой, или же мочевина может быть приобретена в виде 40%-го раствора. Резервуар-хранилище раствора мочевины должен быть достаточно большим с тем, чтобы судно обладало необходимой автономностью.

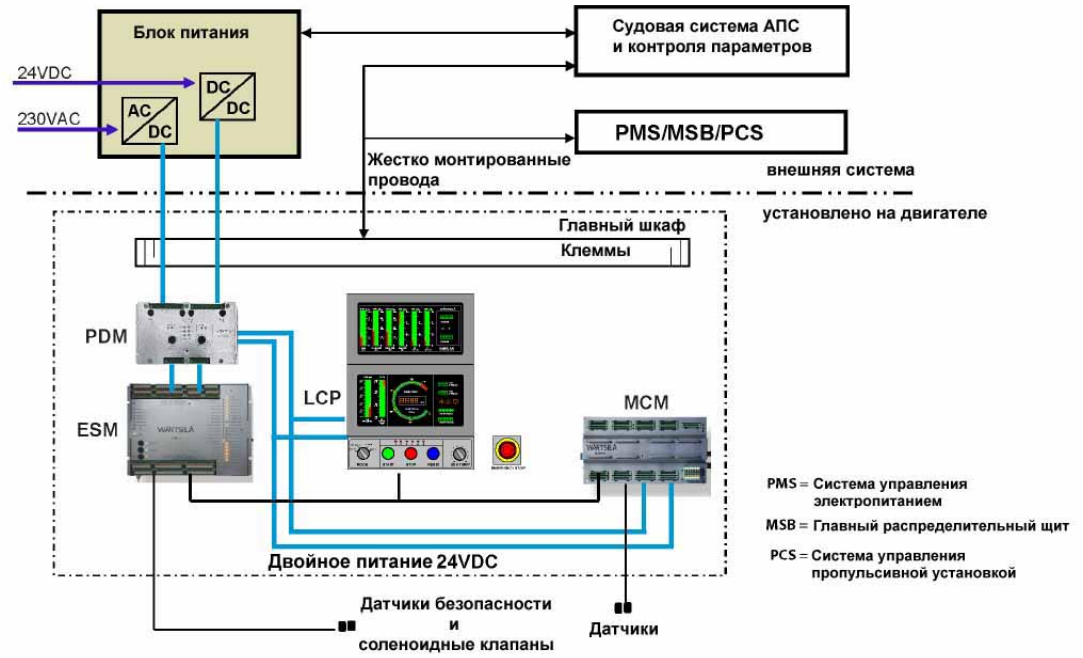
14. Система автоматики

Унифицированная система управления Wärtsilä UNIC это встроенная модульная система автоматики, доступная в трех версиях. Основные функции одинаковы во всех версиях, но функции могут быть увеличены, в зависимости от типа установки. Системы UNIC C1 и UNIC C2 применяются для двигателей со стандартным впрыском топлива, в то время как система UNIC C3 имеет дополнительно функцию управления впрыска топлива для двигателей с общей системой электронного впрыска типа «common rail». Система UNIC C1 имеет интерфейс с внешними системами только через жестко монтированные провода, в то время как системы UNIC C2 и UNIC C3 имеют интерфейс через жестко монтированные провода только функций управления, а интерфейс для аварийно-предупредительных сигналов (АПС) мониторинга параметров осуществляется через шину.

14.1 Система управления UNIC C1

Оборудование на двигателе, включенное в систему UNIC C1, осуществляет все функции управления двигателя, например, последовательность пуска, блокировка пуска, нормальная остановка двигателя, автоматическое отключение системой безопасности, управление частотой вращения и распределение мощности. На пульте местного управления (ПМУ) имеются кнопки для управления по месту наиболее важными функциями. Все клеммы сигналов на внешние системы и от них расположены в главном шкафу на двигателе.

Рис. 14.1 Структура системы UNIC C1



Оборудование в главном шкафу двигателя:

MCM	Главный модуль управления, осуществляющий все оперативные функции управления, например, выполнение последовательности запуска, блокировка пуска, регулировка частоты вращения/нагрузки.
ESM	Модуль безопасности, выполняющий базовые функции безопасности, например, отключение по забросу оборотов или низкому давлению масла. Модуль безопасности является интерфейсом между устройствами автоматического отключения на двигателе и всем остальным оборудованием управления.
LCP	Пульт местного управления, оборудованный кнопками и переключателями для местного управления двигателем и графическим дисплеем, на котором отображаются наиболее важные рабочие параметры.
PDM	Модуль распределения энергии содержит предохранители, фильтры и осуществляет распределение энергии и контроль сбоя в заземлении. Модуль обеспечивает два независимых дублирующих источника питания 24 V DC для всех модулей и устройств управления.

Оборудование, установленное на двигателе:

- Датчики
- Соленоиды
- Актуаторы

Указанное оборудование подключено к главному шкафу двигателя. Уровень защиты IP54.

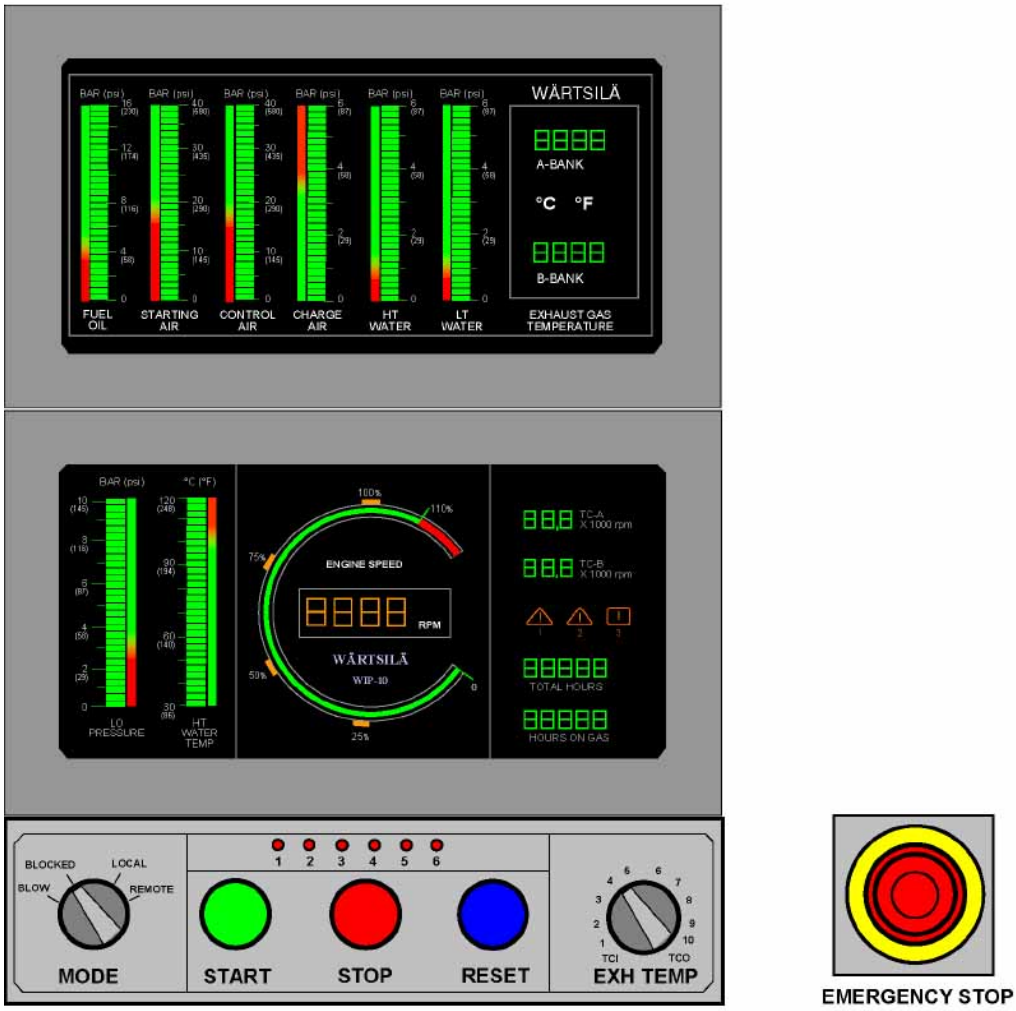
Внешнее оборудование

Блок питания

Два дублирующих питающих преобразователя/изолятора установлены в стальном шкафу и крепятся к переборке. Уровень защиты IP44.

14.1.1 Пульт местного управления

Рис. 14.2 Пульт местного управления



На пульте имеются следующие функции:

- Местный пуск (START)
- Местная остановка (STOP)
- Местная аварийная остановка (EMERGENCY STOP)
- Местный сброс данных по автоматической остановке (RESET)
- Переключатель температуры выхлопных газов (EXH TEMP)

- Местный переключатель режимов с положениями: продувка, блокировка, местный и дистанционный:
  - Местный (LOCAL): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только с ПМУ.
  - Дистанционный (REMOTE): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только дистанционно.
  - Продувка (BLOW): В данном положении возможно произвести «продувку» (проверку вращения двигателя с открытыми индикаторными клапанами и отключенной подачей топлива), нажав кнопку «ПУСК».
  - Блокировка: Блокировка нормального пуска двигателя.

Индикация параметров на дисплее LCP:

- Частота вращения двигателя
- Частота вращения ГТН
- Счетчик моточасов
- Давление топлива
- Давление масла
- Давление пускового воздуха
- Давление воздуха систем управления
- Давление наддувного воздуха
- Давление воды НТ-контура охлаждения
- Температура воды ВТ-контура охлаждения
- Температура выхлопных газов после каждого цилиндра, до и после ГТН

14.1.2 Система безопасности двигателя

Система безопасности двигателя основана на жестко монтированных проводах с дублирующими устройствами по критическим функциям безопасности. Модуль безопасности выполняет базовые функции безопасности как, например, защиту по забросам оборотов. Модуль также служит интерфейсом между устройствами отключения на двигателе и остальной системой управления.
Основные характеристики:

- Конструкция предусматривает дублирование источника питания, входов по частоте вращения и управления остановочным соленоидом.
- Модуль определяет сбой на датчиках, соленоидах или обрыв проводов.
- Состояние или обнаруженный сбой отображается светодиодами.
- Модуль имеет цифровые выходы состояния.
- Модуль осуществляет фиксирование состояния по автоматической остановке и функцию сброса данных.
- Модуль подает сигнал оповещения об автоматической остановке.
- Модуль предусматривает функцию игнорирования сигнала автоматической остановки (конфигурация зависит от типа установки).
- Модуль имеет аналоговые выходы по частоте вращения двигателя и ГТН
- Реле частоты вращения можно настраивать.

14.1.3 Блок питания

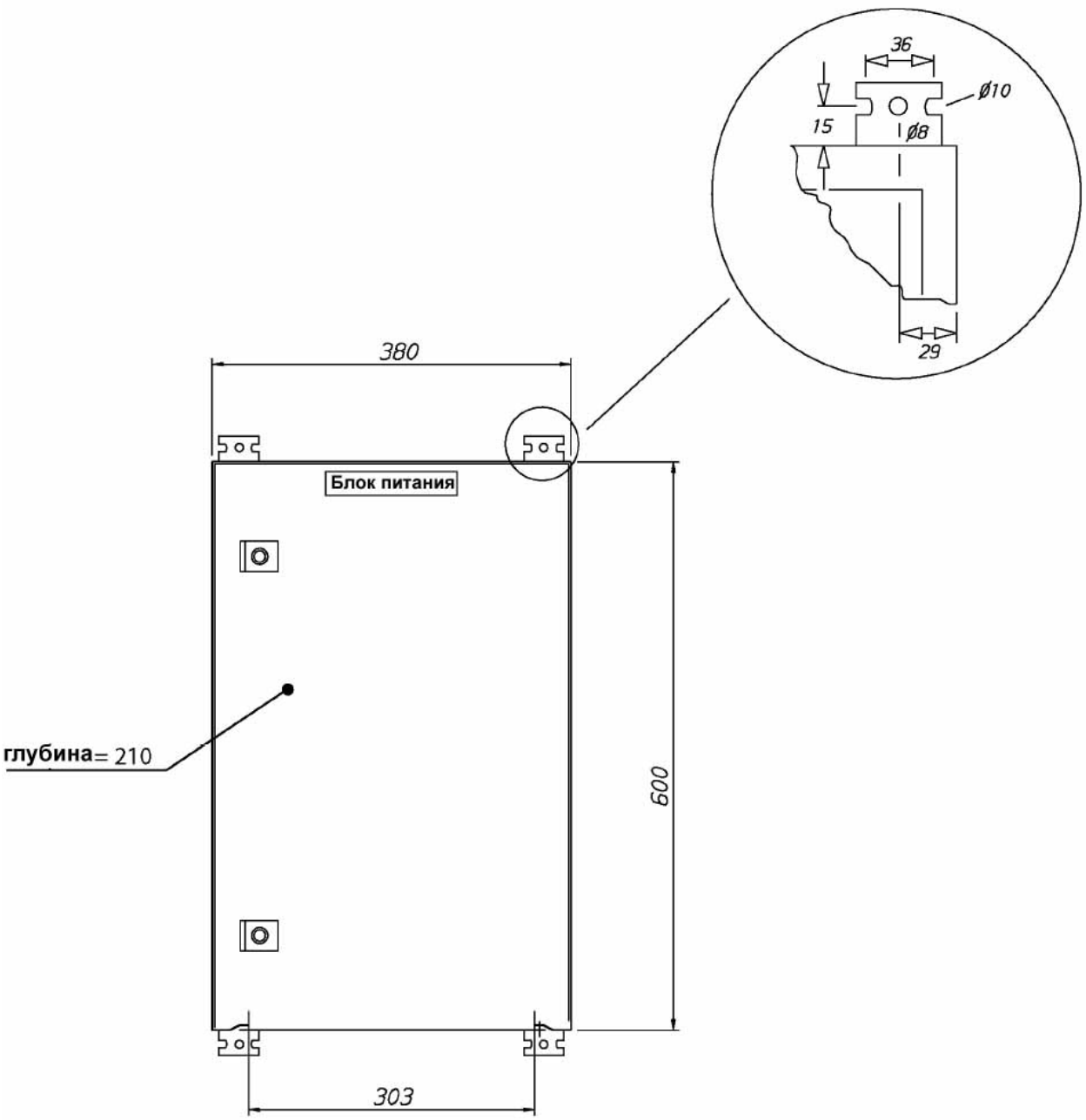
Блок питания поставляется с каждым двигателем для отдельной установки. Блок питания подает постоянный ток на электросхемы системы на двигателе и обеспечивает изоляцию от других систем, работающих на постоянном токе на судне. Шкаф блока питания рассчитан на установку на переборке судна. Уровень защиты IP44, макс. температура окружающей среды 50°C.
Блок питания имеет дублирующие преобразователи мощности. Каждый преобразователь рассчитан на 100% нагрузки. Как минимум один из двух источников должен быть подсоединен к к источнику бесперебойного питания. Источник подает на оборудование напряжение 2 x 24 V DC.

Питание от судовой системы:

- Питание 1: 230 VAC / ок. 150 W

Питание 2: 24 VDC / ок. 150 W

Рис. 14.3 Блок питания



14.1.4. Расключение кабелей и обзор системы

На рисунке и в таблице ниже дан общий обзор системы, подсоединение и типы кабелей в механических пропульсивных и дизель-генераторных установках.

Рис. 14.4 Общая схема системы UNIC C1

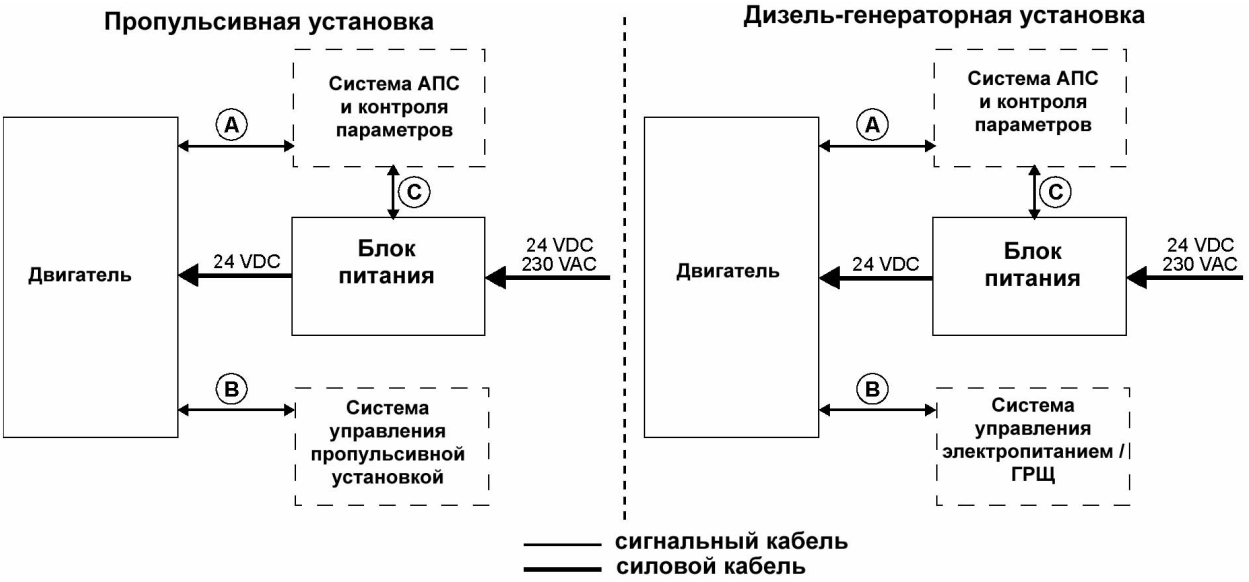


Таблица 14.1 Стандартное количество кабелей для системы UNIC C1

Кабель	От ⇔ к	Тип кабеля (стандартный)
A	Двигатель ⇔ система АПС и контроля параметров	11 x 2 x 0.75 mm^2 9 x 2 x 0.75 mm^2 32 x 0.75 mm^2 22 x 0.75 mm^2
B	Двигатель ⇔ система управления пропульсивной установкой Двигатель ⇔ система управления электропитанием / ГРЩ (главный распределительный щит)	1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 14 x 0.75 mm^2 10 x 0.75 mm^2
C	Блок питания ⇔ система АПС и контроля параметров	1 x 2 x 0.75 mm^2
D	Двигатель ⇔ блок питания	4 x 2.5 mm^2 (питание)

ПРИМЕЧАНИЕ! Типы кабелей и группировка сигналов в различных кабелях будет разной в зависимости от типа установки и конфигурации цилиндров.

Требования к питанию отображены в разделе ***Блок питания.***

Рис. 14.5 Обзор основных сигналов (главный двигатель)

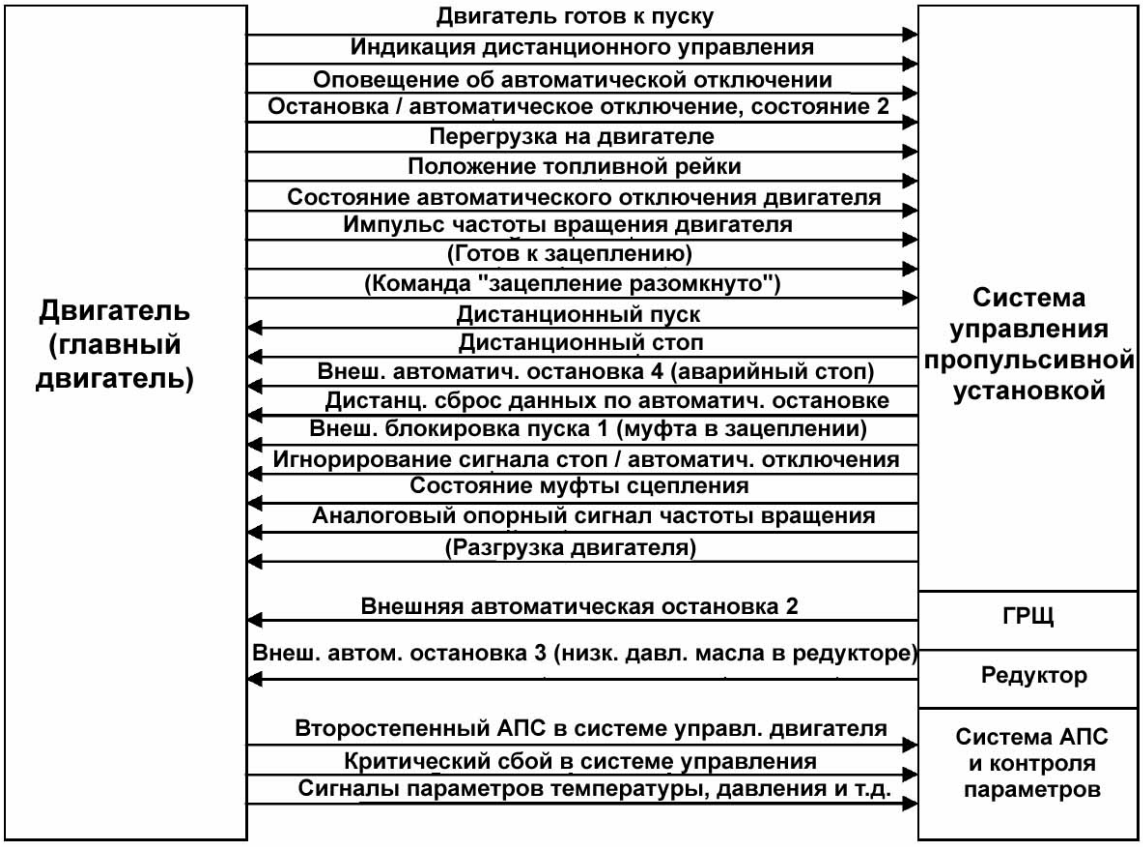


Рис. 14.6 Обзор основных сигналов (дизель-генераторная установка)

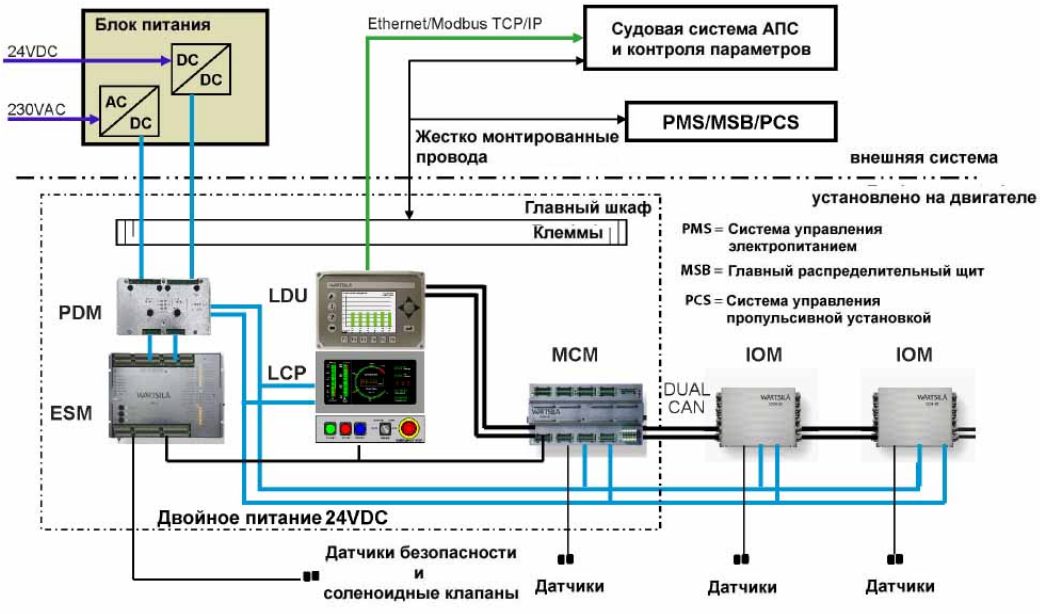


14.2 Система UNIC C2

Система UNIC C2 это встроенная система управления с распределенным управлением двигателем, которая осуществляет такие функции управления как последовательность пуска, блокировка пуска, распределение нагрузки, нормальный стоп и автоматическое отключение системой безопасности.

Модули распределенного управления производят обмен данными через шину CAN. Шина CAN это шина обмена данными, специально разработанная для компактных локальных сетей, где особую роль играет скорость передачи данных и безопасность.
Шина CAN и питание на каждый модуль дублируются в целях безопасности.
Сигналы управления к внешним системам и от них основаны на жестко монтированных проводах, подсоединенных к клеммам в главном шкафе двигателя.
Обрабатываемые данные для системы АПС и контроля параметров передаются через протокол MODBUS TCP на внешние системы.

Рис. 14.7 Структура системы UNIC C2



Оборудование в главном шкафу двигателя:

MCM	Главный модуль управления, осуществляющий все оперативные функции управления, например, выполнение последовательности запуска, блокировка пуска, регулировка частоты вращения/нагрузки. Модуль также отслеживает функции контроля впрыска топлива для двигателей с электронной системой впрыска типа «common rail».
ESM	Модуль безопасности, выполняющий базовые функции безопасности, например, отключение по забросу оборотов или низкому давлению масла. Модуль безопасности является интерфейсом между устройствами автоматического отключения на двигателе и всем остальным оборудованием управления.
LCP	Пульт местного управления, оборудованный кнопками и переключателями для местного управления двигателем и индикацией моточасов, а также наиболее важных рабочих параметров.
LDU	Местный дисплей с рядом информационных меню и графическим дисплеем, на котором отображаются наиболее важные рабочие параметры, данные вычисления процессором и архив событий на установке.
PDM	Модуль распределения энергии содержит предохранители, фильтры и осуществляет распределение энергии и контроль сбоя в заземлении. Модуль обеспечивает два независимых дублирующих источника питания 24 V DC для всех модулей и устройств управления.

Оборудование, установленное на двигателе:

IOM	Модуль входов/выходов, осуществляет измерения и ограниченные функции управления в конкретных зонах двигателя

- Датчики
- Соленоиды
- Актуаторы

Указанное оборудование подключено к главному шкафу двигателя. Уровень защиты IP54.

Внешнее оборудование

Блок питания

Два дублирующих питающих преобразователя/изолятора установлены в стальном шкафу и крепятся к переборке. Уровень защиты IP44.

14.2.1 Пульт местного управления и местный дисплей

На пульте имеются следующие функции:

- Местный пуск (START)
- Местная остановка (STOP)
- Местная аварийная остановка (EMERGENCY STOP)
- Местный сброс данных по автоматической остановке (RESET)
- Местный переключатель режимов с положениями: продувка, блокировка, местный и дистанционный:
  - Местный (LOCAL): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только с ПМУ.
  - Дистанционный (REMOTE): пуск и остановка двигателя могут быть произведены только дистанционно.
  - Продувка (BLOW): В данном положении возможно произвести «продувку» (проверку вращения двигателя с открытыми индикаторными клапанами и отключенной подачей топлива), нажав кнопку «ПУСК».
  - Блокировка: Блокировка нормального пуска двигателя.

Индикация параметров на дисплее LCP:

- Частота вращения двигателя
- Частота вращения ГТН
- Счетчик моточасов
- Давление масла
- Температура воды ВТ-контура охлаждения

Местный дисплей имеет ряд информационных меню графический дисплей, на котором отображаются наиболее важные рабочие параметры, данные вычисления процессором и архив событий на установке.

Рис. 14.8 Пульт местного управления и местный дисплей



14.2.2 Система безопасности двигателя

Система безопасности двигателя основана на жестко монтированных проводах с дублирующими устройствами по критическим функциям безопасности. Модуль безопасности выполняет базовые функции безопасности как, например, защиту по забросам оборотов. Модуль также служит интерфейсом между устройствами отключения на двигателе и остальной системой управления.
Основные характеристики:

- Конструкция предусматривает дублирование источника питания, входов по частоте вращения и управления остановочным соленоидом.
- Модуль определяет сбой на датчиках, соленоидах или обрыв проводов.
- Состояние или обнаруженный сбой отображается светодиодами.
- Модуль имеет цифровые выходы состояния.
- Модуль осуществляет фиксирование состояния по автоматической остановке и функцию сброса данных.
- Модуль подает сигнал оповещения об автоматической остановке.
- Модуль предусматривает функцию игнорирования сигнала автоматической остановки (конфигурация зависит от типа установки).
- Модуль имеет аналоговые выходы по частоте вращения двигателя и ГТН
- Реле частоты вращения можно настраивать.

14.2.3 Блок питания

Блок питания поставляется с каждым двигателем для отдельной установки. Блок питания подает постоянный ток на электросхемы системы на двигателе и обеспечивает изоляцию от других систем, работающих на постоянном токе на судне. Шкаф блока питания рассчитан на установку на переборке судна. Уровень защиты IP44, макс. температура окружающей среды 50°C.
Блок питания имеет дублирующие преобразователи мощности. Каждый преобразователь рассчитан на 100% нагрузки. Как минимум один из двух источников должен быть подсоединен к к источнику бесперебойного питания. Источник подает на оборудование напряжение 2 x 24 V DC.

Питание от судовой системы:

- Питание 1: 230 VAC / ок. 150 W
- Питание 2: 24 VDC / ок. 150 W

14.2.4. Расключение кабелей и обзор системы

Рис. 14.9 Общая схема системы UNIC C2

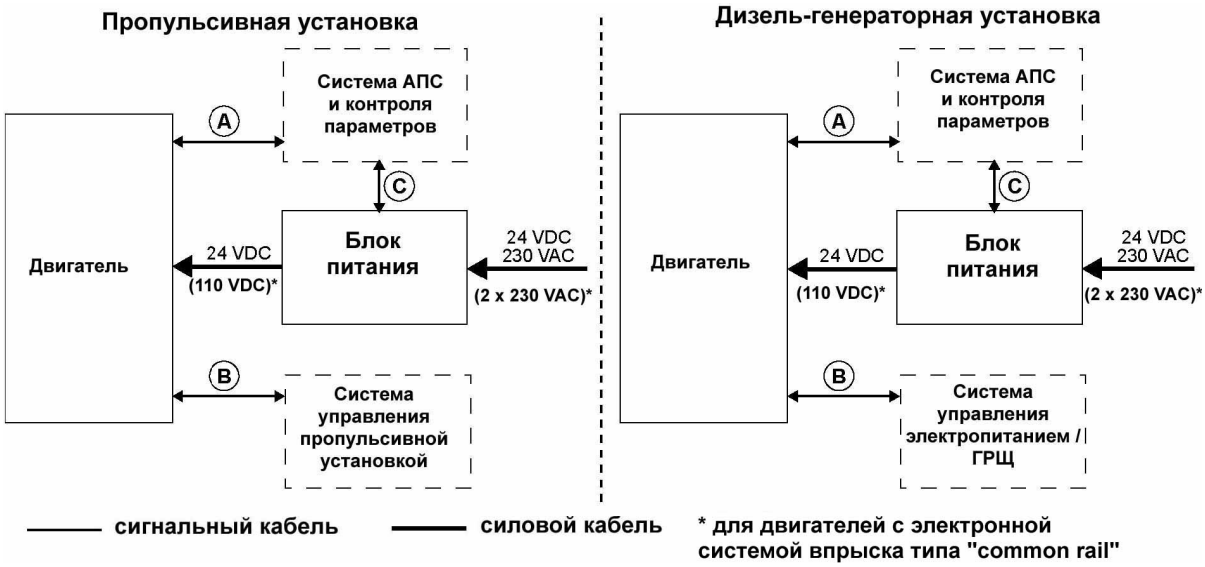


Таблица 14.2 Стандартное количество кабелей для системы UNIC C2

Кабель	От ⇔ к	Тип кабеля (стандартный)
A	Двигатель ⇔ система АПС и контроля параметров	3 x 2 x 0.75 mm^2 1 x Ethernet CAT 5
B	Двигатель ⇔ система управления пропульсивной установкой Двигатель ⇔ система управления электропитанием / ГРЩ (главный распределительный щит)	1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 1 x 2 x 0.75 mm^2 14 x 0.75 mm^2 14 x 0.75 mm^2
C	Блок питания ⇔ система АПС и контроля параметров	2 x 0.75 mm^2
D	Двигатель ⇔ блок питания	2 x 2.5 mm^2 (питание) 2 x 2.5 mm^2 (питание)

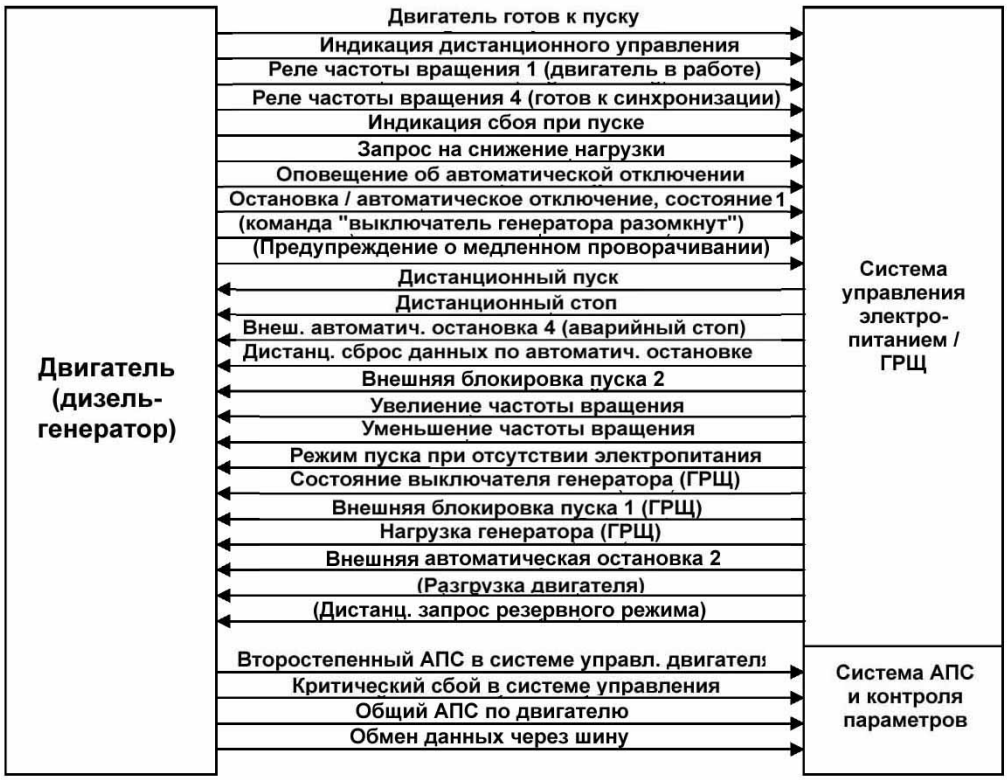
ПРИМЕЧАНИЕ! Типы кабелей и группировка сигналов в различных кабелях будет разной в зависимости от типа установки и конфигурации цилиндров.

Требования к питанию отображены в разделе ***Блок питания.***

Рис. 14.10 Обзор основных сигналов (главный двигатель)



Рис. 14.11 Обзор основных сигналов (дизель-генераторная установка)



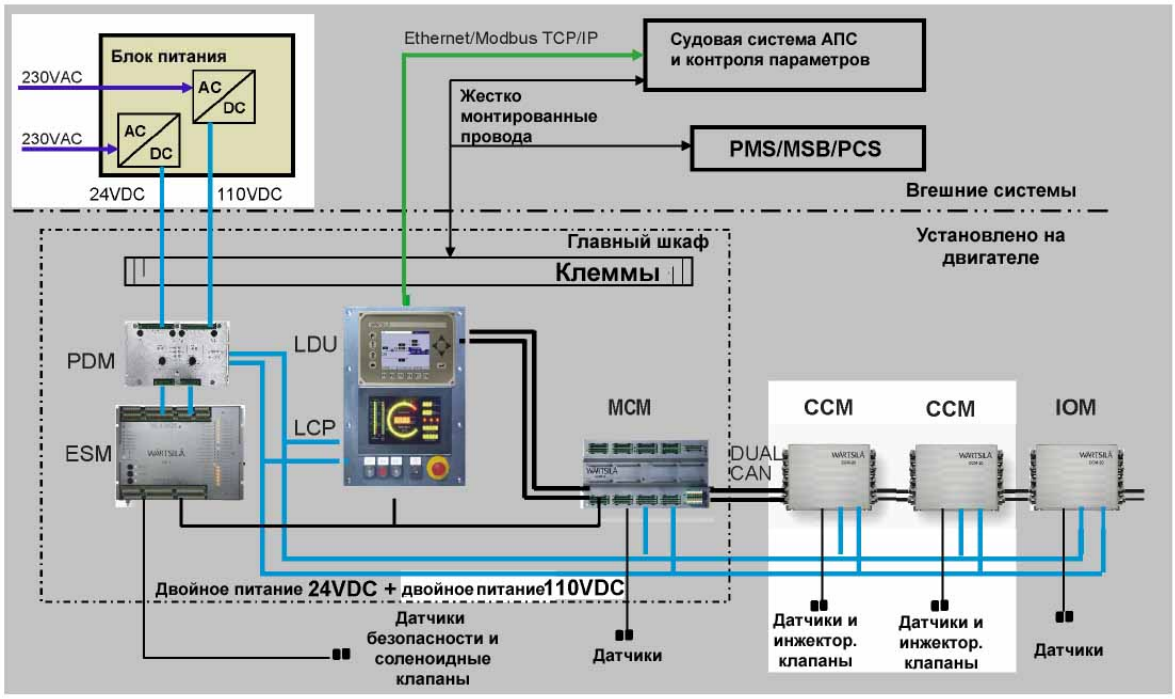
14.3 Система UNIC C3

Основные функции системы UNIC C3 те же, что и у системы UNIC C2, но в систему UNIC C3 добавлено управление впрыском топлива для двигателей с электронной системой впрыска типа «common rail».

Отличия от системы UNIC C2:

- Питание от судовой системы 2 x 230 VAC, каждое по 600 W (24 VDC не требуется).
- Блок питания также подает 2 x 110 VDC на топливные инжекторы.
- Система имеет модули управления цилиндрами (CCM) для контроля впрыска топлива.

Рис. 14.12 Структура системы UNIC C3



14.4 Функции системы UNIC

14.4.1 Пуск

Двигатель оборудован пневматическим стартером, управляемым соленоидным клапаном. На соленоидный клапан может быть подано питание как по месту кнопкой «ПУСК», так и с дистанционного поста управления. В аварийной ситуации также клапан может управляться вручную
Пуск заблокирован как пневматически, так и электрически, если валоповоротная шестерня находится в зацеплении. Подача топлива заблокирована, если остановочный рычаг находится в положении «СТОП». (обычная механическая системы впрыска).
Блокировки пуска управляются системой на двигателе (главным модулем управления MCM)/

Блокировка пуска

- Пуск блокируется по следующим функциям:
- Валоповоротная шестерня в зацеплении
- Остановочный рычаг в положении «СТОП»
- Низкое давление предварительной прокачки масла
- Местный переключатель режимов в положении «БЛОКИРОВКА»
- Активен сигнал «СТОП» или «АВТОМАТИЧЕСКАЯ ОСТАНОВКА»
- Внешний сигнал блокировки пуска 1 (напр., низкое давление масла в редукторе)

- Внешний сигнал блокировки пуска 2 (напр., положение муфты)
- Двигатель в работе

При перезапуске дизель-генератора в условиях отсутствия электропитания блокировка пуска по низкому давлению масла может быть отключена на 30 минут.

14.4.2 Стоп и автоматическое отключение

Нормальная остановка двигателя производится с пульта местного управления кнопкой «СТОП» или с поста дистанционного управления. Контрольные приборы на двигателе переводятся в режим остановки на определенное время, пока двигатель не будет полностью остановлен. После этого система автоматически переводится в режим «ГОТОВ К ПУСКУ», если при этом не активна какая-либо из функций блокировки пуска, иными словами, при нормальной остановке не требуется производить сброс данных по состоянию остановки.
Ручная аварийная остановка производится копкой «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» на ПМУ или дистанционно с ПДУ на дистанционному посту управления двигателем.
Модуль безопасности двигателя управляет автоматическим отключением по функции безопасности. Отключение двигателя по функции безопасности может производиться независимо модулем безопасности или же производится данным модулем через запрос на отключение, полученный с любого другого узла системы автоматики.
Типичные функции автоматического отключения следующие:

- Низкое давление масла
- Заброс оборотов
- Низкое давление масла в редукторе

В зависимости от установки оператор может отключить функцию автоматической остановки. Однако функцию остановки по забросу оборотов или аварийную остановку отключить невозможно.
Перед последующим запуском необходимо определить причину автоматической остановки и устранить ее.

14.4.3. Регулировка частоты вращения

Главные двигатели (механические пропульсивные установки)

Электронный регулятор частоты вращения интегрирован в систему автоматики двигателя. Для двигателей с (обычная механическая системы впрыска).
используется актуатор топливной рейки с резервным механико-гидравлическим регулятором. Механический резервный регулятор также подлежит установке на двухвинтовых судах с одним двигателем на гребной вал. Механический резервный регулятор не является опционом для установок с двумя двигателями, подсоединенными к одному редуктору.
Дистанционная установка частоты вращения с системы управления пропульсивной установкой представляет собой аналоговый сигнал 4-20 mA. Также возможно выбрать рабочий режим, в котором опорный сигнал частоты вращения в системе электронного регулирования буте настраиваться сигналами увеличения/уменьшения.
Система электронного регулирования частоты вращения осуществляет распределение нагрузки между двигателями, работающими параллельно, управляет топливными ограничителями и другими функциями (напр., размыкание/замыкание муфты, фильтрация частоты вращения). Защита по перегрузке и контроль уровня увеличения нагрузки должен быть включен в систему управления пропульсивной установки в соответствии с разделом ***Рабочие диапазоны.***

Дизель-генераторы

Электронный регулятор частоты вращения интегрирован в систему автоматики двигателя. Используются гидравлические актуаторы топливной рейки с приводом от двигателя на двигателях с обычной механической системой впрыска.
Распределение нагрузки может основываться на стандартных статических характеристиках, или может осуществляться независимо узлами регулировки частоты вращения без статизма. Последний способ регулировки относится обычно к изохронному типу распределения нагрузки. При изохронном распределении нагрузки нет необходимости балансировки нагрузки, настройки частоты или контроля нагружения/разгружения генератора на внешней системе управления.
В системе регулировки по статизму каждый узел управления частотой увеличивает свою внутреннюю опорную частоту, если узел определил увеличение нагрузки на генераторе. Уменьшение частоты в электросети с большой нагрузкой в системе приводит к тому, что все генераторы пропорционально распределят между собой общую увеличенную нагрузку. Двигатели с одинаковым статизмом и опорной частотой распределят между собой нагрузку одинаково. Нагружение и разгружение генератора осуществляется настройкой опорной частоты каждого узла регулировки частоты вращения. Величина статизма стандартно 4%, т.е. разница в частоте между нулевой и максимальной нагрузками составляет 4%.

В изохронном режиме опорный сигнал частоты вращения остается неизменным, независимо от уровня нагрузки. Оба режима, изохронного распределения и статизма, являются стандартными в системах управления частотой вращения, т.е. возможно выбрать любой из двух. Если судно имеет несколько распределительных секций с прерывателями между секциями, то необходимо значение состояния каждого прерывателя для управления распределением нагрузки в изохронном режиме.

14.5 АПС и сигналы параметров системы

Количество датчиков и сигналов параметров может отличаться в зависимости от типа установки. Реальная конфигурация сигналов и уровней срабатывания аварийно-предупредительных сигналов (АПС) описана в конкретной документации по конкретному проекту, поставляемая для всех контрактных проектов.

В таблице ниже перечислены типичные датчики и сигналы системы АПС и контроля параметров судна. Тип сигнала обозначен для системы UNIC C1, которая имеет интерфейс полностью на жестко монтированных проводах. Системы UNIC C2 и C3 передают информацию через канал связи MODBUS на судовую систему АПС и контроля параметров.

Таблица 14.3 Типичные датчики и сигналы

Код	Описание	Тип ВХ/ВЫХ	Тип сигнала	Диапазон
PT101	Давление топлива, вход двигателя	Аналог.	4-20 mA	0-16 Бар
TE101	Температура топлива, вход двигателя	Аналог.	PT100	0-160 °C
LS103A	Утечка топлива, труба высокого давления (ряд A)	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
PDS113	Давление топлива, перепад на предохранительном фильтре	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
PT201	Давление масла, вход двигателя	Аналог.	4-20 mA	0-10 Бар
TE201	Температура масла, вход двигателя	Аналог.	PT100	0-160 °C
LS204	Уровень масла, масляный отстойник	Цифр.	Без потенц.	0-10 Бар
PDT243	Перепад давления на масляном фильтре	Аналог.	4-20 mA	0-2 Бар
PT271	Давление масла, вход ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-10 Бар
TE272	Давление масла, выход ГТН A	Аналог.	PT100	0-160 °C
PT301	Давление пускового воздуха	Аналог.	4-20 mA	0-40 Бар
PT311	Давление воздуха системы управления	Аналог.	4-20 mA	0-40 Бар
PT401	Давление воды ВТ-контура, вход рубашки охлаждения	Аналог.	4-20 mA	0-6 Бар
TE401	Температура воды ВТ-контура, вход рубашки охлаждения	Аналог.	PT100	0-160 °C
TE402	Температура воды ВТ-контура, выход рубашки охлаждения	Аналог.	PT100	0-160 °C
TEZ402	Температура воды ВТ-контура, выход рубашки охлаждения	Аналог.	PT100	0-160 °C
PT471	Давление воды НТ-контура, вход холодильника наддувного воздуха	Аналог.	4-20 mA	0-10 Бар
TE471	Темпер. воды НТ-контура, вход холодильника наддувного воздуха	Аналог.	PT100	0-160 °C
TE5011A … TE5091A	Температура выхлопных газов, выход цилиндра A1 … Температура выхлопных газов, выход цилиндра A9	Аналог.	4-20 mA	0-750 °C
TE511	Температура выхлопных газов, вход ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-750 °C
TE517	Температура выхлопных газов, выход ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-750 °C
PT601	Давление наддувного воздуха, выход холодильника наддув. воздуха	Аналог.	4-20 mA	0-6 Бар
TE601	Температура наддувного воздуха, выход двигателя	Аналог.	PT100	0-160 °C
IS1741	АПС, автоматическое отключение по забросу оборотов	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS2011	АПС, низкое давление масла, автоматическое отключение	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS7311	АПС, низкое давление масла в редукторе, автоматическое отключение	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS7305	Аварийная остановка	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
NS881	Второстепенный АПС в системе управления	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
IS7306	АПС, игнорирование автоматического отключения	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
SI196	Частота вращения двигателя	Аналог.	4-20 mA	0-1200 об/мин
SI518	Частота вращения ГТН A	Аналог.	4-20 mA	0-75000 об/мин
IS875	Сбой при запуске	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ
	Сбой питания	Цифр.	Без потенц.	ВКЛ/ВЫКЛ

14.6 Потребители энергии

14.6.1 Пускатели и насосы с электроприводом

Сепараторы, подогреватели, компрессоры и узлы подачи топлива поставляются стандартно как предварительно собранные узлы вместе с необходимыми пускателями. Валоповоротное устройство и различные насосы с электроприводом требуют специальных пускателей. Пускатели к электрическим насосам подбираются в соответствии с параметрами насоса и электромотора.
Пускатели не являются частью поставляемой системы автоматики, но могут быть поставлены в качестве опциона.

Насос предварительной прокачки маслом (2P02)

Насос предварительной прокачки маслом должен постоянно работать после остановки двигателя. Насос должен запускаться после остановки двигателя и останавливаться после его пуска. Система автоматики управляет автоматическим пуском/остановкой насоса через пускатель.
Рекомендуется предусмотреть резервное питание от аварийного источника питания. Дизель-генераторы, используемые в качестве основного источника выработки энергии, должны запускаться в условиях отключения электропитания с помощью аккумулируемой энергии. В зависимости от конструкции и классификационных норм, возможно использование аварийного генератора.

Резервный насос, смазочное масло (если установлен) (2P04)
Система автоматики двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление масла падает ниже установленного уровня при работающем двигателе. Для этого на двигателе установлен специальный датчик.
Насос не должен работать при остановленном двигателе, а также не должен использоваться для предварительной прокачки маслом. Насос также не должен работать параллельно с главным насосом, когда главный насос исправен.

Резервный насос, ВТ-контур охлаждения (если установлен) (4P03)
Система автоматики двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление охлаждающей жидкости падает ниже установленной величины при работающем двигателе. Для этого на двигателе установлен специальный датчик.

Резервный насос, НТ-контур охлаждения (если установлен) (4P05)
Система автоматики двигателя запускает данный насос автоматически через пускатель, если давление охлаждающей жидкости падает ниже установленной величины при работающем двигателе. Для этого на двигателе установлен специальный датчик.

Циркуляционный насос подогревателя (4P04)
Если главный насос охлаждающей жидкости (ВТ-контур) приводится от двигателя, то насос подогревателя должен запускаться после остановки двигателя (для обеспечения циркуляции через двигатель в горячем состоянии) и должен останавливаться после пуска двигателя. Система автоматики управляет автоматическим пуском/остановкой насоса через пускатель.

Насосы забортной воды (4P11)
Насосы можно останавливать, когда все двигатели остановлены при условии, что нет необходимости в охлаждении другого оборудования в данной схеме.

Сепаратор смазочного масла (2N01)
Постоянно находится в работе.

Циркуляционный насос подогревателя (1N01)
Постоянно находится в работе.

15. Фундамент

15.1 Опорная поверхность двигателя

Двигатели могут либо жестко монтироваться на колодках, либо иметь упругое крепление на резиновых элементах. Необходимо проинформировать компанию Wärtsilä о наличествующих величинах возбуждения (иных, чем величины возбуждения двигателей, поставляемых компанией Wärtsilä) и собственных частотах корпуса судна, в особенности, если предполагается применить упругое крепление.
Фундамент должен быть как можно более жестким во всех направлениях, с тем, чтобы он мог амортизировать динамические воздействия от двигателя, редуктора и упорного подшипника. Габариты и конструкция фундамента должны быть рассчитаны так, чтобы можно было избежать вредоносных деформаций.
Динамические воздействия от двигателя указаны в главе *Вибрации и шумы.*

15.1.1 Масляный танк системы

Масляный танк системы не должен заходить под редуктор, если применяется тип двигателя с сухим картером, и масляный танк располагается ниже фундамента двигателя. Точно так же танк не должен заходить под опорный подшипник в случае, если на свободном конце установлен механизм отбора мощности. Масляный танк должен располагаться симметрично в поперечном направлении под двигателем.

15.2 Фундамент редукционной передачи

У двигателя и редуктора должны быть общие фундаментные балки.

15.3 Фундаменты оборудования, приводимого от механизма отбора мощности на свободном конце

Фундамент оборудования с приводом от механизма отбора мощности должен быть объединен с фундаментом двигателя.

15.4 Жесткое крепление двигателя

Главные двигатели могут иметь жесткое крепление на фундамент на стальных, либо на резиновых колодках. Перед тем, как осуществить установку, верфь должна направить подробный план и расчеты по установке колодок в классификационную организацию и в компанию Wärtsilä для утверждения.
У двигателя имеется четыре стойки, составляющие одно целое с блоком двигателя. На каждой стойке есть по два отверстия Ø22 мм для нижних крепежных болтов M20 и резьбовое отверстие M16 для винтового домкрата. В верхней плите опорной поверхности отверстия Ø22 для нижних крепежных болтов можно просверлить через отверстия в опорах двигателя. Во избежание возникновения напряжения при изгибе на болтах и для обеспечения надежного крепления, поверхность контакта снизу верхней плиты опорной поверхности должна быть зенкована.

15.4.1 Нижние крепежные болты

Нижние крепежные болты представляют собой сквозные анкерные болты со стопорными гайками. Возможно использование самоконтрящихся гаек, но с самоконтрящимися (nyloc) гайками нельзя использовать болты, гальванизированные горячим способом. Два нижних крепежных болта являются призонными болтами, а остальные - (крепежными) болтами с допуском. Крепежные болты, в соответствии со стандартом DIN 931, должны быть болтами M20 8.8, либо эквивалентными им болтами. Оба призонных болта Ø23 H7/m6 располагаются в ближайшем к маховику положении по одному с каждой стороны двигателя. Призонные болты должны быть рассчитаны и установлены так, чтобы имелась достаточная направляющая длина в верхней плите опорной поверхности, что, при необходимости, достигается установкой рапорной втулки между верхней плитой опорной поверхности и нижней гайкой. Направляющая длина в верхней плите опорной поверхности должна равняться по меньшей мере диаметру болта.
Призонные болты должны быть изготовлены из высокопрочной стали, например, 42CrMo4 или подобной ей, и болт должен иметь уменьшенный диаметр в хвостовой части над направляющей частью, обеспечивающий надлежащее удлинение. Рекомендуемый диаметр корпуса для призонных болтов - 17 мм.
Максимальное допустимое растягивающее напряжение в болтах составляет 80% от предела текучести материала, а эквивалентное напряжение при затяжке не должно превышать 90% предела текучести.

Удлинение нижних крепежных болтов можно рассчитать по формуле:

$$\Delta L = 6.18 \times 10^{-6} \times F \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{D_i^2}$$

где:
ΔL = удлинение болта [мм]
F = сила растяжения в болте [N]
L_i = длина части болта с диаметром D_i [мм]
D_i = диаметр части болта с длиной L_i [мм]

15.4.2 Боковые опоры

Боковые опоры, как показано на *Рисунке 16.3 Колодки главных двигателей* (2V69A0238b) должны устанавливаться против блока двигателя. Если двигатель предполагается установить на резиновых колодках, опоры следует приварить к фундаменту прежде, чем производить отливку колодок. Клинья в опорах должны устанавливаться без зазора, когда двигатель прогрелся до нормальной рабочей температуры. Клинья закрепляются на месте сварными соединениями. Клинья опор должны иметь приемлемую поверхность прилегания к блоку двигателя.

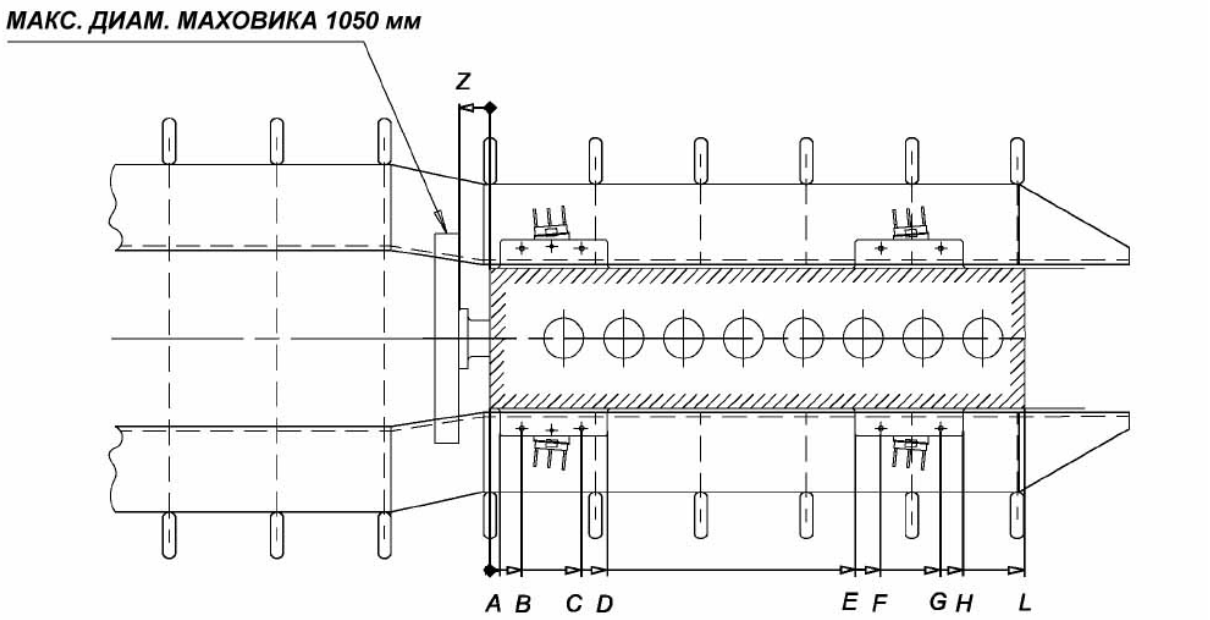
15.4.3 Стальные колодки

Верхние плиты фундамента двигателя обычно имеют наклон наружу относительно центровой линии двигателя. Наклон несущей поверхности должен составлять 1/100. Верхняя плита опорной поверхности должна быть сконструирована так, чтобы клиновидные стальные колодки можно было легко вставить на их места. Несущая поверхность опорной поверхности верхней плиты должна быть механически обработана до получения по крайней мере 75%-ной поверхности контакта.
Размер колодок должен составлять приблизительно 115 x 170 мм в месте расположения призонных болтов (2 детали) и приблизительно 115 x 190 мм в месте расположения крепежных болтов (6 деталей). Конструкция их должна быть такова, чтобы колодки можно было снять, когда боковые опоры привариваются к фундаменту, и двигатель поддерживают винтовые домкраты. У колодок должен быть наклон в 1:100 (внутрь относительно центровой линии двигателя). Вырез в колодках для крепежных болтов должен составлять 24 - 26 мм (болты M20), а отверстие в колодках для призонных болтов необходимо просверлить и развернуть до нужного размера (ø23 H7), когда осуществляется окончательная центровка двигателя с редуктором. Предпочтительно, чтобы колодки были изготовлены из стали, но допустимы также колодки из чугуна.
Нижние крепежные болты M20 должны быть затянуты до 430 Nm (слегка смазаны маслом); для болтов с допуском приемлем класс 8.8, а для призонных болтов сопротивление растяжению должно составлять по меньшей мере 640 N/мм^2 и минимальный диаметр корпуса - 17 мм. В случае, если используется смазочное вещество с низким коэффициентом трения, как, например, MoS2, необходимо выверить максимально допустимую величину затяжки.

15.4.4 Резиновые колодки

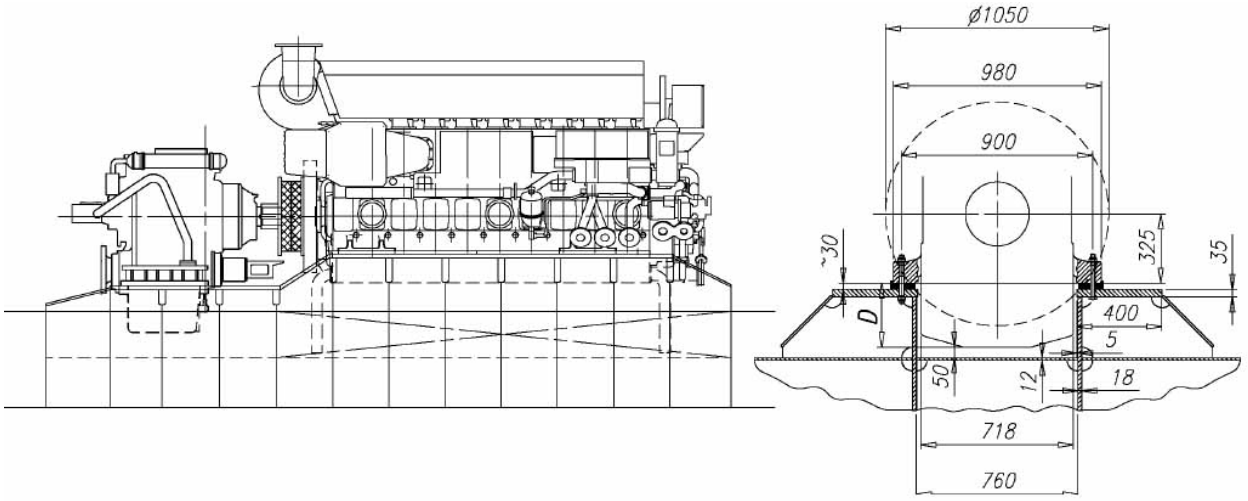
Когда используются резиновые колодки, верхние плиты фундамента двигателя могут быть горизонтальными.
Установка двигателя на резиновых колодках возможна, при условии выполнения требований классификационных организаций. При нормальных условиях максимальная температура несущей поверхности опоры двигателя составляет около 75°C, что следует принимать во внимание при выборе типа резины.
Размер резиновых колодок должен составлять 105 x 540 мм. Максимальное давление на поверхность резины не должно превышать максимального значения, определенного для данного типа резины и установленного требованиями классификационной организации. Рекомендуется выбрать тип резины, утвержденный соответствующей классификационной организацией для максимального давления на поверхность в 5 N/мм^2. (Типовое установившееся значение - p_{tot} 3.5 N/мм^2).
Для указанного диаметра болта допустимое растягивающее усилие на болт ограничивается либо пределом прочности материала болта, либо максимально допустимым давлением на поверхность резины. Для колодок размером 105 x 540 мм, для крепежных болтов M20 класса 8.8 и призонных болтов с сопротивлением растяжению по крайней мере в 640 N/мм^2 и минимальным диаметром корпуса в 17 мм величины затяжки (при легком смазывании маслом) составляют:
* При максимальном давлении на поверхность < 3.5 N/мм^2 => 300 Nm
* При максимальном давлении на поверхность около. 4.5 N/мм^2 => 400 Nm

Рис. 15.1 Опорная поверхность главного двигателя, вид сверху (DAAE017514a)



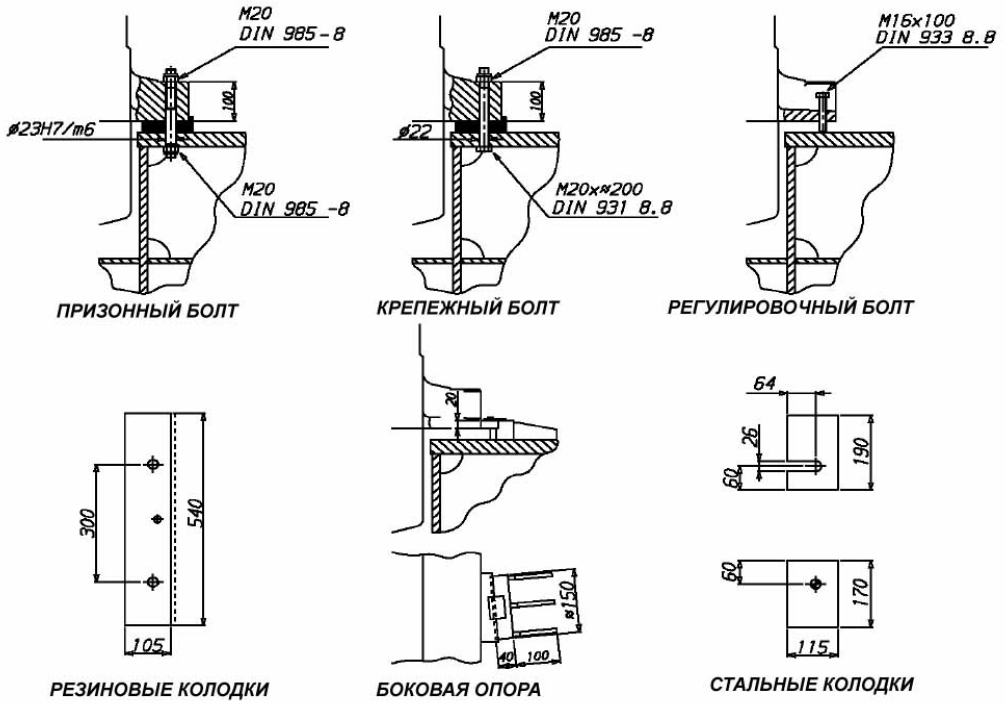
Тип двигателя	A [мм]	B [мм]	C [мм]	D [мм]	E [мм]	F [мм]	G [мм]	H [мм]	L [мм]	Z [мм]
4L20	50	160	460	590	930	1060	1360	1470	1480	155
6L20	50	160	460	590	1530	1660	1960	2070	2080	155
8L20	50	160	460	590	1830	1960	2260	2370	2380	155
9L20	50	160	460	590	2130	2260	2560	2670	2680	155

Рис. 15.2 Опорная поверхность главного двигателя, вид сбоку и с торца (DAAE017514a)



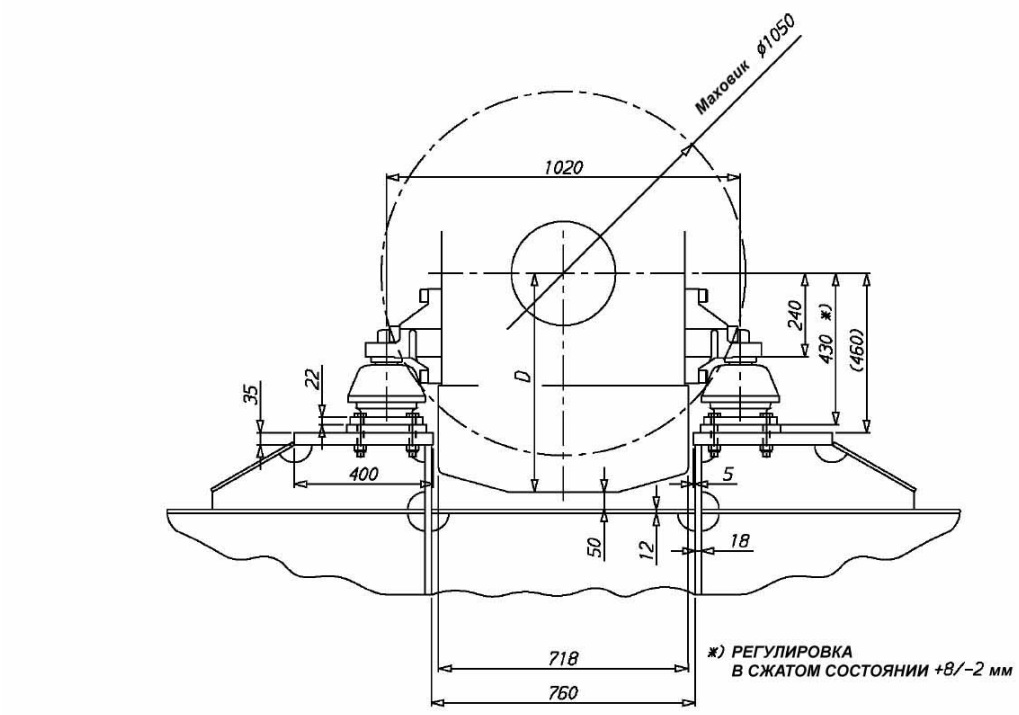
Тип двигателя	(D) Глубокий картер [мм]	(D) Мокрый картер [мм]	(D) Сухой картер [мм]
4L20	-	400	-
6, 8, 9L20	500	300	300

Рисунок 15.3 Колодки главных двигателей (2V69A0238b)



15.5 Упругое крепление двигателя

Рисунок 15.4 Упругое крепление (DAAE003263)



Тип двигателя	(D) Глубокий картер [мм]	(D) Мокрый картер [мм]	(D) Сухой картер [мм]
4L20	-	725	-
6, 8, 9L20	825	625	625

Чтобы уменьшить вибрации и шумы, возникающие от установки, основные двигатели можно монтировать с упругим креплением на резиновых опорах. Передача усилий, излучаемых двигателем, установленным на упругом креплении, составляет 10-20% в сравнении с двигателем на жестком креплении.
Для двигателей на упругом креплении допустимый диапазон частот вращения обычно составляет 750-1000 об/мин.
Для обычного монтажа используются конические резиновые опоры, и в этом случае для них не требуется дополнительных амортизаторов. Для более широких диапазонов частоты вращения (например, установок с ВФШ) может потребоваться другая схема монтажа.
Для двигателей с 4 цилиндрами монтаж на упругом креплении не допускается.

15.6 Монтаж дизель-генераторов

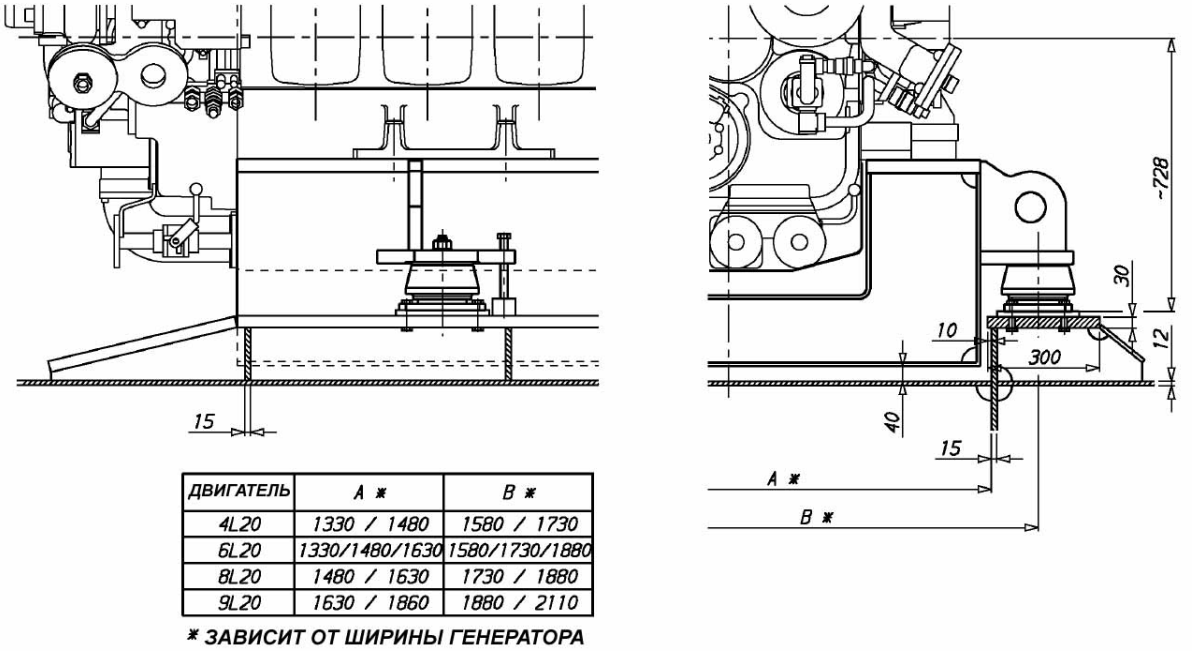
Дизель-генераторы, состоящие из двигателя и генератора, монтированных на общей опорной плите, устанавливаются на упругих опорах на фундаменте в судне.
Упругие опоры снижают возникающие от установки шумы, передающиеся судну, а также предохраняют подшипники дизель-генератора от возможного коррозионного истирания в результате вибрации корпуса судна.
Количество опор и их расположение рассчитываются так, чтобы не возникало резонанса с возбуждениями от двигателя дизель-генераторной установки, главного двигателя и гребного винта.

Примечание! Чтобы избежать наведенных колебаний дизель-генератора, верфь на этапе проектирования установки должна послать компании Wärtsilä следующие данные:
• Частоту вращения главного двигателя [об/мин.] и количество цилиндров
• Частоту вращения вала гребного винта [об/мин.] и количество лопастей гребного винта
Выбранное количество опор и их окончательное расположение показаны на чертеже дизель-генератора

15.6.1 Опорная поверхность

Опорная поверхность для общей опорной плиты должна быть достаточно жесткой для того, чтобы выдерживать вес дизель-генератора. На рисунке ниже показана рекомендуемая конструкция опорной поверхности.

Рис. 15.5 Рекомендуемая конструкция опорной поверхности дизель-генератора (3V46L0720d)



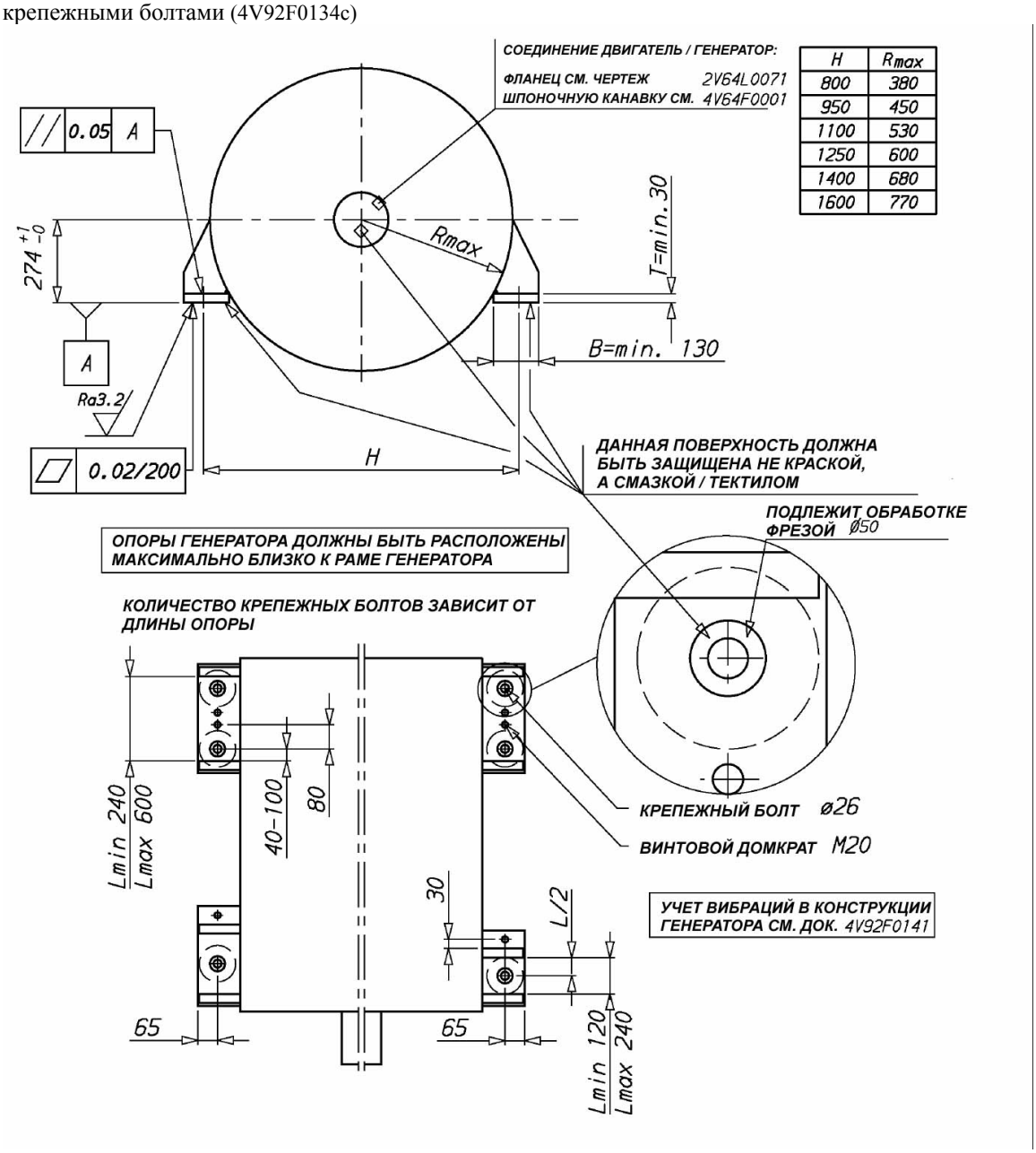
ДВИГАТЕЛЬ	A *	B *
4L20	1330 / 1480	1580 / 1730
6L20	1330/1480/1630	1580/1730/1880
8L20	1480 / 1630	1730 / 1880
9L20	1630 / 1860	1880 / 2110

* ЗАВИСИТ ОТ ШИРИНЫ ГЕНЕРАТОРА

Если дизель-генератор устанавливается непосредственно на палубу или поверх танка, допускается альтернативная конструкция, показанная на чертеже 4V46L0296.
Поперечное расстояние между опорами колеблется от 1340 мм до 1640 мм, в зависимости от количества цилиндров у двигателя и от типа генератора.

15.6.2 Конструкция стоек генератора

Рис. 15.6 Инструкции по разработке конструкции стоек генератора и расстояние между их нижними крепежными болтами (4V92F0134c)

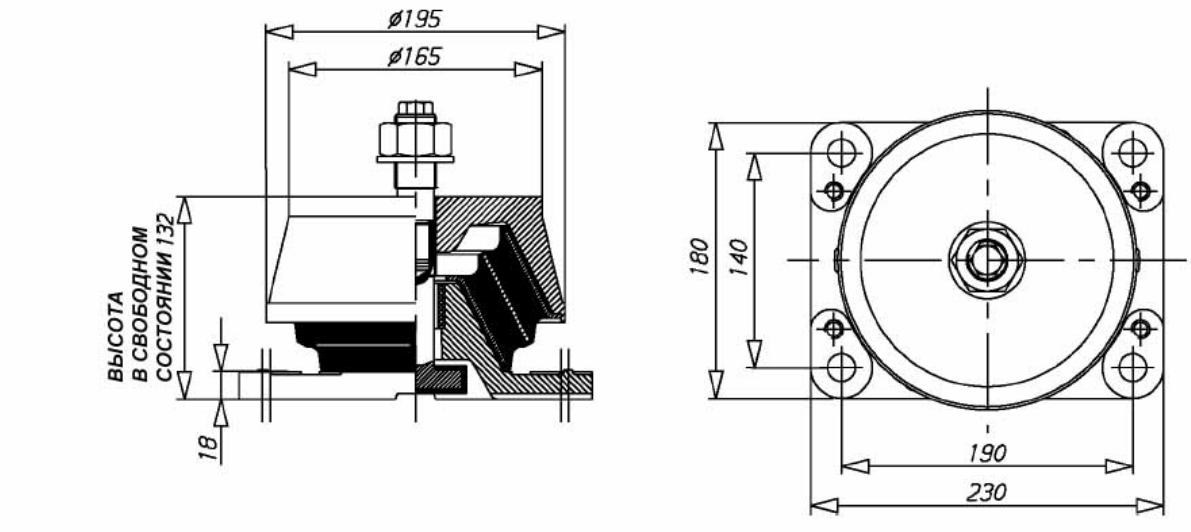


15.6.3 Резиновые опоры

Дизель-генератор монтируется на конических упругих опорах, сконструированных так, чтобы они могли выдерживать как сжатие, так и поперечные нагрузки. Опоры дополнительно снабжены внутренним амортизатором, который ограничивает движения дизель-генератора, вызываемые ходом судна. Следовательно, никаких боковых или концевых амортизаторов не требуется.
Резина опор представляет собой натуральный каучук, и его следует предохранять от попадания масла, маслянистой воды и топлива.

Когда дизель-генератор находится на опорах, опоры должны нагружаться равномерно. Максимально допустимая разница в сжатии разных опор составляет 2,0 мм. При необходимости следует воспользоваться клиньями или регулировочными шайбами, чтобы компенсировать локальные допуски. Под каждой опорой можно использовать только по одной регулировочной шайбе.
При использовании конических опор передача усилий, излучаемых двигателем, составляет 10-20%.

Рис. 15.7 Резиновые опоры (3V46L0706a)



Тип резины	Твердость	Допустимая нагрузка
RD 314	45	2600 кг
RD 314	50	3200 кг
RD 314	55	3700 кг
RD 314	60	4300 кг
RD 314	65	4900 кг
RD 315	45	1400 кг
RD 315	50	1900 кг
RD 315	55	2300 кг
RD 315	60	2700 кг
RD 315	65	3100 кг

15.7 Гибкие соединения труб

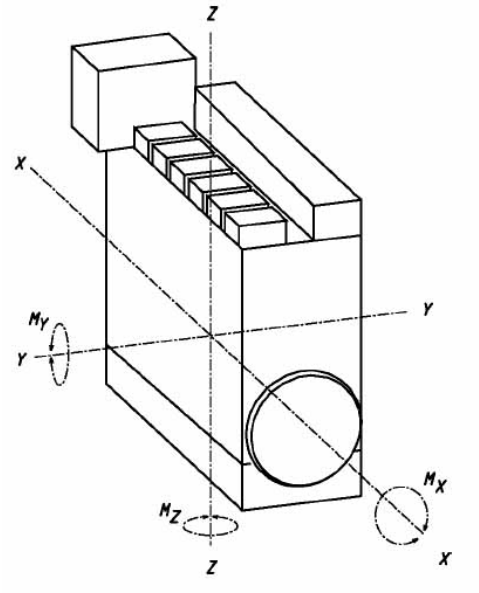
Если двигатель или дизель-генератор установлен на упругом креплении, все соединения должны быть гибкими, и на дизель-генератор нельзя прикреплять ограждений или лестниц. При установке гибких соединений труб следует избегать лишних изгибов и растяжений. Внешняя труба должна быть с точностью центрована с фитингом или фланцем на двигателе. Очень важно, чтобы трубные зажимы для трубы, находящейся с наружной стороны гибкого соединения, обязательно были очень жесткими, и чтобы они были приварены к стальной конструкции фундамента для защиты от вибраций, которые могут повредить гибкое соединение.

16. Вибрации и шумы

16.1 Общие сведения

Динамические силы и моменты, вызванные двигателем, указаны в таблице. В силу допусков, принятых производителем, могут быть некоторые отклонения от указанных данных.

Рис. 16.1 Система координат по внешним крутильным колебаниям (1V93C0029)



16.2 Внешние силы и динамические пары

Таблица 16.1 Внешние силы

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	Fz [kN]
4L20	900 1000	60 66.7	1.1 1.4
8L20	900 1000	60 66.7	2.2 2.7

F_Z = 0, F_Y = 0 и F_X = 0 для 6- и 9-цилиндровых двигателей

Таблица 16.2 Внешние динамические пары

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	MY [kNm]	MZ [kNm]
9L20	900 - 1000 -	15 30 16.7 33.3	7 4.8 8.6 5.9	7 — 8.6 —

M_Z = 0, M_Y = 0 для 4-, 6- и 8-цилиндровых двигателей

Таблица 16.3 Момент бортовой качки

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]
4L20	900 1000	30 33.3	4.8 1.5	10 13	60 66.7	7.4 7.4	1.4 1.3

Двигатель	Частота вращения [об/мин]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]	Частота [Hz]	Полная нагрузка (M_X) [kNm]	Нулевая нагрузка (M_X) [kNm]
6L20	900 1000	45 50	9.8 7.8	4.7 6.8	90 100	4.7 4.7	1.3 1.3
8L20	900 1000	60 66.7	15 15	2.8 2.6	120 133.3	2.2 2.2	0.7 0.7
9L20	900 1000	67.5 75	14 14	3.6 3.6	135 150	1.6 1.6	0.5 0.5

16.3 Суммарный момент инерции

Суммарные моменты инерции пропульсивных двигателей (включая маховик, внешнюю часть муфты и демпфер) обычно следующие:

Двигатель	J[кгм²]
90 – 120	4L20
90 – 150	6L20
110 – 160	8L20
100 – 170	9L20

16.4 Воздушные шумы

Воздушные шумы двигателя измеряются как уровень мощности звука в соответствии со стандартом ISO 9614-2. Результаты измерений представляются в октавных диапазонах (A-weighing), опорный уровень 1 pW. Дается два значения: минимальное значение и значение 90%. Минимальное значение это мимнмальная мощность звука, выявленная при измерениях. Величина 90% означает, что в 90% измерений полученные измерения были ниже данной величины.

Рис. 16.2 Уровни мощности звука



17. Передача мощности

17.1 Упругая муфта

Передача мощности в пропульсивных установках производится с помощью упругой муфты или с помощью комбинированной упругой муфты и муфты сцепления, установленной на маховике. Коленвал оборудован дополнительным защитным подшипником со стороны маховика. Поэтому даже достаточно тяжелая муфта может быть установлена на маховик без промежуточных подшипников.

Тип упругой муфты выбирается каждый раз индивидуально на основании вычислений крутильных вибраций.

В случае на установке используется генератор с одним подшипником, необходимо устанавливать между генератором и двигателем упругую муфту.

17.1.1 Подсоединение к генератору

Рис. 17.1 Подсоединение двигателя к генератору с одним подшипником (2V64L0071)

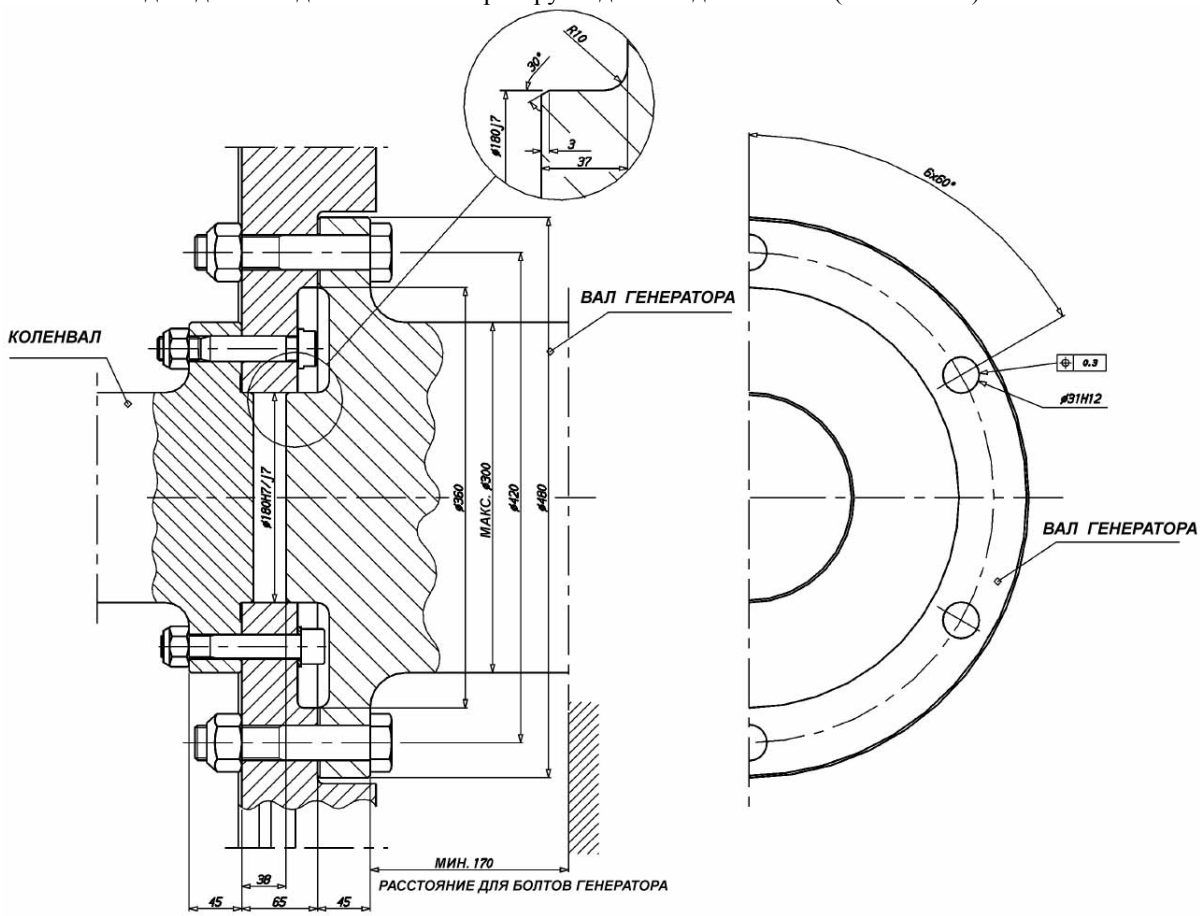


Рис. 17.2 Подсоединение двигателя к генератору с двумя подшипниками (4V64F0001a)

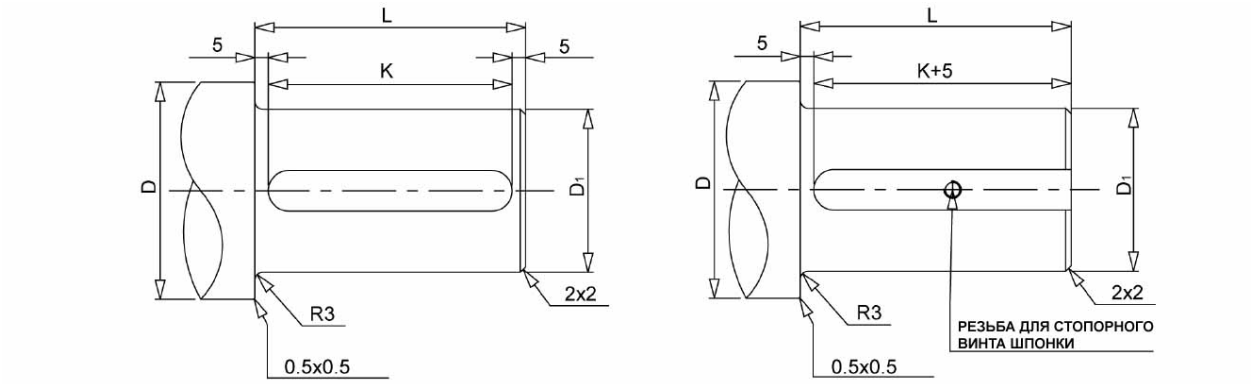


Таблица 17.1

Двигатель	D_1	L	K	мин. D
4L20	120	150	140	130
6L20	150	190	180	160
8L20	150	190	180	160
9L20	150	190	180	160

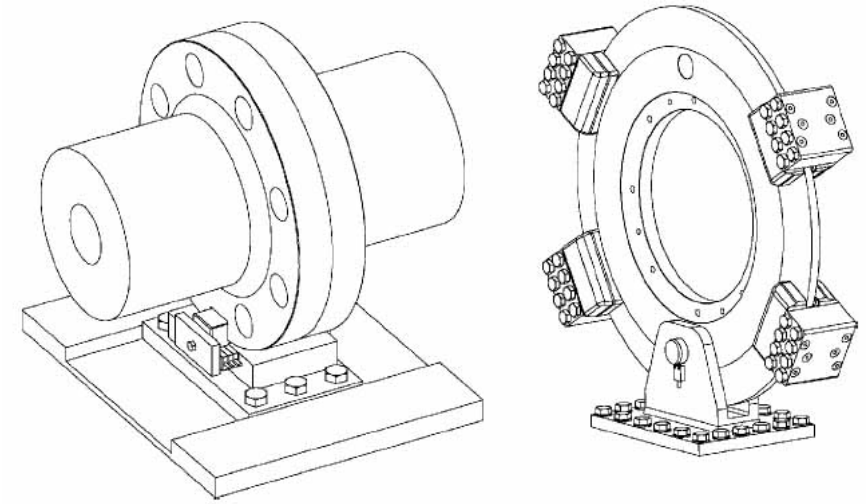
17.2 Муфта сцепления

Во многих установках вал гребного винта может быть отключен от двигателя с помощью муфты. Рекомендуется использовать многопластинчатые гидравлические муфты, встроенные в редуктор. Муфта требуется, если два или более двигателей подключены к одному и тому же приводному оборудованию, такому как редуктор.
Для обеспечения возможности техобслуживания остановленного двигателя муфты должны быть установлены на суднах со сдвоенным гребным винтом, которые могут работать на одном валу гребного винта.

17.3 Устройство блокировки вала

Для обеспечения возможности техобслуживания остановленного двигателя муфты должны быть установлены на суднах со сдвоенным гребным винтом, которые могут работать на одном валу гребного винта. Устройство блокировки вала также должно быть установлено, чтобы закреплять гребной вал в жестком положении во избежание флюгирования винта. Это необходимо для того, что даже разомкнутая гидравлическая муфта может передавать некоторый крутящий момент. Флюгирование винта при низкой частоте вращения гребного винта (<10 об/мин) может привести к недостаточной смазке и вызвать чрезмерный износ подшипников.
В качестве устройства блокировки можно использовать специальную крепежную скобу с шплинтом, или проще использовать тормозные диски с клещевым тормозом. В обоих случаях необходимо обеспечить жесткое и надежное крепление опоры к конструкции судна.

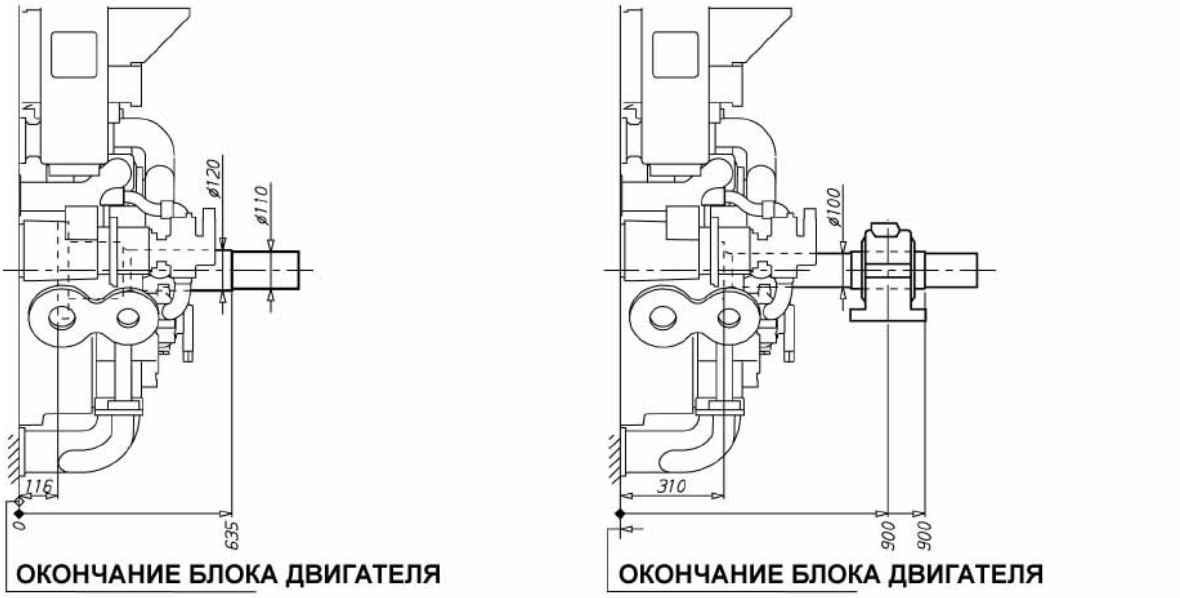
Рис. 17.3 Устройство блокировки вала и тормозной диск с зажимами



17.4 Отбор мощности со свободной стороны двигателя

Возможно подсоединение вала со свободной стороны двигателя для отбора мощности. Если требуется, то весь отбор мощности производится с вала отбора мощности.

Рис. 17.4 Варианты отбора мощности



17.5 Исходные данные по вычислению крутильных колебаний

Вычисление крутильных колебаний производится индивидуально для каждой установки. Для этого требуются точные данные по всем компонентам, включенным в систему гребного вала. См перечень ниже.

Установка

- Классификация
- Ледовый класс
- Рабочие режимы

Редуктор

Суммарная кривая по упругости со следующими показателями:

• Все возможности подключения муфты сцепления

- Направление вращения всех валов
- Размеры всех валов
- Суммарный момент инерции всех вращающихся частей, включая валы и фланцы
- Устойчивость к крутильным колебаниям валов между вращающимися массами
- Материал валов, включая предел прочности на разрыв и модуль сдвига
- Передаточное число редуктора
- Номер чертежа, на котором изображена кривая

Гребной винт и валолинии
Суммарная кривая по упругости или чертеж линии валов гребного винта со следующими показателями:

- Суммарный момент инерции всех вращающихся частей, включая коробку OD, муфты SKF и вращающиеся детали подшипников
- Суммарный момент инерции гребного винта при полном/нулевом шаге в воде
- Устойчивость к крутильным колебаниям или размеры вала
- Материал вала, включая предел прочности на разрыв и модуль сдвига
- Номер чертежа, на котором изображена кривая или номера чертежей

Главный генератор или валогенератор
Суммарная кривая по упругости или чертеж вала генератора со следующими показателями:

- Выходная мощность, частота и направление вращения генератора
- Суммарный момент инерции всех вращающихся частей или суммарный момент инерции ротора, включая вал
- Устойчивость к крутильным колебаниям или размеры вала
- Материал вала, включая предел прочности на разрыв и модуль сдвига
- Номер чертежа, на котором изображена кривая или номер чертежа

Упругая муфта/муфта сцепления
Если используется упругая муфта конкретного исполнения, необходимо предоставить следующую информацию:

- Суммарный момент инерции всех частей муфты
- Количество упругих элементов
- Линейная, прогрессивная и дегрессивная устойчивость к крутильным колебаниям на каждом элементе
- Динамическое усиление или относительное затухание
- Номинальный крутильный момент, допустимый вибрационный крутильный момент и домустимые потери мощности
- Чертеж муфты, показывающий исполнение, тип и номер чертежа

Рабочие параметры

- Рабочий профиль (распределение нагрузки по времени)
- Частота вращения при зацеплении
- Распределение мощности между различными потребителями
- Характеристическая кривая зависимости частоты вращения и нагрузки

17.6 Валоповоротная шестерня

Двигатель можно проворачивать ручным храповиком после зацепления шестерни и зубчатого венца маховика.
Храповик поставляется вместе с двигателем.

18. Конструкция машинного отделения

18.1 Расстояния между коленвалами

Минимальное расстояние между коленвалами должно быть таким. Чтобы между двигателями было достаточное пространство для экстплуатации и техобслуживания.

Рис. 18.1 Минимальное расстояние между коленвалами, главный двигатель (DAAE006291)

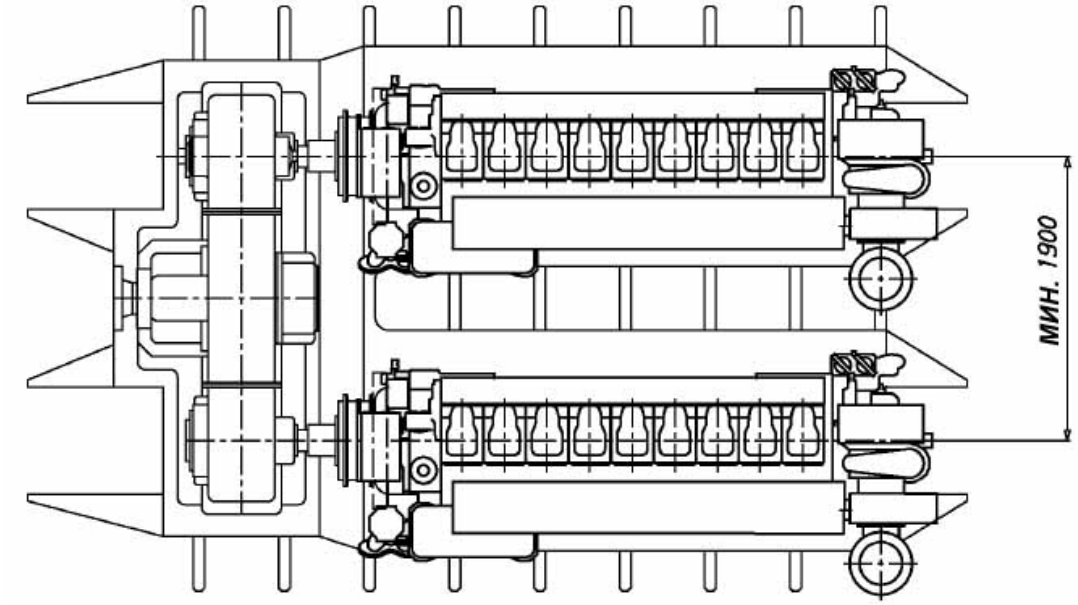
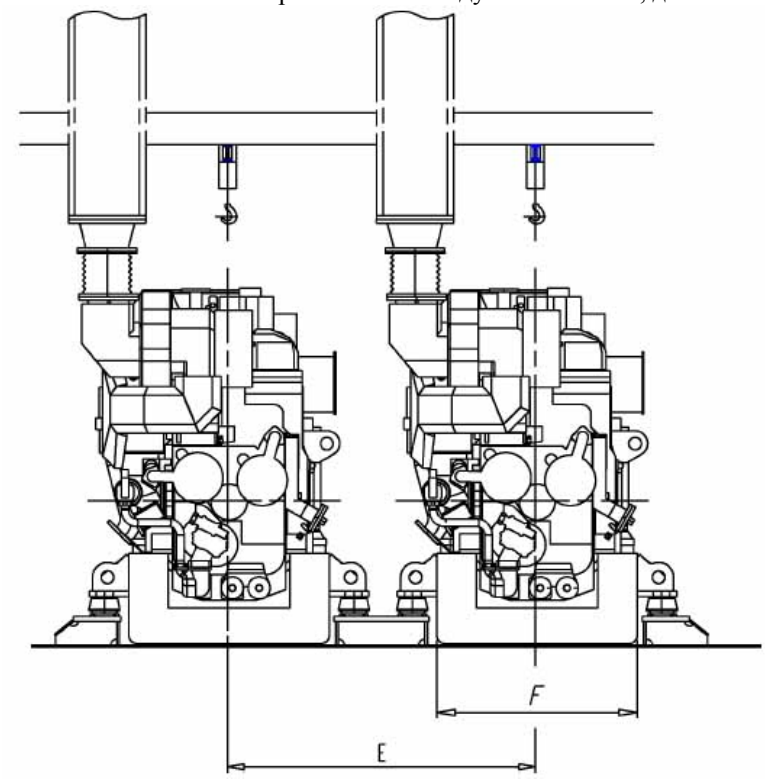


Рис. 18.2 Минимальное расстояние между коленвалами, дизель-генераторы (DAAE007434a)



	E	F
4L20	1970 / 2020	1270 / 1420
6L20	1970 / 2020	1270 / 1420
8L20	2020	1420
9L20	2020	1420

E = Минимальное расстояние между двигателями в зависимости от общей фундаментной плиты
F = Ширина общей фундаментной плиты в зависимости от ширины генератора

18.2 Пространство для техобслуживания

18.2.1 Рабочее пространство

Необходимое рабочее пространство вокруг двигателя определяется, в основном, пространством, необходимом для демонтажа узлов двигателя, а также требованиями, предъявляемыми при использовании некоторых специальных инструментов. Особенно важно, чтобы рядом с приводимыми двигателем насосами или техническими дверцами для обслуживания распредвала или картера не находились никакие конструкции, препятствующие доступу.
Однако, даже в тех местах, где не требуется пространство для демонтажа деталей двигателя, рекомендуется зарезервировать минимум 1000 мм свободного пространства вокруг двигателя для проведения работ по обслуживанию.

18.2.2 Подъемное оборудование

Для эффективной и безопасной работы очень важно, чтобы подъемное оборудование было соответствующим условиям работы, было соответствующего размера и правильно установлено.
Требуемая высота машинного отделения зависит от зарезервированного пространства для подъемного оборудования, а также от организации пространства для подъема и транспортировки. Минимальная высота машинного отделения достигается, если в машинном отделении достаточное поперечное и продольное пространство, т.е. нет необходимости перемещать узлы через защитный кожух или крышки коромысла.
Для капитального ремонта ГТН необходимо предусмотреть отдельное подъемное оборудование (если только не используется мостовой кран, подходящий для подъема ГТН). Обычно подъем ГТН лучше осуществлять с помощью цепного палиспаста на балке, установленной сверху ГТН по его оси.
Высоту крюков см. Раздел *Основные данные и показатели*.

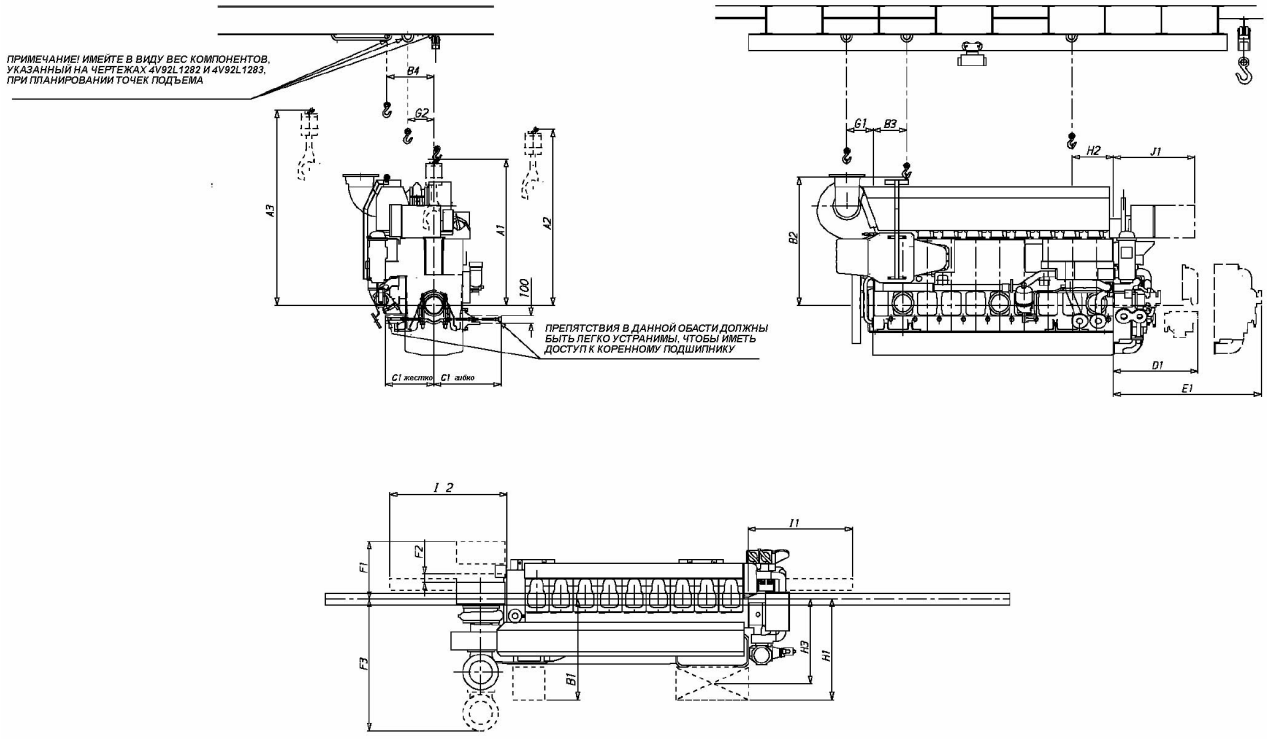
18.3 Использование запасных деталей и инструментов

Для узлов больших размеров должна производиться транспортировка из машинного отделения на склад или в мастерские. Это может производиться с помощью цепного палиспаста на балке или с помощью поддона или вагонетки. Если транспортировка производится с помощью нескольких подъемников, то области покрытия соседних подъемников должны быть максимально приближены друг к другу.
Эксплуатационный люк в машинном отделении должен быть достаточно большим, чтобы возможно было перемещать основные узлы из отделения и в него.
Рекомендуется хранить тяжелые компоненты двигателя на некотором возвышении на эластичной поверхности, например, на деревянных поддонах. Все детали двигателя должны быть защищены от коррозии и излишней вибрации.
На установках с одним главным двигателем необходимо хранить тяжелые узлы рядом с двигателем, чтобы возможно было быстро осуществить ремонт в аварийных ситуациях..

18.4 Пространство для размещения демонтируемого оборудования

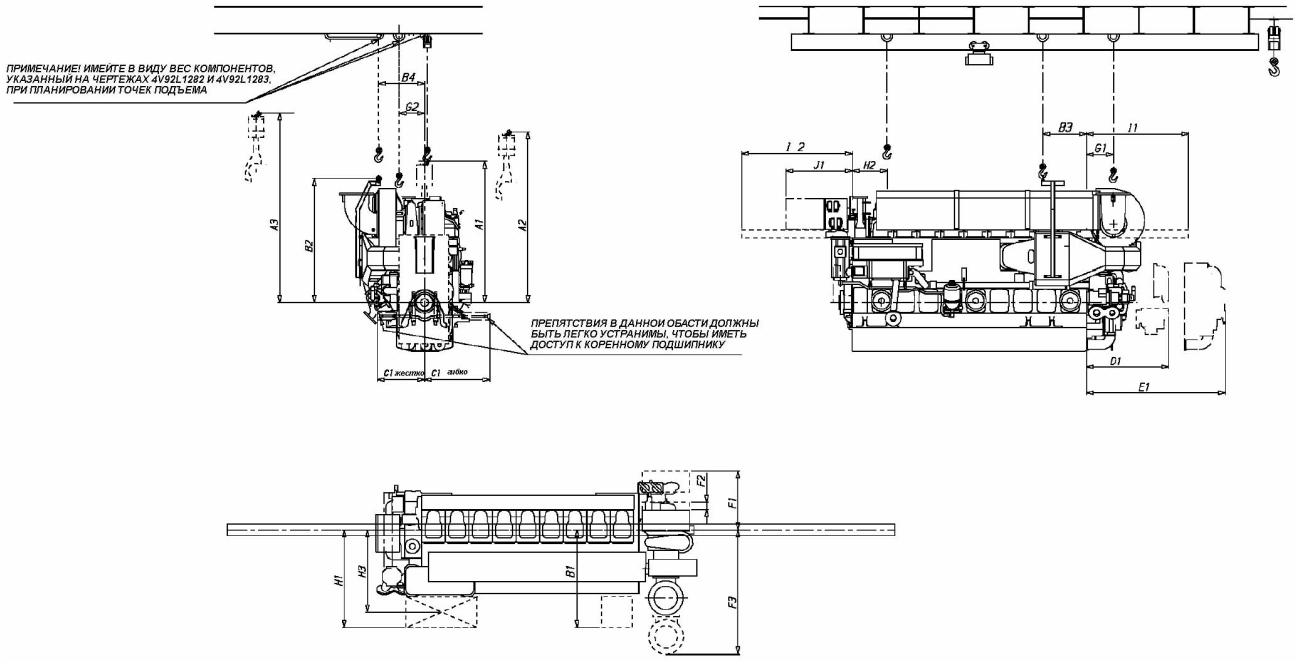
При капитальном ремонте требуется некоторое пространство на для очистки и размещения демонтированных компонентов. Размер данного пространства для техобслуживания зависит от стратегии ремонта, т.е. производится ли ремонт одного цилиндра, всего ряда цилиндров или всего двигателя сразу.
Пространство для техобслуживания должно быть плоским, стальным и рассчитанным под вес деталей двигателя.

Рис. 18.3 Пространство для техобслуживания двигателя W20 с ГТН со стороны привода (1V69C0301a)



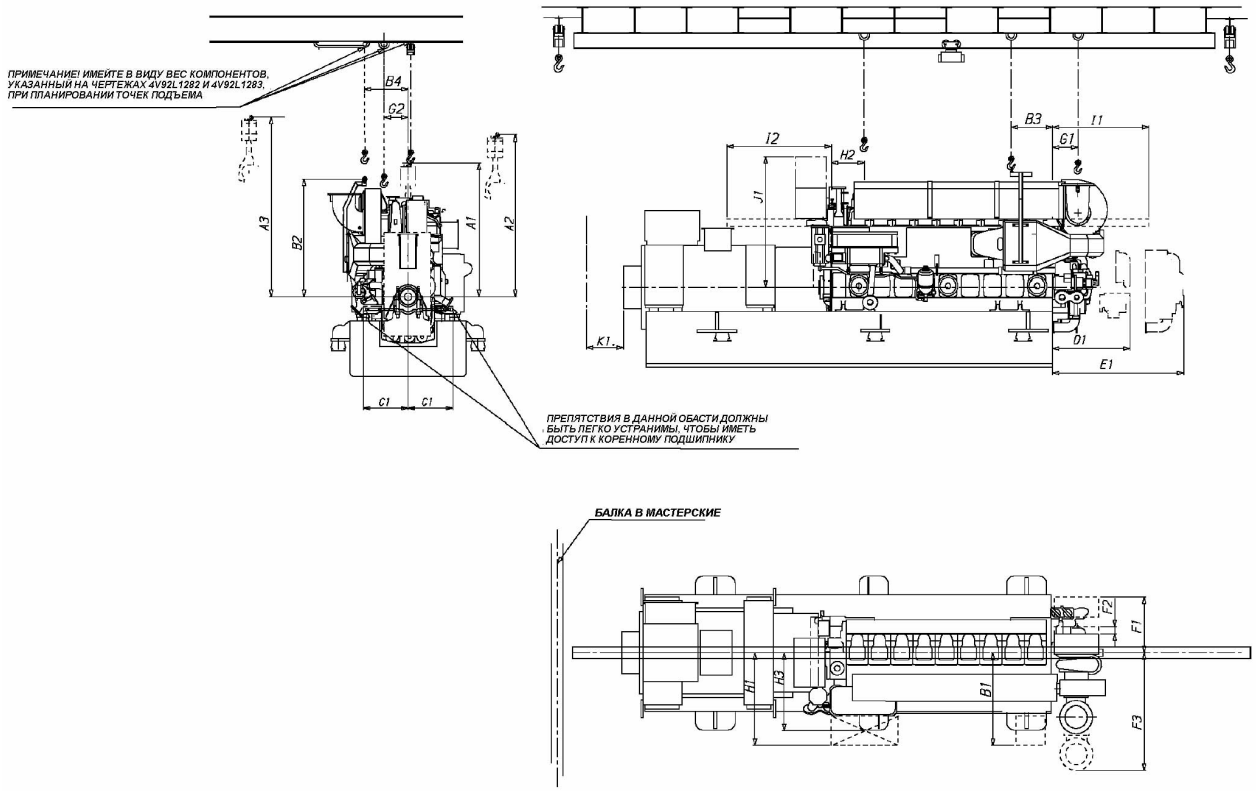
Двигатель		6L20	8L20	9L20
A1	Высота для капремонта поршня и шатуна	1800		
A2	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающих крышках головки цилиндра	2300		
A3	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающем выхлопном изоляционном боксе	2300	2400	2400
B1	Ширина пространства для демонтажа холодильника наддувного воздуха и бокса впуска воздуха сбоку при помощи подъемного устройства	1200		
B2	Высота подъемного рыма подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	1580		
B3	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	390		
B4	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	590		
C1	Снятие бокового винта коренного подшипника, упругий/жесткий монтаж	800 / 560		
D1	Расстояние, необходимое для демонтажа масляного и водяного насосов	635		
E1	Расстояние, необходимое для демонтажа крышки насоса с монтированными насосами	С устройством отбора мощности: длина + 515 мм Без устройства отбора мощности: 650 мм		
F1	Рекомендуемый осевой зазор для демонтажа и монтажа глушителей. Минимальный осевой зазор 100 мм (F2)	650	710	710
F3	Рекомендуемое расстояние для демонтажа коленчатого патрубка газового выпускного отверстия	990	1170	1170
G1	Рекомендуемая точка подъема для ГТН	300		
G2	Рекомендуемая точка подъема сбоку для ГТН	345		
H1	Ширина пространства для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1250		
H2	Рекомендуемая точка подъема для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	445		
H3	Рекомендуемая точка подъема сбоку для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1045		
I1	Расстояние при капремонте распредвала (свободный конец)	1000	1300	1300
I2	Расстояние при капремонте распредвала (сторона маховика)	1000	1300	1300
J1	Пространство, необходимое для доступа к соединительной коробке	1010		

Рис. 18.4 Пространство для техобслуживания двигателя W20 с ГТН со свободной стороны (1V69C0302a)



Двигатель		4L20	6L20	8L20	9L20
A1	Высота для капремонта поршня и шатуна	1800			
A2	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающих крышках головки цилиндра	2300			
A3	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающем выхлопном изоляционном боксе	2230	2300	2400	2400
B1	Ширина пространства для демонтажа холодильника наддувного воздуха и бокса впуска воздуха сбоку при помощи подъемного устройства	1200			
B2	Высота подъемного рыма подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	1580			
B3	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	260	550	550	550
B4	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	560			
C1	Снятие бокового винта коренного подшипника, упругий/жесткий монтаж	800 / 560			
D1	Расстояние, необходимое для демонтажа масляного и водяного насосов	635			
E1	Расстояние, необходимое для демонтажа крышки насоса с монтированными насосами	С устройством отбора мощности: длина + 515 мм Без устройства отбора мощности: 650 мм			
F1	Рекомендуемый осевой зазор для демонтажа и монтажа глушителей. Минимальный осевой зазор 100 мм (F2)	590	650	750	750
F3	Рекомендуемое расстояние для демонтажа коленчатого патрубка газового выпускного отверстия	890	990	1120	1120
G1	Рекомендуемая точка подъема для ГТН	350			
G2	Рекомендуемая точка подъема сбоку для ГТН	320			
H1	Ширина пространства для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1250			
H2	Рекомендуемая точка подъема для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	445			
H3	Рекомендуемая точка подъема сбоку для демонтажа модуля смазочного масла и/или холодильника пластинчатого типа	1045			
I1	Расстояние при капремонте распредвала (свободный конец)	700	1000	1300	1300
I2	Расстояние при капремонте распредвала (сторона маховика)	700	1000	1300	1300
J1	Пространство, необходимое для доступа к соединительной коробке	845			

Рис. 18.5 Пространство для техобслуживания двигателя W20, дизель-генератор (DAAE006367)



Двигатель		4L20	6L20	8L20	9L20
A1	Высота для капремонта поршня и шатуна	1800			
A2	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающих крышках головки цилиндра	2300			
A3	Высота для транспортировки поршня и шатуна в свободном положении на прилегающем выхлопном изоляционном боксе	2230	2300	2400	2400
B1	Ширина пространства для демонтажа холодильника наддувного воздуха и бокса впуска воздуха сбоку при помощи подъемного устройства	1200			
B2	Высота подъемного рыма подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	1580			
B3	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	260	550	550	550
B4	Рекомендуемая точка подъема подъемного устройства для холодильника наддувного воздуха	560			
C1	Снятие бокового винта коренного подшипника	560			
D1	Расстояние, необходимое для демонтажа масляного и водяного насосов	635			
E1	Расстояние, необходимое для демонтажа крышки насоса с монтированными насосами	650			
F1	Рекомендуемый осевой зазор для демонтажа и монтажа глушителей. Минимальный осевой зазор 100 мм (F2)	590	650	750	750
F3	Рекомендуемое расстояние для демонтажа коленчатого патрубка газового выпускного отверстия	890	990	1120	1120
G1	Рекомендуемая точка подъема для ГТН	350			
G2	Рекомендуемая точка подъема сбоку для ГТН	320			
H1	Ширина пространства для демонтажа модуля смазочного масла	1250 мм (и/или пластинчатый холодильник)			
H2	Рекомендуемая точка подъема для демонтажа модуля смазочного масла	445 мм (и/или пластинчатый холодильник)			
H3	Рекомендуемая точка подъема сбоку для демонтажа модуля смазочного масла	1045 мм (и/или пластинчатый холодильник)			
I1	Расстояние при капремонте распредвала (свободный конец)	700	1000	1300	1300
I2	Расстояние при капремонте распредвала (сторона маховика)	700	1000	1300	1300
J1	Пространство, необходимое для доступа к соединительной коробке	1762			
K1	Необходимое пространтво для дослуживания генератора	500			

19. Транспортировка: размеры и вес

19.1 Подъем двигателей

Рис. 19.1 Подъем дизель-генераторов (3V83D0300c)

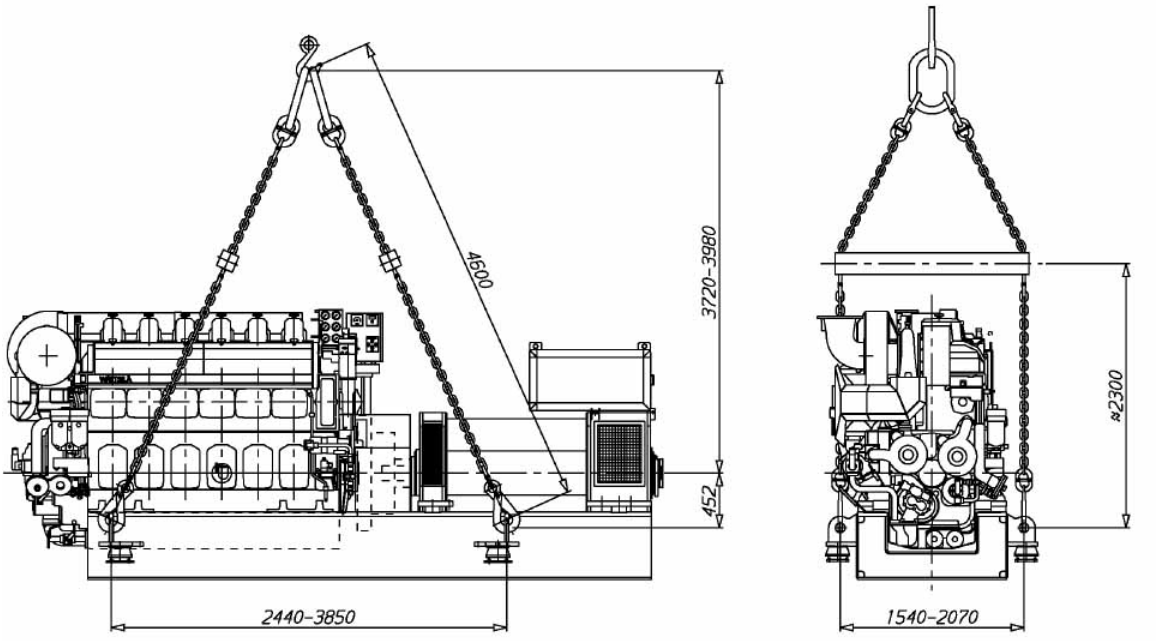
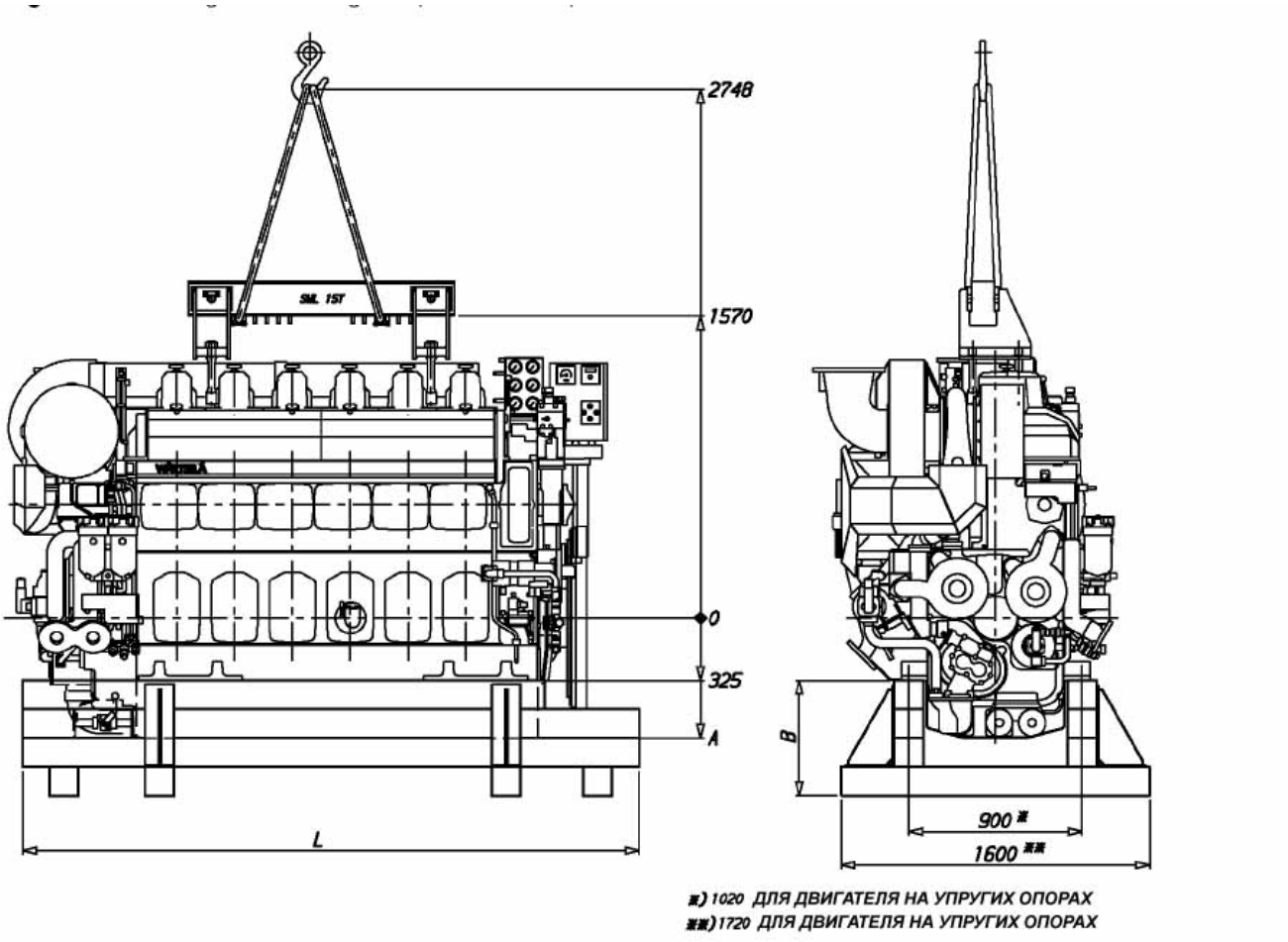


Рис. 19.2 Подъем главных двигателей (3V83D0285c)

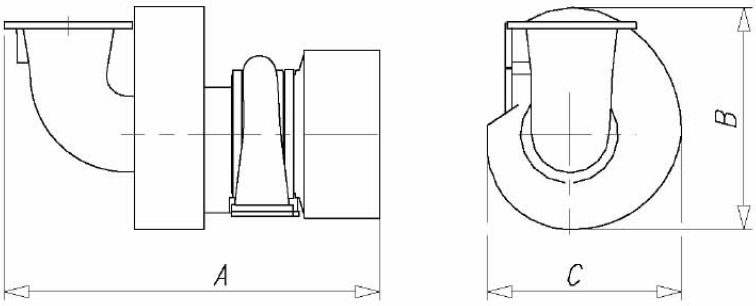


Тип двигателя	L	Сухой картер A	Мокрый картер A	Сухой картер B	Мокрый картер B
4L20	2600	725	725	600	600
6L20	3200	624	824	600	675
8L20	3500	624	824	600	675
9L20	4100	624	824	600	675

19.2 Вес компонентов двигателя

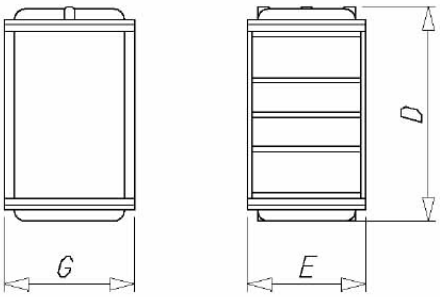
19.2.1 ГТН и вкладыши холодильника

ГТН



Тип двигателя	A [мм]	B [мм]	C [мм]	Вес [кг]
4L20	945	576	480	150
6L20	1097	636	568	215
8L20	1339	760	675	340
9L20	1339	773	667	340

Холодильник наддувного воздуха



Тип двигателя	D [мм]	E [мм]	G [мм]	Вес [кг]
4L20	616	285	340	120
6L20	626	345	380	160
8L20	626	345	380	160
9L20	626	345	380	160

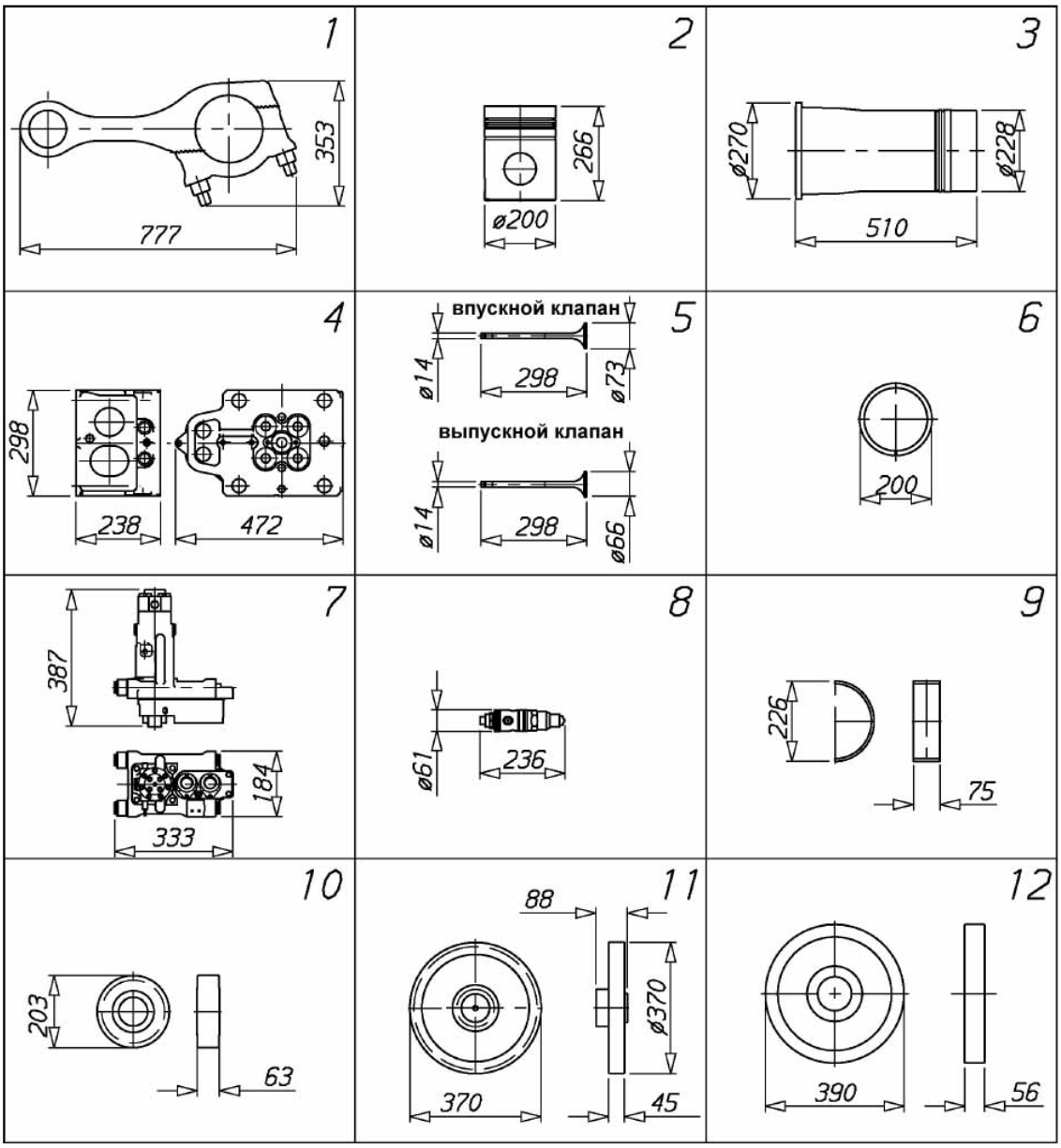
Вкладыши масляного холодильника



Тип двигателя	H [мм]	J [мм]	L [мм]	Вес [кг]
4L20	150	896	396	80
6L20	196	896	396	100
8L20	247	896	396	125
9L20	275	896	396	140

19.2.2 Основные запчасти

Рис. 19.3 Основные запчасти (4V92L1283)



Деталь	***Вес [кг]***	***Деталь***	***Вес [кг]***
1 Шатун	*39*	*7 ТНВД*	*17*
2 Поршень	*21*	*8 Инжекторный клапан*	*3.2*
3 Вкладыш цилиндра	*41*	*9 Вкладыш коренного подшипника*	*1.4*
4 Крышка цилиндра	*94*	*10 Малая промежуточная шестерня*	*11.4*
5 Клапан	*0.8*	*11 Большая промежуточная шестерня*	*23.5*
6 Поршневое кольцо	*0.2*	*12 Ведущая шестерня распредвала*	*25*

20. Дополнения к проектной документации

Заказчики по учетной записи пользователя могут скачать последнюю версию проектной документации с нашего сайта www.wartsila.com. В данной версии не представлены чертежи. Обратитесь к контактному лицу по продаже в компании Wärtsilä для получения прав доступа и собственной учетной записи.
В печатной версии проектной документации данные дополнения отсутствуют.

21. ПРИЛОЖЕНИЯ

21.1 Таблицы пересчета единиц

Данные таблицы помогут конвертировать единицы измерения, используемые в данной документации. Там где множитель не может быть точно указан, дано достаточное число в десятичной системе измерения

Таблица 21.1 Длина

Из:	**В:**	**Множитель:**
мм	дюйм (in)	0.0394
мм	фут (ft)	0.00328

Таблица 21.2 Масса

Из:	**В:**	**Множитель:**
кг	фунт (lb)	2.205
кг	унция (oz)	35.274

Таблица 21.3 Давление

Из:	В:	Множитель:
кПа	psi (lbf/in^2)	0.145
кПа	lbf/ft^2	20.885
кПа	inch H_2O	4.015
кПа	foot H_2O	0.335
кПа	мм H_2O	101.972

Таблица 21.4 Объем

Из:	В:	Множитель:
$м^3$	кубич. дюйм (in^3)	61023.744
$м^3$	кубич. фут (ft^3)	35.315
$м^3$	англ. галлон	219.969
$м^3$	америк. галлон	264.172
$м^3$	литр (l)	1000

Таблица 21.5 Мощность

Из:	В:	Множитель:
кВт	лош. силы (hp) метрич.	1.360
кВт	амер. лош. силы (hp)	1.341

Таблица 21.6 Момент инерции и крутящий момент

Из:	В:	Множитель:
$кгм^2$	$lbft^2$	23.730
кНм	lbf ft	737.562

Таблица 21.7 Потребление топлива

Из:	В:	Множитель:
г/кВтч	g/hph	0.736
г/кВтч	lb/hph	0.00162

Таблица 21.8 Расход жидкости

Из:	В:	Множитель:
$м^3$/ч (жидкость)	амер. галлон /мин	4.403
$м^3$/ч (газ)	$фут^3$/мин	0.586

Таблица 21.9 Температура

Из:	В:	Множитель:
°C	F	F = 9/5 *C + 32
°C	K	K = C + 273.15

Таблица 21.10 Плотность

Из:	В:	Множитель:
$кг/м^3$	фунт/ амер. галлон	0.00834
$кг/м^3$	фунт/ англ. галлон	0.01002
$кг/м^3$	$фунт/фут^3$	0.0624

21.1.1 Аббревиатуры-множители

Таблица 21.11 Наиболее распространенные аббревиатуры-множители

Название	**Символ**	**Множитель**
tera	T	10^{12}
giga	G	10^{9}
mega	M	10^{6}
kilo	k	10^{3}
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}

21.2 Перечень символов, используемых в чертежах

Рис. 21.1 Перечень символов (DAAE000806c).



WÄRTSILÄ

Компания Wärtsilä стремится улучшить бизнес своих заказчиков, предлагая решения для полного срока работы силовых установок. При разработке передовых и отвечающих требованиям охраны окружающей среды технологий компания Wärtsilä концентрирует свои усилия на судостроительном рынке и рынке производства энергии, а также на сервисном обеспечении. Через инновационное производство и службы сервисной поддержки компания Wärtsilä выступает как важнейший партнер для всех своих заказчиков. Это достигается профессиональной деятельностью более 15,000 сотрудников, работающих в 130 филиалах компании Wärtsilä почти в 70 странах по всему свету.

WÄRTSILÄ® является зарегестрированной торговой маркой.
Copyright © 2007 Wärtsilä Corporation.

WARTSILA.COM



09.2007 / Bocks Office / Multiprint

SOL. GE. S.p.a.

(наименование предприятия-изготовителя)

Краноманипуляторная установка EFFER

(наименование КМУ)

П А С П О Р Т

EFFER – 155.00 4S ПС

(обозначение паспорта)

(регистрационный номер)

ВНИМАНИЮ ВЛАДЕЛЬЦА КРАНОМАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ !

1. Паспорт крана-манипулятора должен быть составлен на основании паспорта КМУ.
2. Проектная документация на доизготовление крана-манипулятора должна быть разработана специализированной организацией, имеющей разрешение (лицензию) Госгортехнадзора России на проведение такого вида работ.
3. Доизготовление крана-манипулятора должно проводиться специализированной организацией, имеющей разрешение органов госгортехнадзора на выполнение такого вида работ.
4. Разрешение на работу доизготовленного крана-манипулятора должно быть получено в порядке, установленном нормативными документами Госгортехнадзора России
5. Копии разрешений органов госгортехнадзора на отступление от нормативных документов должны быть приложены к паспорту КМУ.
6. Рекомендуемый насос – аксиально-поршневый, номинальная подача 35 л/мин,

(другие сведения, на которые необходимо обратить особое внимание владельца КМУ, сведения о рекомендуемых технических характеристиках шасси и гидронасоса, если он не входит в комплект поставки)

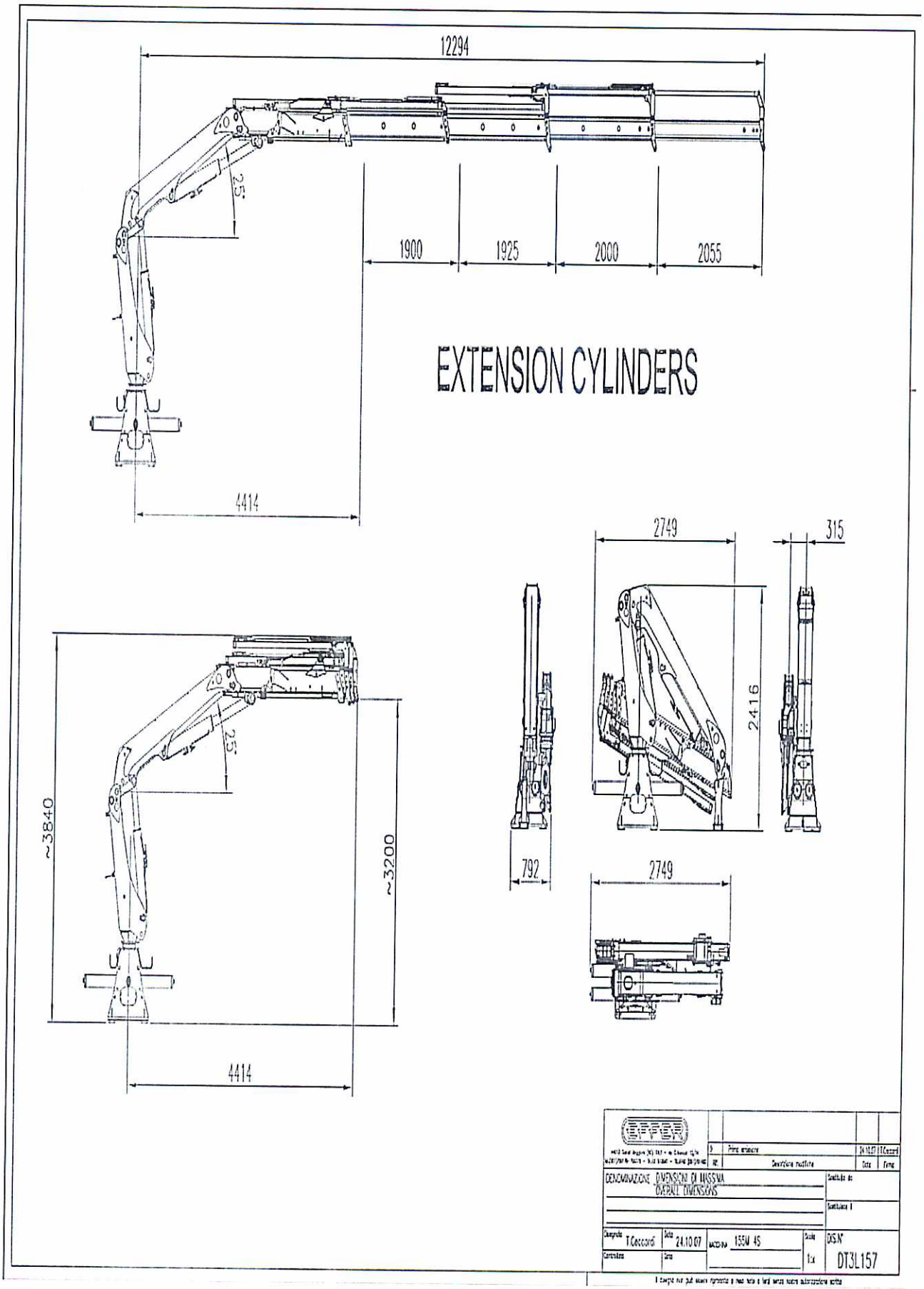


Рисунок 1. Общий вид крановманипуляторной установки EFFER – 155.00 4S в рабочем положении с указанием основных размеров

Разрешение Ростехнадзора на применение

№ РРС 00-31168 от 23.09.2008г.

(наименование и адрес органа Ростехнадзора

Федеральная служба по экологическому,

выдавшего разрешение на применение)

технологическому и атомному надзору

1. Общие сведения

1.1. Предприятие-изготовитель и его адрес	SOL. GE. S.p.a. Via C. Bonazzi, 1214 40013 Castel Maggiore (BO), Italy
1.2. Тип краноманипуляторной установки	Краноманипуляторная установка с гибкой (канатной) подвеской грузозахватного органа
1.3. Индекс краноманипуляторной установки, его исполнение	EFFER – 155.00 4S.000
1.4. Заводской номер	116445
1.5. Год изготовления	2008
1.6. Назначение краноманипуляторной установки	Установка на фундаменте с целью выполнения погрузочно-разгрузочных операций
1.7. Группа классификации (режима) по ИСО 4301/1: кран-манипулятор механизмов: подъема поворота телескопирования	 A2 M3 M2 M2
1.8. Тип привода механизмов	Гидравлический
1.9. Окружающая среда, в которой может эксплуатироваться кран-манипулятор: температура, град С: рабочего состояния: наибольшая наименьшая нерабочего состояния наибольшая наименьшая относительная влажность воздуха, % взрывоопасность пожароопасность	 Плюс 40 Минус 20 Плюс 40 Минус 40 98 взрывобезопасная пожаробезопасная
1.10. Допустимый наклон крана-манипулятора при максимальном грузовом моменте, градусы	5
1.11. Ограничение одновременного выполнения рабочих операций	Не более двух одновременно выполняемых операций
1.12. Основные нормативные документы, в соответствии с которыми изготовлен кран-манипулятор (обозначение, наименование)	ISO 3864 «Символы графические. Цвета безопасности и знаки безопасности», ISO 7000 «Графические символы, наносимые на оборудование. Перечень и сводная таблица», EN 563 «Безопасность машин. Температура осязаемых поверхностей. Эргономические данные для установления предельных температур для осязаемых горячих

	поверхностей», EN 349 «Безопасность машин. Минимальные расстояния, предохраняющие человека от повреждений», DIN 1055 «Воздействия на сооружения» РД 36-62-2000 «Оборудование грузоподъемное. Общие требования». РД 22-16-2005 «Указания по выбору материалов для изготовления сварных стальных конструкций грузоподъемных кранов». ПБ 10-257-98 «Правила устройства и безопасности эксплуатации грузоподъемных кранов-манипуляторов».

2. Основные технические данные и характеристики краноманипуляторной установки

2.1. Основные характеристики крана-манипулятора:	
2.1.1. Грузовой момент, т*м	13,02
2.1.2. Грузоподъемность нетто, т: основного подъема: максимальная на максимальном вылете вспомогательного подъема (на конце стрелы): максимальная на максимальном вылете	 0,965 0,750 - -
2.1.3. Вылет, м: основного подъема: максимальный минимальный вспомогательного подъема: максимальный минимальный	 12,59 4,93 - -
2.1.4. Максимальная высота подъема, м	14,9
2.1.5. Максимальная глубина опускания, м+	-
2.1.6. Допустимая вертикальная нагрузка на выносную опору в рабочем состоянии, т	-

2.2. Грузовысотные характеристики

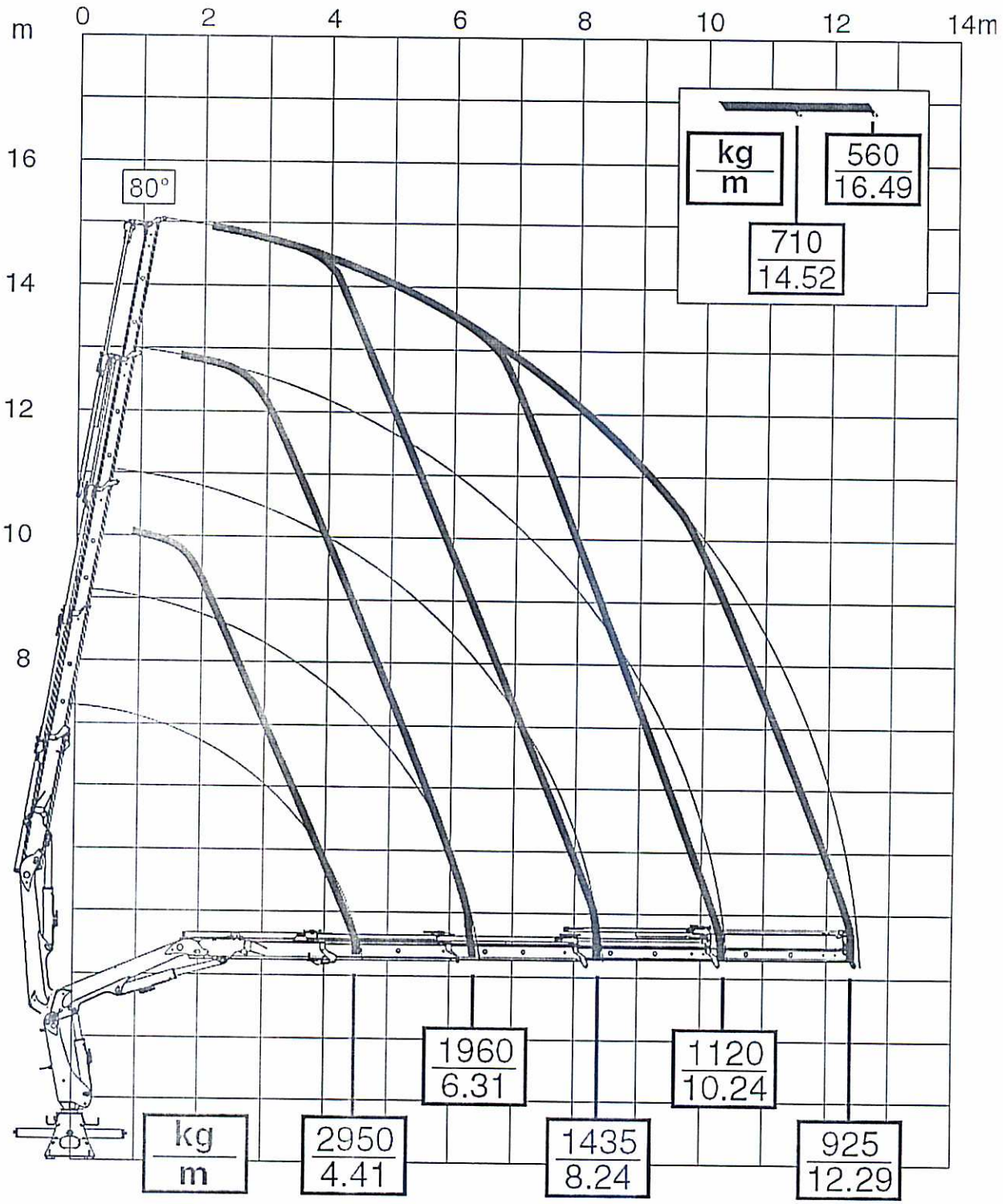


Рисунок 2. Грузовысотные характеристики краноманипуляторной установки.

2.3. Допустимая масса груза, с которой разрешается телескопирование секций стрелового оборудования, т -0,750

2.4. Геометрические параметры крана-манипулятора.

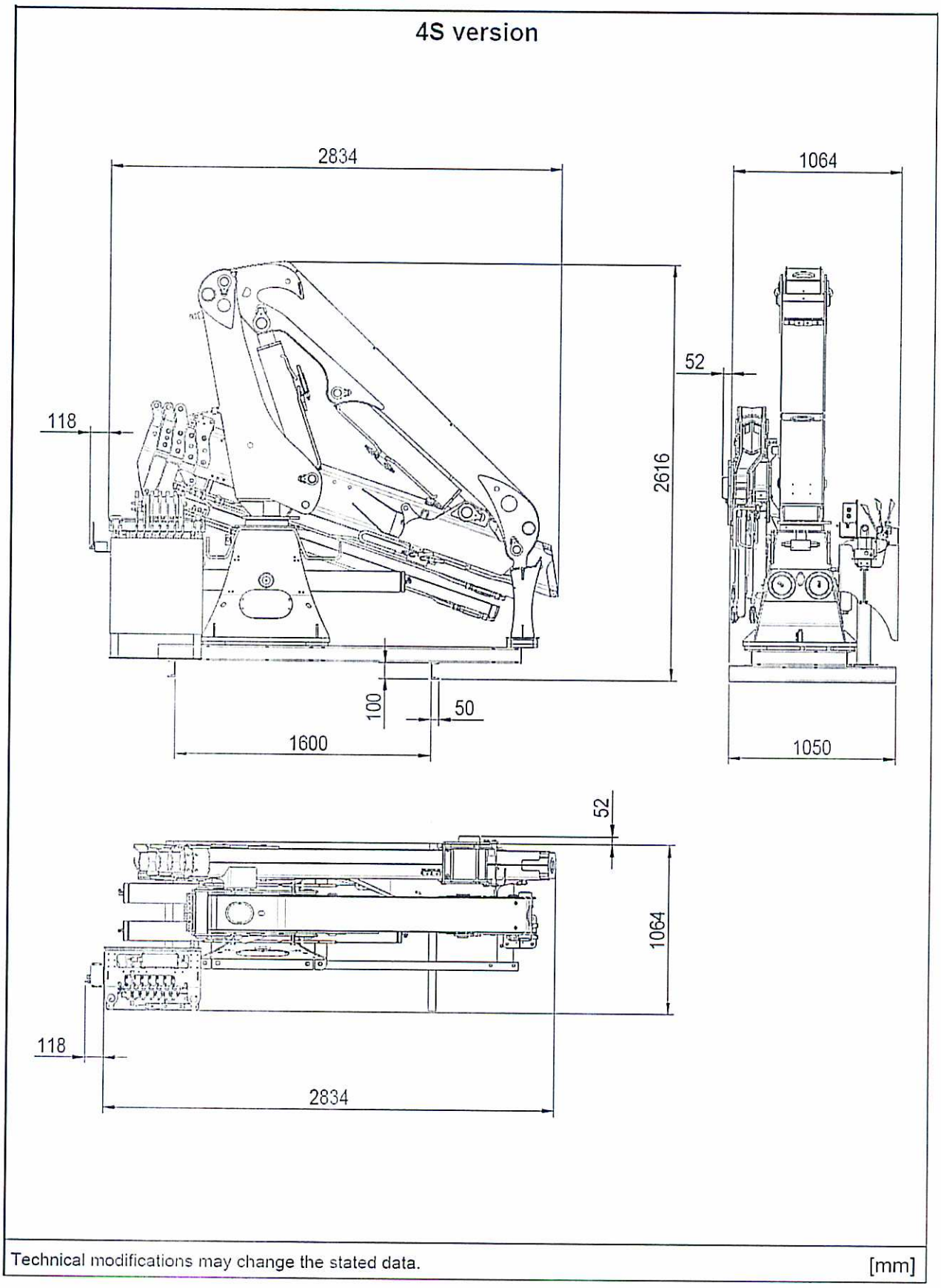


Рисунок 3. Геометрические параметры крана-манипулятора

2.5. Максимальное/минимальное время полного движения механизма стрелового оборудования в обоих направлениях, с (мин): основной цилиндр: -подъем -опускание цилиндр артикуляции: -подъем -опускание поворот	 16(0,27) 16(0,27) 19(0,32) 19(0,32) 24,5(0,41)
2.6. Частота вращения, рад/с (об/мин)	0,25 (2,4)
2.7. Угол поворота, рад (градусы) без груза с грузом	 6,98 (400) 6,98 (400)
2.8. Максимальный крутящий момент механизма поворота, кН·м (т·м)	24 (2,4)
2.9. Место управления: при работе	рычаги управления с левой и правой сторон
2.10. Способ управления	гидравлический
2.11. Масса КМУ, т	1,925

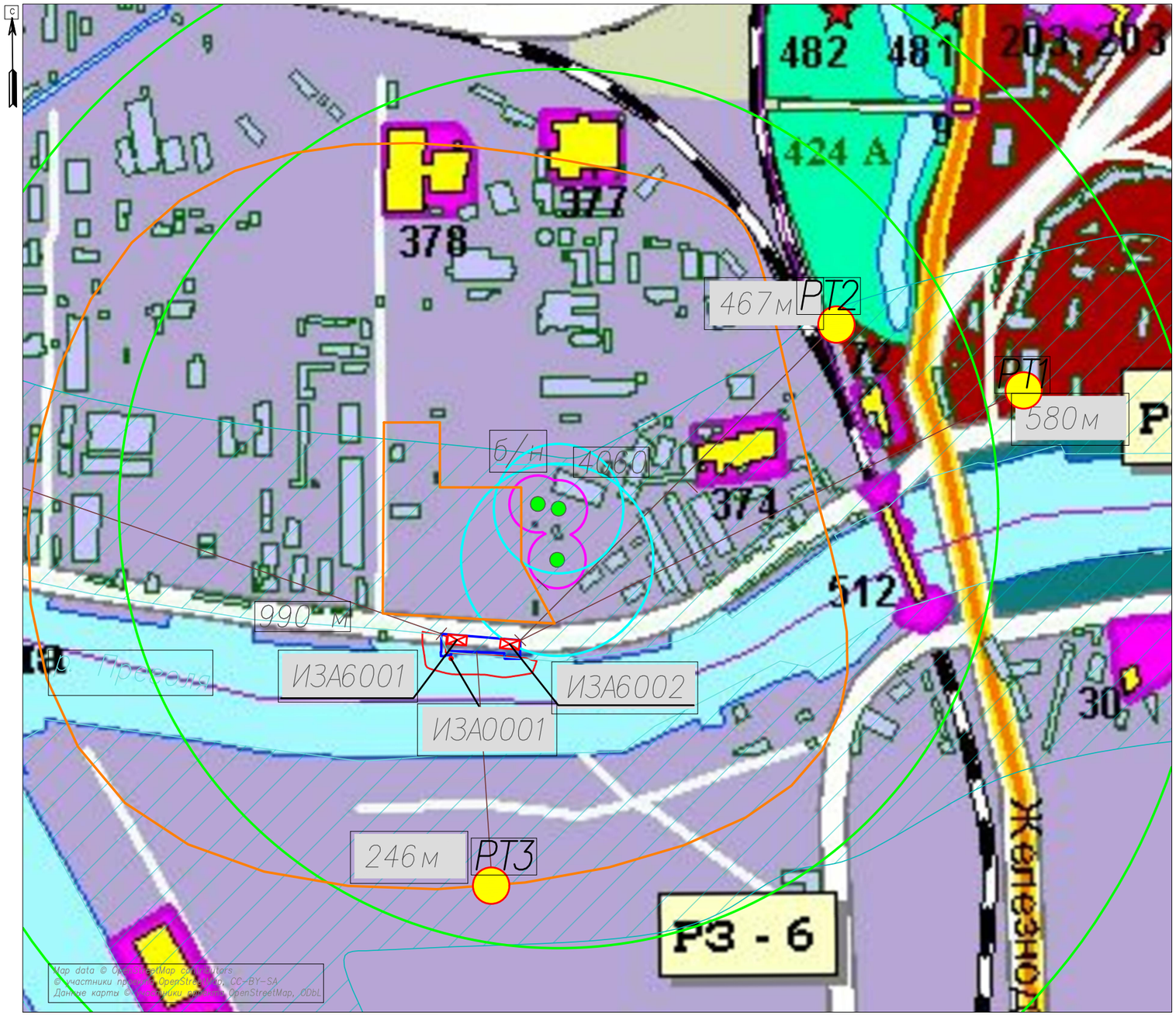
3. Технические данные и характеристики сборочных узлов и деталей.

3.1. Силовые узлы гидрооборудования механизмов.

3.1.1. Гидронасос (рекомендуемый, в комплект поставки не входит):

Назначение	Обеспечение давления рабочей жидкости в гидравлической системе в нагнетающей магистрали
Тип и условное обозначение	Поршневой HDS 25 D
Количество, шт.	1
Номинальная потребляемая мощность, кВт	25
Номинальная подача рабочей жидкости, л/мин	34
Номинальное давление рабочей жидкости на выходе, МПа (кгс/см^2)	33,5 (335)
Номинальная частота вращения, об/мин	1470
Направление вращения	реверсное

Приложение Л – Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе



Масштаб 1:5000

Условные обозначения:

РТ1 – расчетная точка

ИЗА0001 выхлопная труба вспомогательного (стояночного) дизель–генератора на танкере типа Orasund

ИЗА6001 площадка, предназначенная для проезда ассенизационной машины (1раз в месяц)

ИЗА 6002 площадка, предназначенная для проезда легкового автотранспорта (таможенной службы 1–2 раза в месяц)

580 м – расстояние от границы причала до ближайшей жилой застройки

467 м – расстояние от границы причала до ближайшей зоны массового отдыха горожан (Парк Победы)

246 м – расстояние от границы причала до ближайшей границы СЗЗ ООО "Союз–ТТМ"

Условные обозначения	
	Граница проведения инженерно–экологических изысканий
	Граница проведения инженерно–экологических изысканий по линии акватории (20 м от берега)
	Водоохранные зоны водных объектов
	Водозаборные скваджины *
	I пояс ЗСО
	II пояс ЗСО
	III пояс ЗСО
	Граница предприятия промплощадки СОЮЗ–ТТМ и ее СЗЗ (300 м)

						75–20–ОВОС.ГЧ–02	
						Схема расположения источников загрязнения атмосферного воздуха и расчетных точек	
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата		
Разработал		Степанов			05.20	Оценка воздействия на окружающую среду	Стадия: П; Лист: ; Листов: 1
Проверил		Матвеев			05.20		
Нач.отдела		Ладина			05.20		
						Ситуационный план	ООО "ТехноТерра"
							Формат А3

Согласовано

Взаим.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.

УПРЗА «ЭКОЛОГ», версия 4.60
Copyright © 1990-2020 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»

"Программа зарегистрирована на: ООО "БСП "Сфера
Регистрационный номер: 01-01-3155

Предприятие: 9, ООО "Союз-ТТМ"

Город: 3, Калининградская область

Район: 38, Калининград

Адрес предприятия:

Разработчик: ООО "ТехноТерра"

ИНН:

ОКПО:

Отрасль:

Величина нормативной санзоны: 0 м

ВИД: 1, Функционирование причала перегрузки масе

ВР: 1, без учета фоновых концентраций

Расчетные константы: S=999999,99

Расчет: «Расчет рассеивания с учетом застройки по МРР-2017» (лето)

Расчет завершен успешно.
Рассчитано веществ/групп суммации: 10.
ВНИМАНИЕ! Согласно п.4.6 Приказа Минприроды РФ от 06.06.2017 №273 значение максимальной скорости ветра U* изменено на 6 м/с!

Метеорологические параметры

Расчетная температура наиболее холодного месяца, °С:	-3,3
Расчетная температура наиболее теплого месяца, °С:	24,4
Коэффициент А, зависящий от температурной стратификации атмосферы:	160
U* – скорость ветра, наблюдаемая на данной местности, повторяемость превышения которой находится в пределах 5%, м/с:	5
Плотность атмосферного воздуха, кг/м3:	1,29
Скорость звука, м/с:	331

Структура предприятия (площадки, цеха)

1 - Площадка
1 - Цех

Параметры источников выбросов

Учет:
"%" - источник учитывается с исключением из фона;
"+" - источник учитывается без исключения из фона;
"-" - источник не учитывается и его вклад исключается из фона.

Типы источников:
1 - Точечный;
2 - Линейный;
3 - Неорганизованный;
4 - Совокупность точечных источников;
5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
9 - Точечный, с выбросом вбок;
10 - Свеча.

Учет при расч.	№ ист.	Наименование источника	Вар.	Тип	Высота ист. (м)	Диаметр устья (м)	Объем ГВС (куб.м/с)	Скорость ГВС (м/с)	Плотность ГВС, (кг/куб.м)	Темп. ГВС (°С)	Ширина источ. (м)	Отклонение выброса, град		Коэф. рел.	Координаты			
												Угол	Направл.		X1 (м)	Y1 (м)	X2 (м)	Y2 (м)
№ пл.: 1, № цеха: 1																		
%	0001	Выхлопная труба танкера	1	1	10,00	0,30	2,49	35,00	1,29	60,00	0,00	-	-	1	-3191974,87	2817922,92	0,00	0,00

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,5525333	0,001282	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0897867	0,000208	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0328	Углерод (Сажа)	0,0205556	0,000049	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,2877778	0,000687	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0337	Углерод оксид	0,5447222	0,001260	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000006	1,488500E-09	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1325	Формальдегид	0,0059611	0,000013	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2732	Керосин	0,1410111	0,000327	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

%	6001	Ассенизационная машина	1	3	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	20,00	-	-	1	-3191967,94	2817947,55	-3191968,93	2817937,64

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0000178	0,000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000029	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0328	Углерод (Сажа)	0,0000020	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,0000033	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0337	Углерод оксид	0,0000370	0,000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00

2732		Керосин					0,0000060	0,000000	1	0,00		28,50	0,50		0,00		0,00	
%	6002	Легковой а/м таможенной службы	1	3	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	20,00	-	-	1	-3191912,53	2817942,99	-3191913,52	2817933,08

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0000008	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000001	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,0000003	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0337	Углерод оксид	0,0000415	0,000003	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	0,0000075	0,000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00

Выбросы источников по веществам

Типы источников:
1 - Точечный;
2 - Линейный;
3 - Неорганизованный;
4 - Совокупность точечных источников;
5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
9 - Точечный, с выбросом в бок;
10 - Свеча.

Вещество: 0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,5525333	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000178	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0,0000008	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,5525519**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 0304 Азот (II) оксид (Азота оксид)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,0897867	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000029	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0,0000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,0897897**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 0328 Углерод (Сажа)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,0205556	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000020	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,0205576**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 0330 Сера диоксид-Ангидрид сернистый

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,2877778	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000033	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0,0000003	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,2877814**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 0337 Углерод оксид

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,5447222	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000370	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0,0000415	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,5448007**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 0703 Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,0000006	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,0000006**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 1325 Формальдегид

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,0059611	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,0059611**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 2704 Бензин (нефтяной, малосернистый)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	6002	3	0,0000075	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,0000075**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 2732 Керосин

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,1410111	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000060	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,1410171**		**0,00**			**0,00**		

Выбросы источников по группам суммации

Типы источников:
1 - Точечный;
2 - Линейный;
3 - Неорганизованный;
4 - Совокупность точечных источников;
5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
9 - Точечный, с выбросом в бок;
10 - Свеча.

Группа суммации: 6204 Азота диоксид, серы диоксид

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Код в-ва	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0301	0,5525333	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0301	0,0000178	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0301	0,0000008	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	0001	1	0330	0,2877778	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0330	0,0000033	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0330	0,0000003	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:					**0,8403333**		**0,00**			**0,00**		

Суммарное значение Cm/ПДК для группы рассчитано с учетом коэффициента неполной суммации 1,60

Расчет проводился по веществам (группам суммации)

Код	Наименование вещества	Предельно допустимая концентрация						Поправ. коэф. к ПДК ОБУВ *	Фоновая концентр.	
		Расчет максимальных концентраций			Расчет средних концентраций					
		Тип	Спр. значение	Исп. в расч.	Тип	Спр. значение	Исп. в расч.		Учет	Интерп.
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,200	0,200	ПДК с/с	0,040	0,040	1	Нет	Нет
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	0,400	0,400	ПДК с/с	0,060	0,060	1	Нет	Нет
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	0,150	0,150	ПДК с/с	0,050	0,050	1	Нет	Нет
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	ПДК м/р	0,500	0,500	ПДК с/с	0,050	0,050	1	Нет	Нет
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	5,000	5,000	ПДК с/с	3,000	3,000	1	Нет	Нет
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	-	-	-	ПДК с/с	1,000E-06	1,000E-06	1	Нет	Нет
1325	Формальдегид	ПДК м/р	0,050	0,050	ПДК с/с	0,010	0,010	1	Нет	Нет
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	ПДК м/р	5,000	5,000	ПДК с/с	1,500	1,500	1	Нет	Нет
2732	Керосин	ОБУВ	1,200	1,200	-	-	-	1	Нет	Нет
6204	Группа неполной суммации с коэффициентом "1,6": Азота диоксид, серы диоксид	Группа суммации	-	-	Группа суммации	-	-	1	Нет	Нет

*Используется при необходимости применения особых нормативных требований. При изменении значения параметра "Поправочный коэффициент к ПДК/ОБУВ", по умолчанию равного 1, получаемые результаты расчета максимальной концентрации следует сравнивать не со значением коэффициента, а с 1.

Перебор метеопараметров при расчете

Набор-автомат

Перебор скоростей ветра осуществляется автоматически

Направление ветра

Начало сектора	Конец сектора	Шаг перебора ветра
0	360	1

Расчетные области

Расчетные площадки

Код	Тип	Полное описание площадки					Зона влияния (м)	Шаг (м)		Высота (м)
		Координаты середины 1-й стороны (м)		Координаты середины 2-й стороны (м)		Ширина (м)				
		X	Y	X	Y			По ширине	По длине	
1	Полное описание	-3191836,79	2818741,02	-3191836,79	2817541,02	1500,00	0,00	50,00	50,00	2,00

Расчетные точки

Код	Координаты (м)		Высота (м)	Тип точки	Комментарий
	X	Y			
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	на границе жилой зоны	жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	на границе охранной зоны	зона массового отдыха Парк Победы
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	на границе СЗЗ	СЗЗ предприятия ООО "Союз-ТТМ"

Результаты расчета по веществам (расчетные точки)

Типы точек:
0 - расчетная точка пользователя
1 - точка на границе охранной зоны
2 - точка на границе производственной зоны
3 - точка на границе СЗЗ
4 - на границе жилой зоны
5 - на границе застройки

Вещество: 0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,32	0,065	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,18	0,036	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,14	0,028	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 0304 Азот (II) оксид (Азота оксид)

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,03	0,010	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,01	0,006	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,01	0,005	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 0328 Углерод (Сажа)

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,02	0,002	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	8,82E-03	0,001	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	6,88E-03	0,001	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 0330 Сера диоксид-Ангидрид сернистый

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,07	0,034	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,04	0,019	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,03	0,014	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 0337 Углерод оксид

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,01	0,064	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	7,01E-03	0,035	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	5,47E-03	0,027	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 0703 Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	-	7,011E-08	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	-	3,863E-08	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	-	3,011E-08	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 1325 Формальдегид

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,01	6,966E-04	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	7,68E-03	3,838E-04	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	5,98E-03	2,991E-04	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 2704 Бензин (нефтяной, малосернистый)

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	6,21E-07	3,107E-06	-	-	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	2,63E-07	1,315E-06	-	-	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	1,92E-07	9,613E-07	-	-	-	-	-	-	4

Вещество: 2732 Керосин

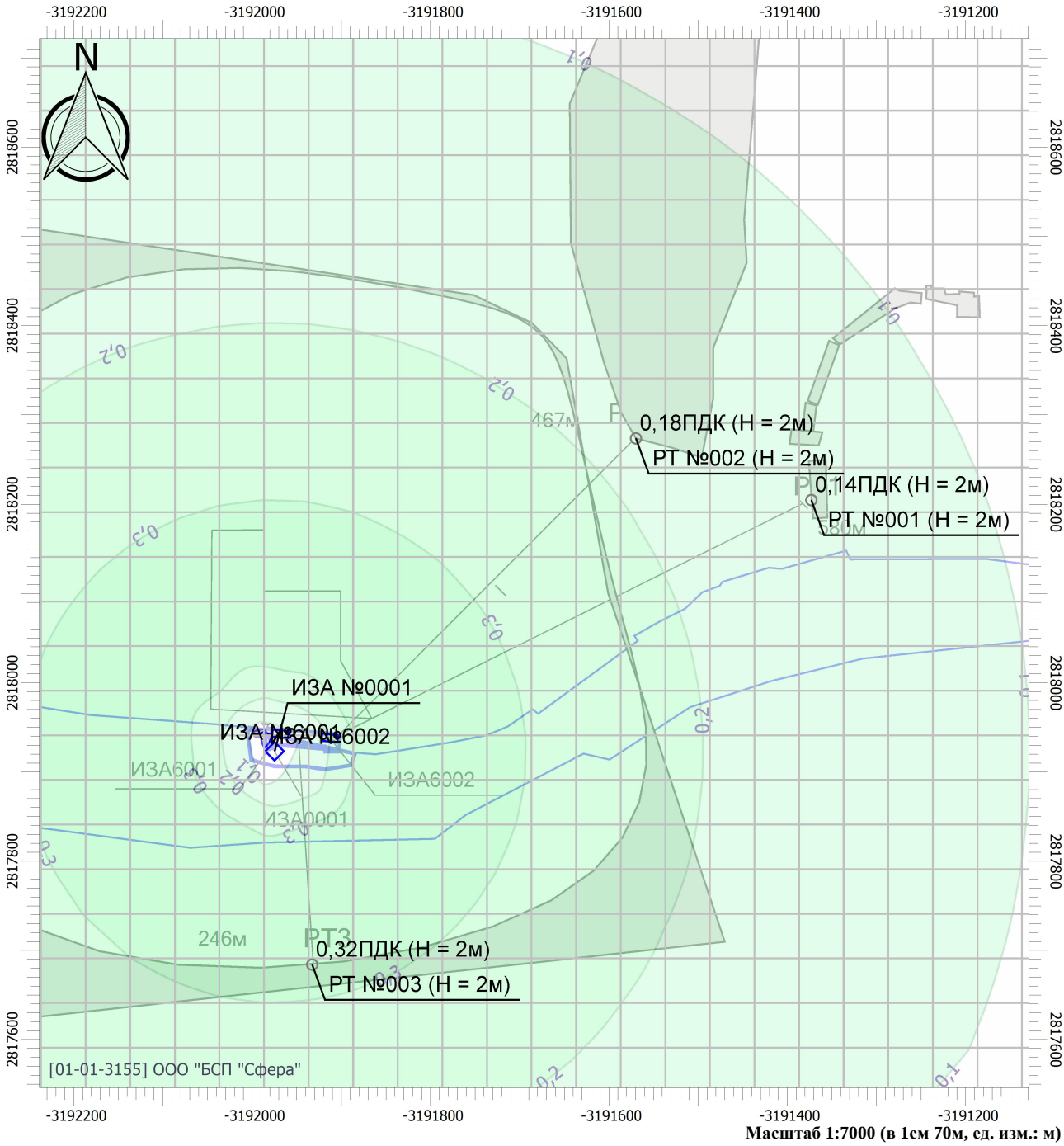
№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,01	0,016	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	7,57E-03	0,009	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	5,90E-03	0,007	245	2,24	-	-	-	-	4

Вещество: 6204 Азота диоксид, серы диоксид

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,24	-	350	1,37	-	-	-	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,13	-	229	1,75	-	-	-	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,10	-	245	2,24	-	-	-	-	4

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0301 (Азота диоксид (Азот (IV) оксид))
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



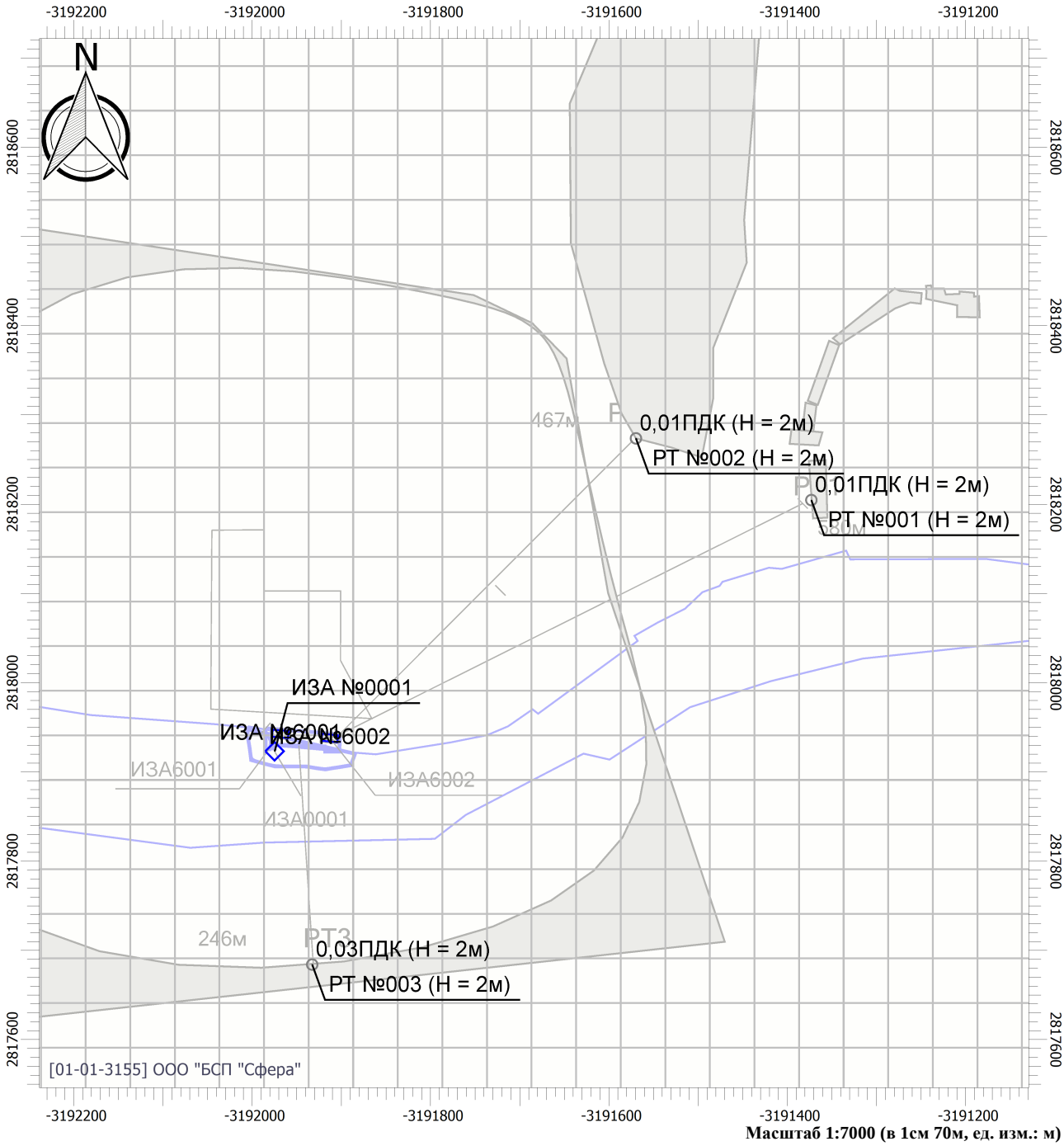
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0304 (Азот (II) оксид (Азота оксид))
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



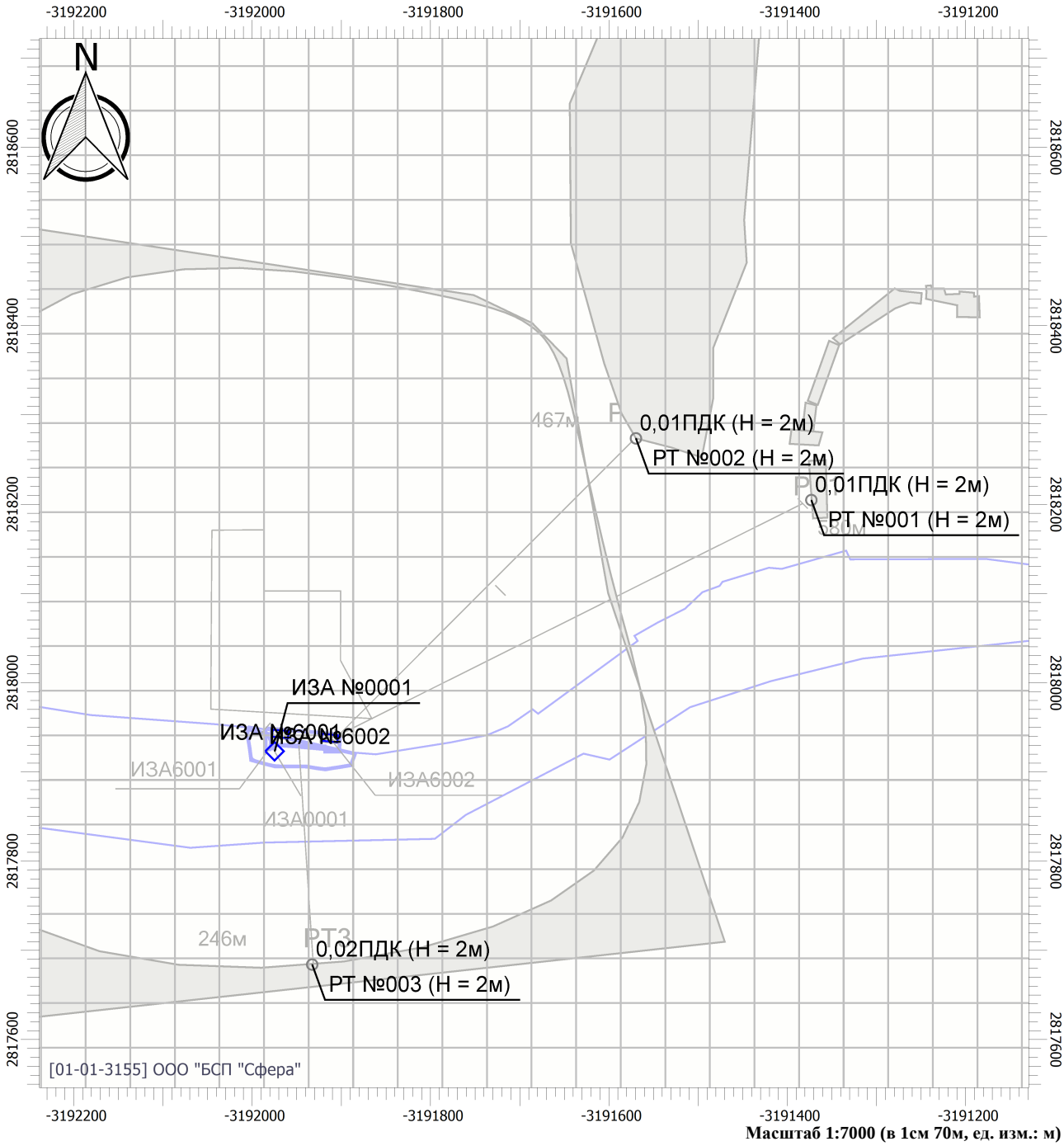
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0328 (Углерод (Сажа))
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



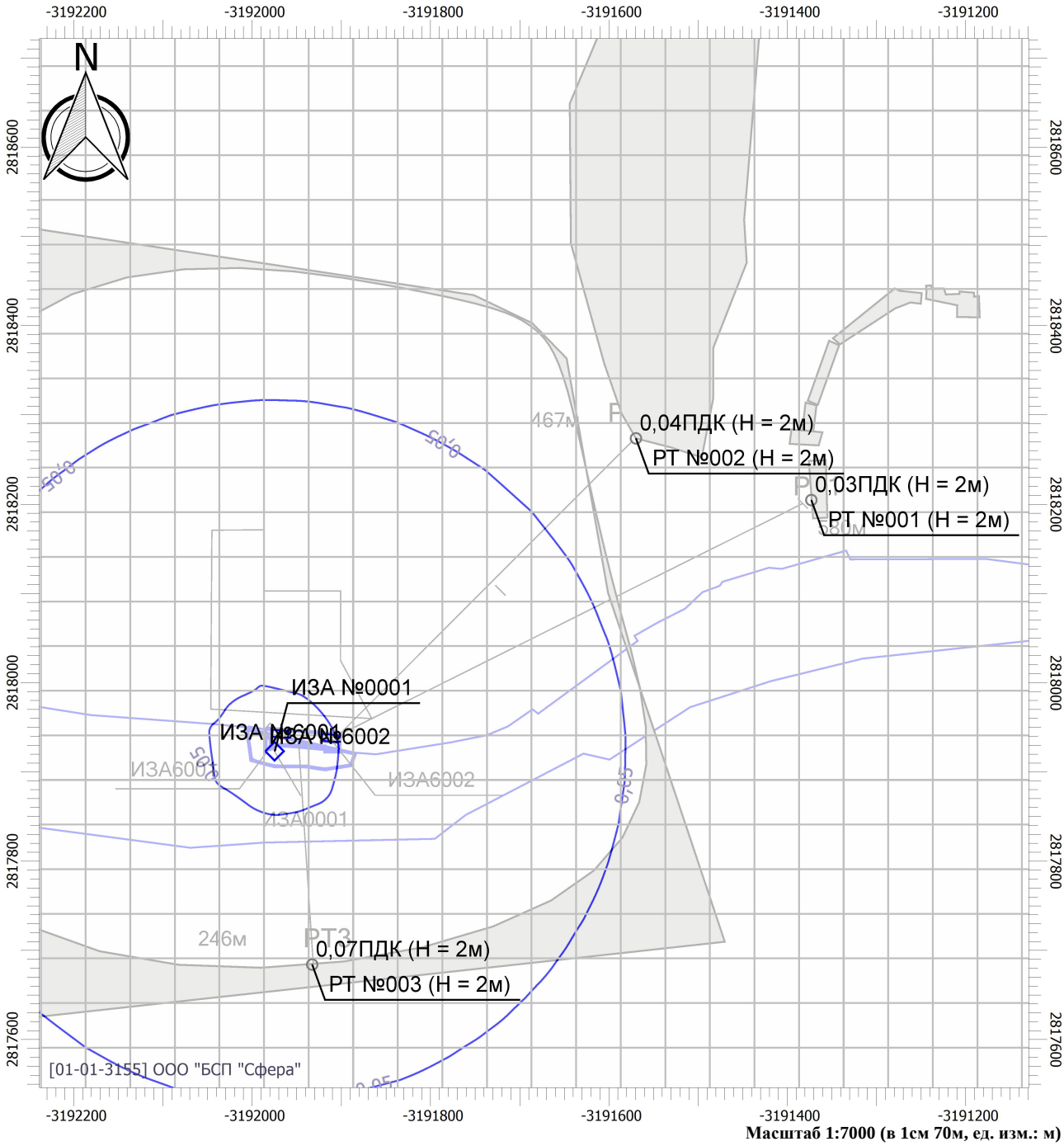
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0330 (Сера диоксид-Ангидрид сернистый)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



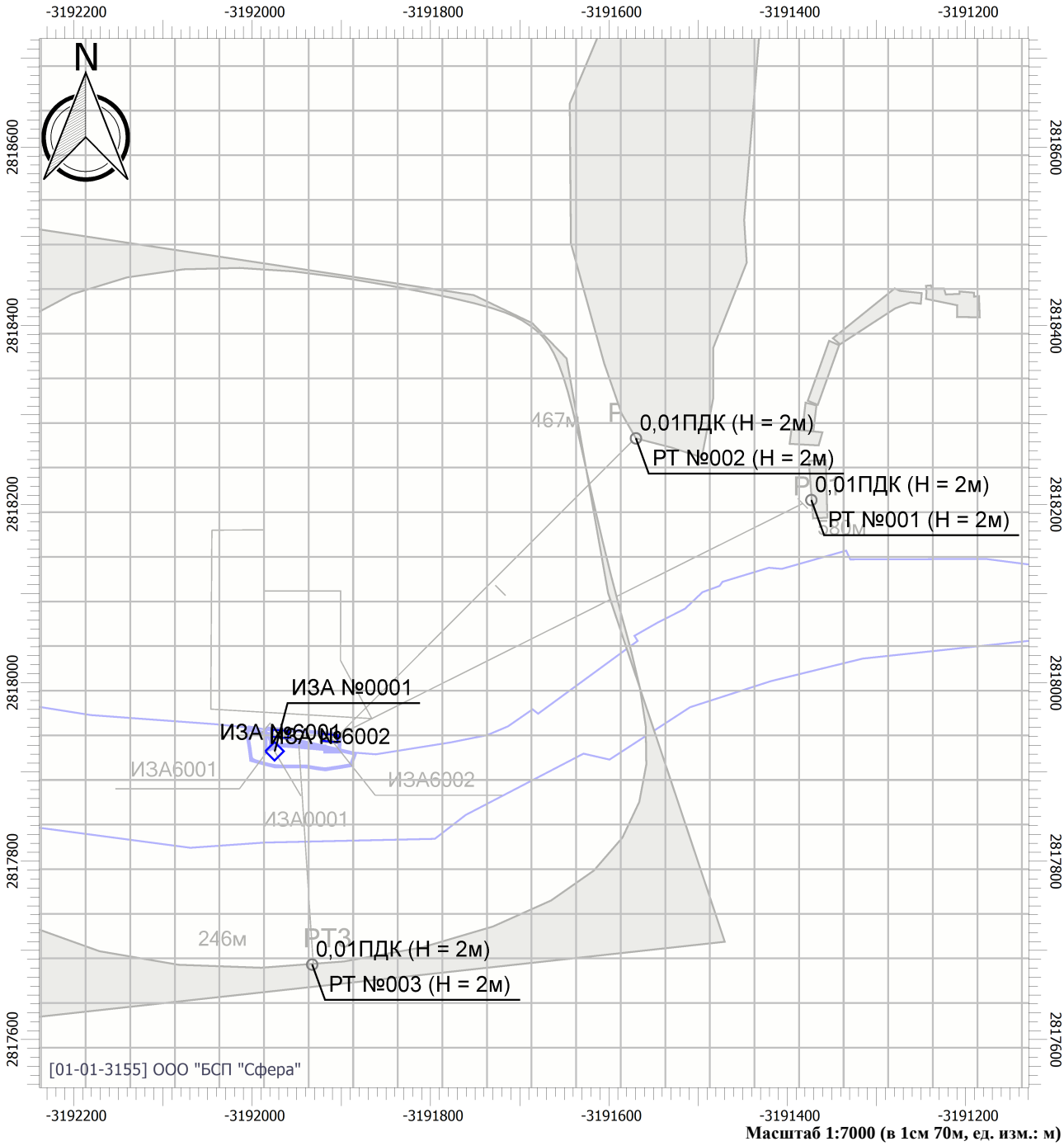
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0337 (Углерод оксид)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



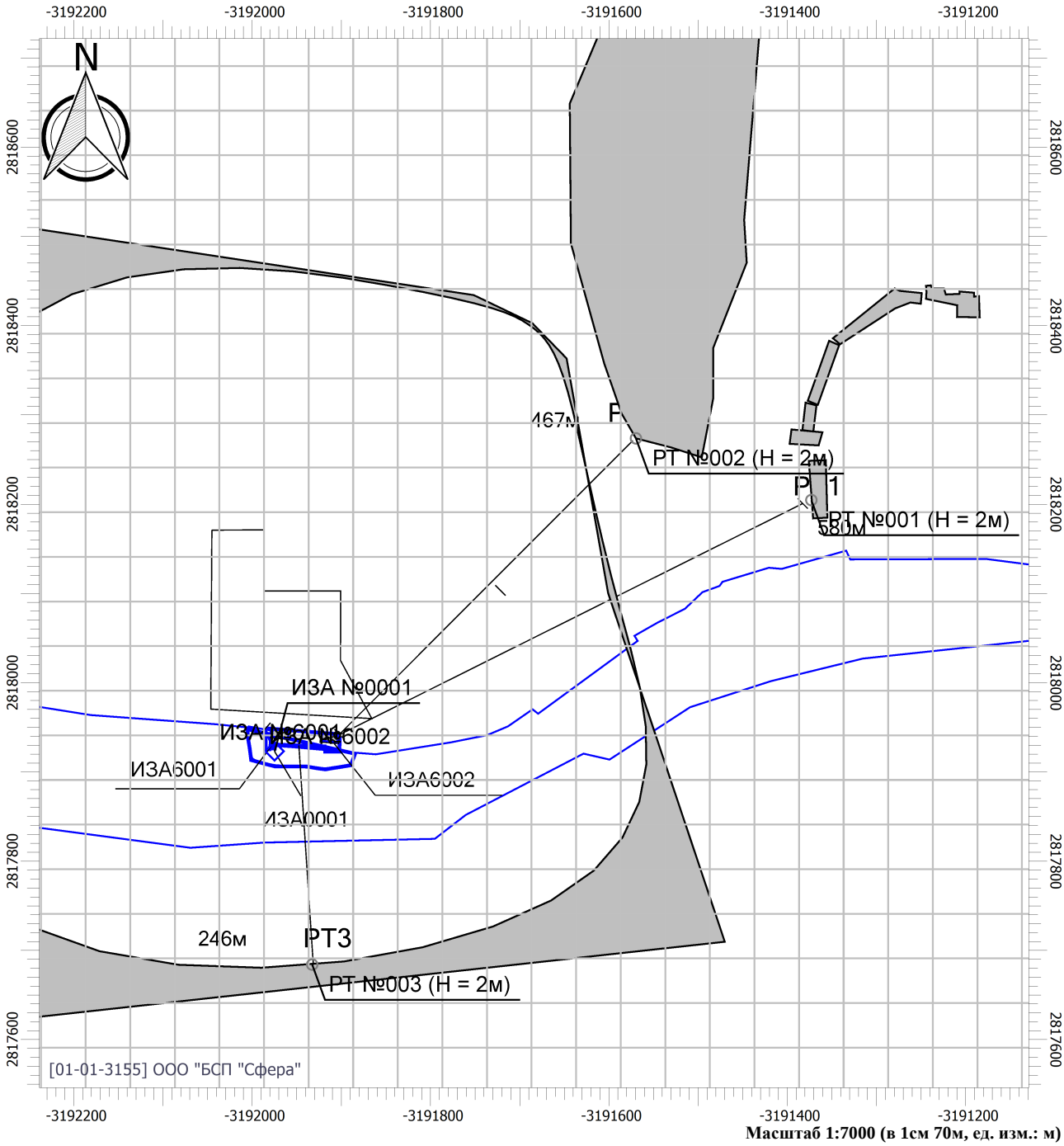
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0703 (Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен))
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



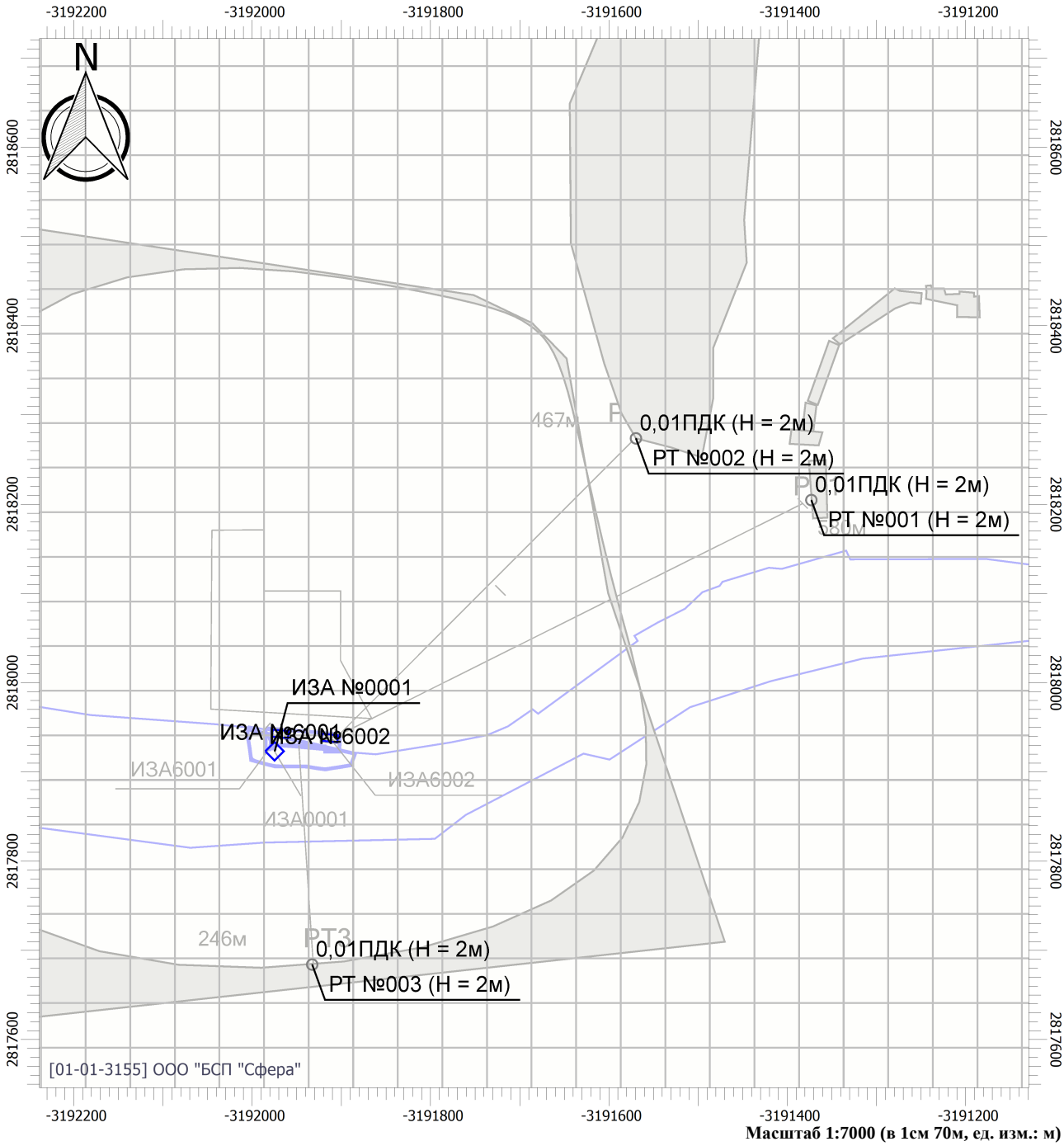
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 1325 (Формальдегид)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



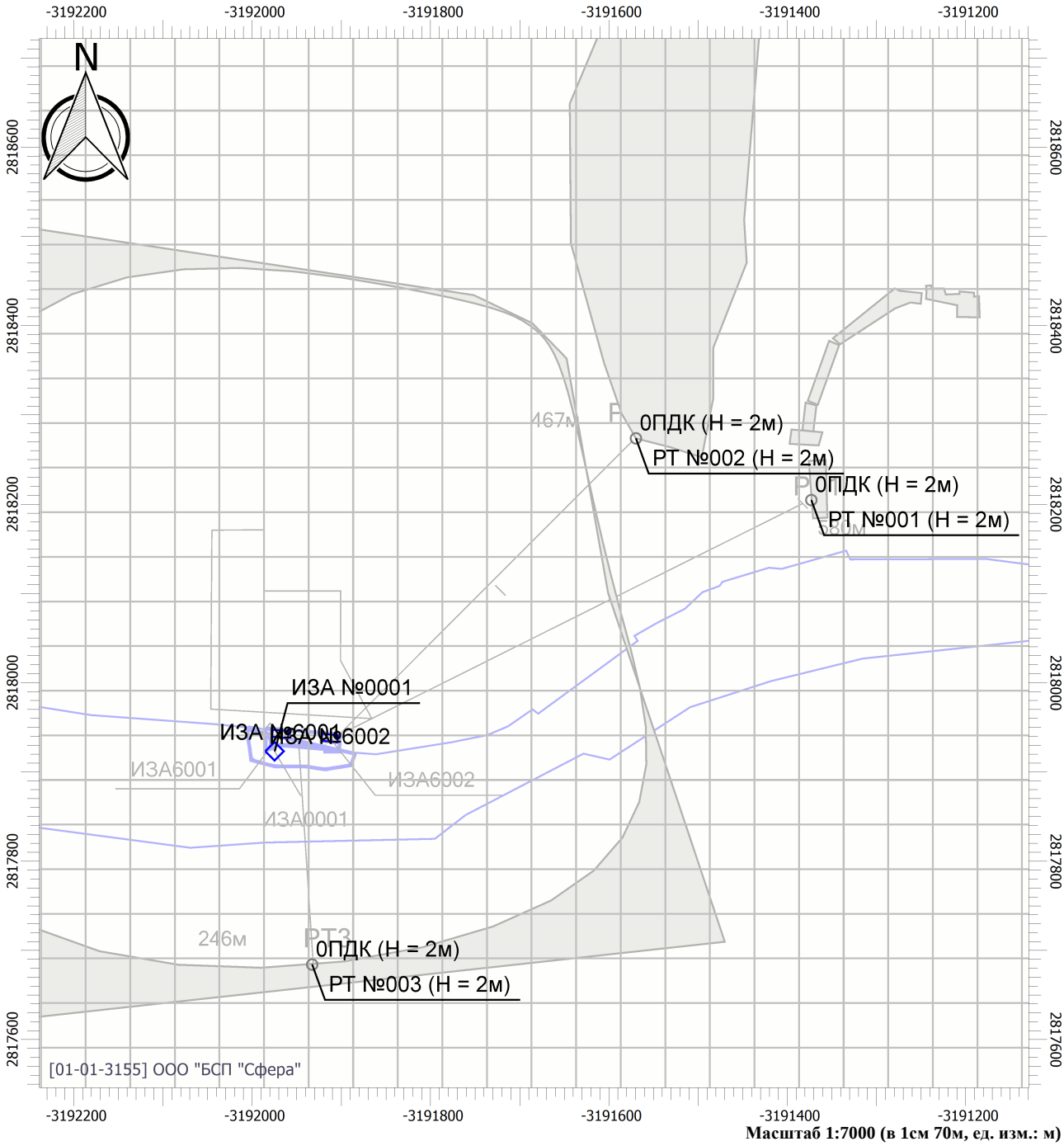
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 2704 (Бензин (нефтяной, малосернистый))
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



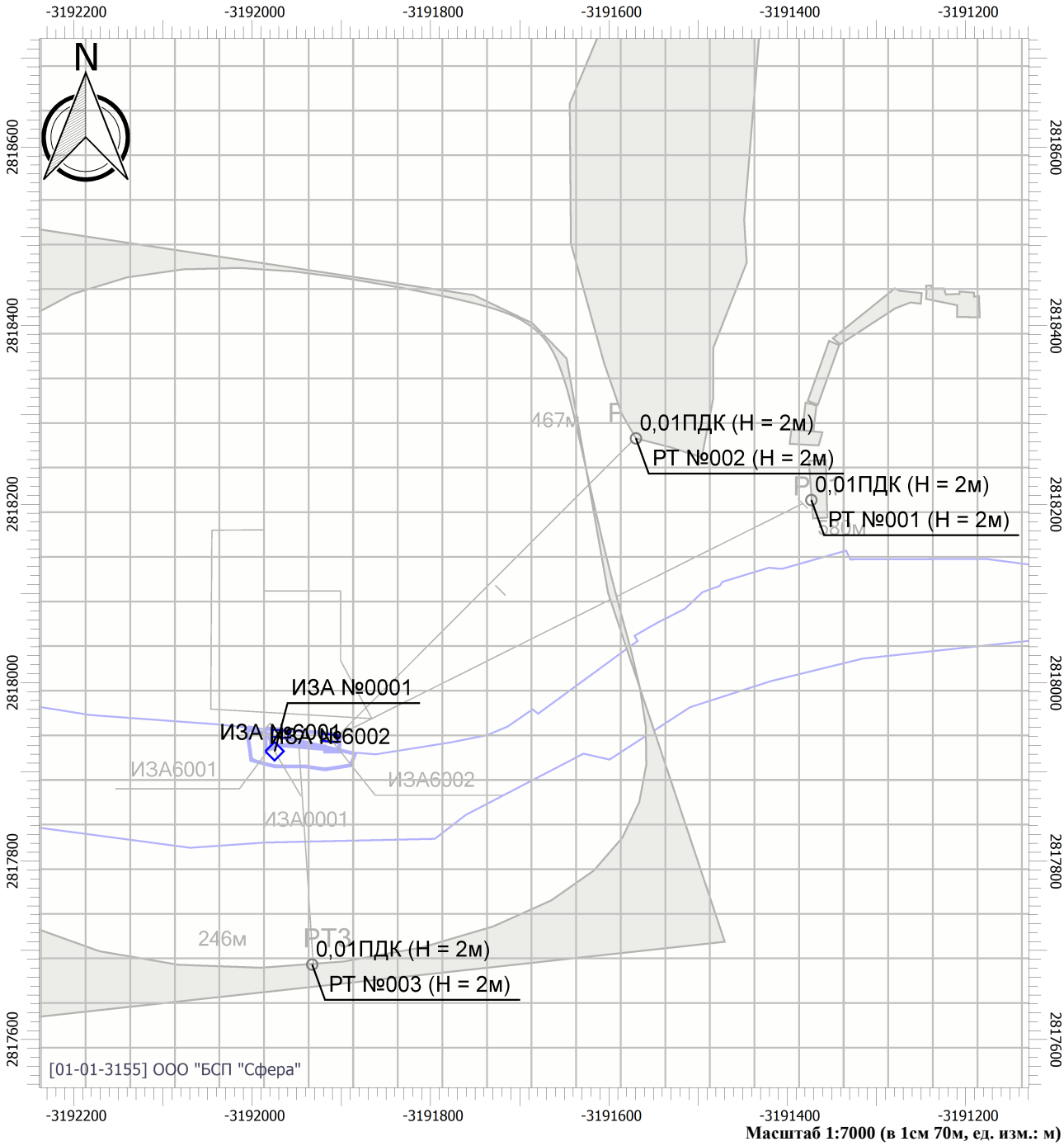
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 2732 (Керосин)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



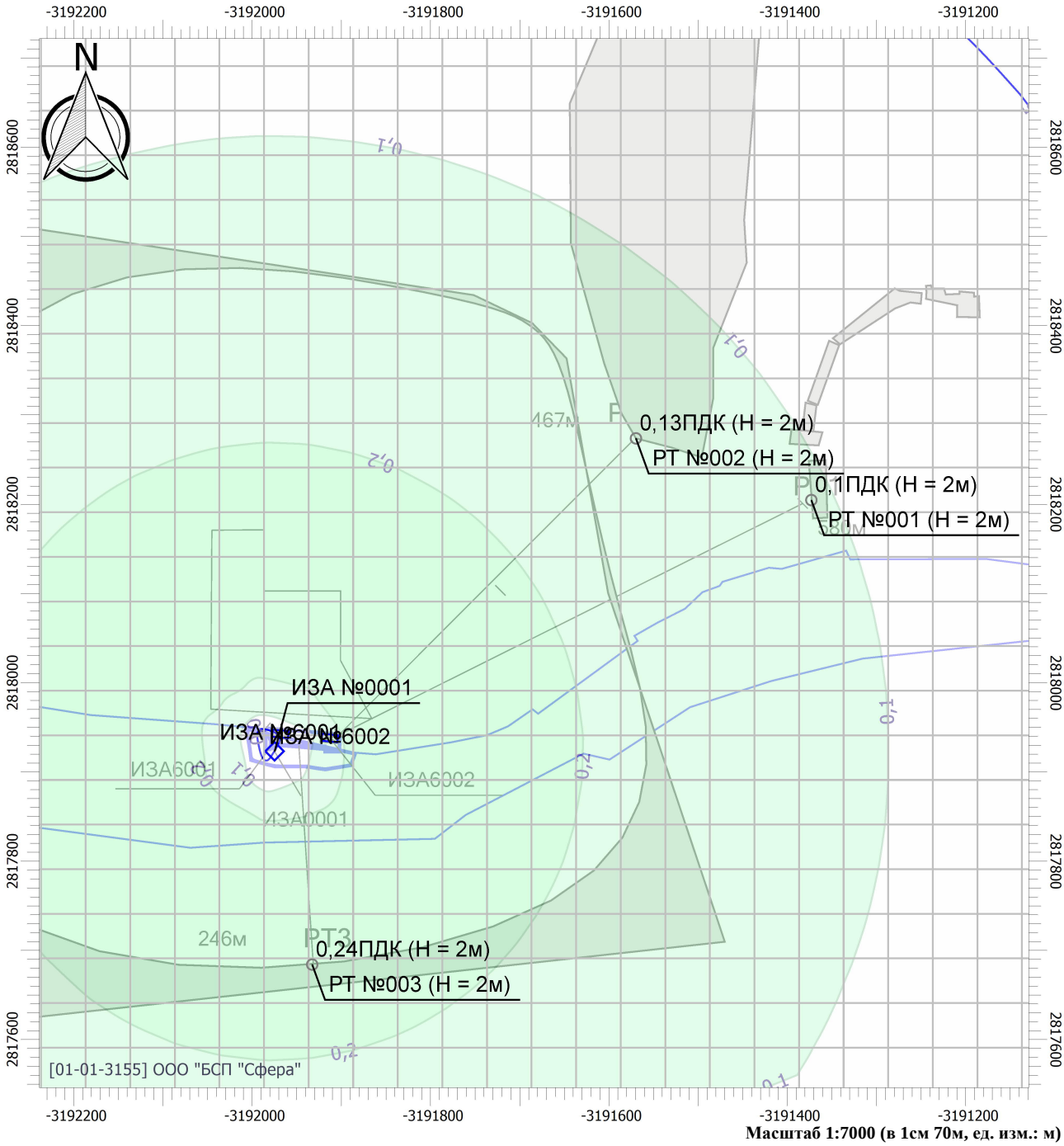
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 6204 (Азота диоксид, серы диоксид)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



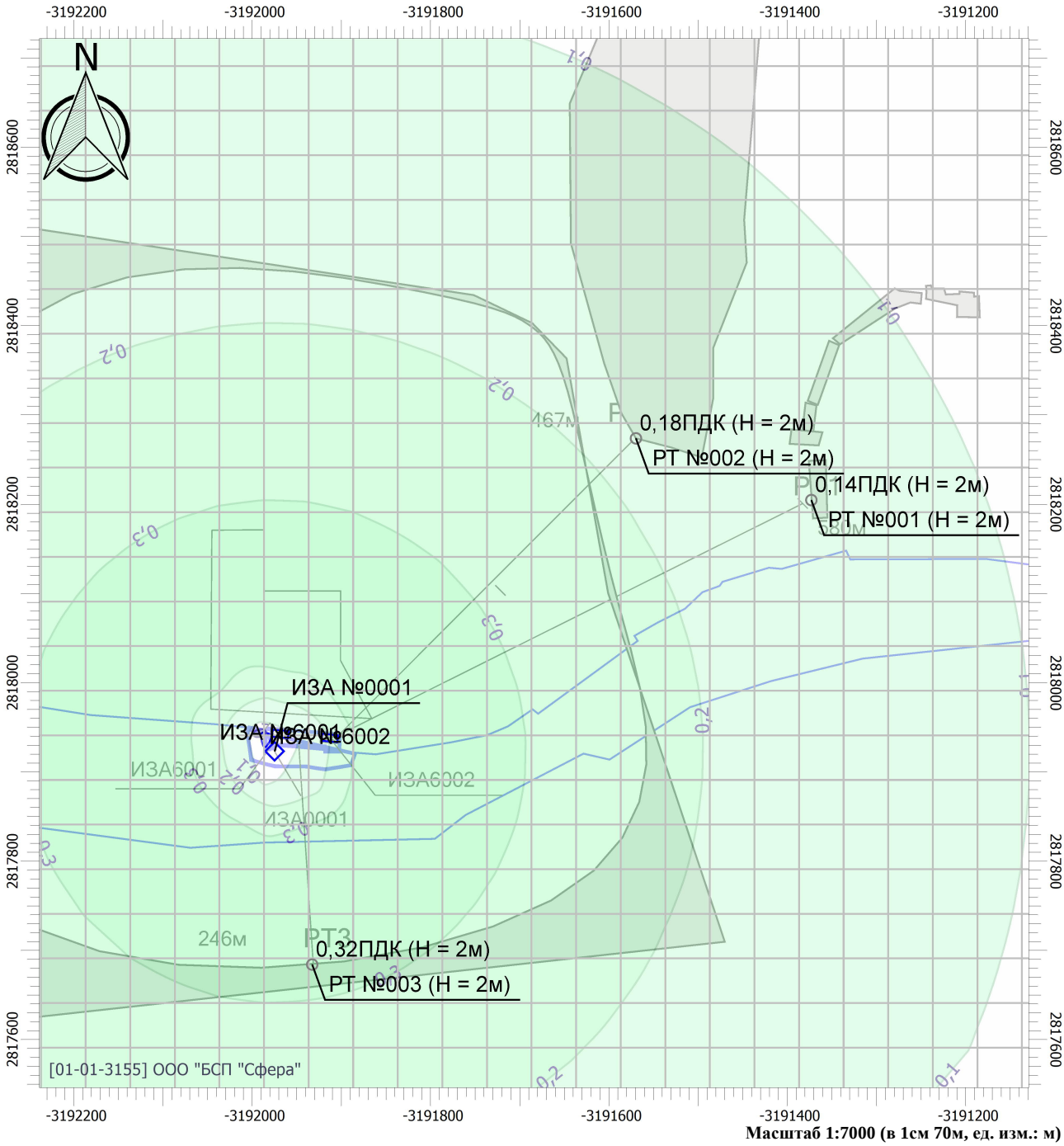
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал без учета фона [17.07.2020 03:23 - 17.07.2020 03:23] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: Все вещества (Объединённый результат)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

УПРЗА «ЭКОЛОГ», версия 4.60
Copyright © 1990-2020 ФИРМА «ИНТЕГРАЛ»

"Программа зарегистрирована на: ООО "БСП "Сфера
Регистрационный номер: 01-01-3155

Предприятие: 9, ООО "Союз-ТТМ"

Город: 3, Калининградская область

Район: 38, Калининград

Адрес предприятия:

Разработчик: ООО "ТехноТерра"

ИНН:

ОКПО:

Отрасль:

Величина нормативной санзоны: 0 м

ВИД: 1, Функционирование причала перегрузки масе

ВР: 2, с учетом фоновых концентраций

Расчетные константы: S=999999,99

Расчет: «Расчет рассеивания с учетом застройки по МРР-2017» (лето)

Расчет завершен успешно.
Рассчитано веществ/групп суммации: 3.
ВНИМАНИЕ! Согласно п.4.6 Приказа Минприроды РФ от 06.06.2017 №273 значение максимальной скорости ветра U* изменено на 6 м/с!

Метеорологические параметры

Расчетная температура наиболее холодного месяца, °С:	-3,3
Расчетная температура наиболее теплого месяца, °С:	24,4
Коэффициент А, зависящий от температурной стратификации атмосферы:	160
U* – скорость ветра, наблюдаемая на данной местности, повторяемость превышения которой находится в пределах 5%, м/с:	5
Плотность атмосферного воздуха, кг/м3:	1,29
Скорость звука, м/с:	331

Структура предприятия (площадки, цеха)

1 - Площадка
1 - Цех

Параметры источников выбросов

Учет:
"%" - источник учитывается с исключением из фона;
"+" - источник учитывается без исключения из фона;
"-" - источник не учитывается и его вклад исключается из фона.

Типы источников:
1 - Точечный;
2 - Линейный;
3 - Неорганизованный;
4 - Совокупность точечных источников;
5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
9 - Точечный, с выбросом вбок;
10 - Свеча.

Учет при расч.	№ ист.	Наименование источника	Вар.	Тип	Высота ист. (м)	Диаметр устья (м)	Объем ГВС (куб.м/с)	Скорость ГВС (м/с)	Плотность ГВС, (кг/куб.м)	Темп. ГВС (°С)	Ширина источ. (м)	Отклонение выброса, град		Коэф. рел.	Координаты			
												Угол	Направл.		X1 (м)	Y1 (м)	X2 (м)	Y2 (м)
№ пл.: 1, № цеха: 1																		
+	0001	Выхлопная труба танкера	1	1	10,00	0,30	2,49	35,00	1,29	60,00	0,00	-	-	1	-3191974,87	2817922,92	0,00	0,00

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,5525333	0,001282	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0897867	0,000208	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0328	Углерод (Сажа)	0,0205556	0,000049	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,2877778	0,000687	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0337	Углерод оксид	0,5447222	0,001260	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	0,0000006	1,488500E-09	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1325	Формальдегид	0,0059611	0,000013	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2732	Керосин	0,1410111	0,000327	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Учет при расч.	№ ист.	Наименование источника	Вар.	Тип	Высота ист. (м)	Диаметр устья (м)	Объем ГВС (куб.м/с)	Скорость ГВС (м/с)	Плотность ГВС, (кг/куб.м)	Темп. ГВС (°С)	Ширина источ. (м)	Отклонение выброса, град		Коэф. рел.	Координаты			
												Угол	Направл.		X1 (м)	Y1 (м)	X2 (м)	Y2 (м)
+	6001	Ассенизационная машина	1	3	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	20,00	-	-	1	-3191967,94	2817947,55	-3191968,93	2817937,64

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0000178	0,000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000029	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0328	Углерод (Сажа)	0,0000020	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,0000033	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0337	Углерод оксид	0,0000370	0,000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00

2732		Керосин					0,0000060	0,000000	1	0,00		28,50	0,50		0,00		0,00	
+	6002	Легковой а/м таможенной службы	1	3	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	0,00	20,00	-	-	1	-3191912,53	2817942,99	-3191913,52	2817933,08

Код в-ва	Наименование вещества	Выброс, (г/с)	Выброс, (т/г)	F	Лето			Зима		
					Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,0000008	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,0000001	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,0000003	0,000000	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
0337	Углерод оксид	0,0000415	0,000003	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый)	0,0000075	0,000001	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00

Выбросы источников по веществам

Типы источников:
1 - Точечный;
2 - Линейный;
3 - Неорганизованный;
4 - Совокупность точечных источников;
5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
9 - Точечный, с выбросом в бок;
10 - Свеча.

Вещество: 0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,5525333	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000178	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0,0000008	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,5525519**		**0,00**			**0,00**		

Вещество: 0330 Сера диоксид-Ангидрид сернистый

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
						Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0,2877778	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0,0000033	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0,0000003	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:				**0,2877814**		**0,00**			**0,00**		

Выбросы источников по группам суммации

Типы источников:
1 - Точечный;
2 - Линейный;
3 - Неорганизованный;
4 - Совокупность точечных источников;
5 - С зависимостью массы выброса от скорости ветра;
6 - Точечный, с зонтом или выбросом горизонтально;
7 - Совокупность точечных (зонт или выброс вбок);
8 - Автомагистраль (неорганизованный линейный);
9 - Точечный, с выбросом в бок;
10 - Свеча.

Группа суммации: 6204 Азота диоксид, серы диоксид

№ пл.	№ цех.	№ ист.	Тип	Код в-ва	Выброс (г/с)	F	Лето			Зима		
							Cm/ПДК	Xm	Um	Cm/ПДК	Xm	Um
1	1	0001	1	0301	0,5525333	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0301	0,0000178	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0301	0,0000008	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	0001	1	0330	0,2877778	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1	6001	3	0330	0,0000033	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
1	1	6002	3	0330	0,0000003	1	0,00	28,50	0,50	0,00	0,00	0,00
Итого:					**0,8403333**		**0,00**			**0,00**		

Суммарное значение Cm/ПДК для группы рассчитано с учетом коэффициента неполной суммации 1,60

Расчет проводился по веществам (группам суммации)

Код	Наименование вещества	Предельно допустимая концентрация						Поправ. коэф. к ПДК ОБУВ *	Фоновая концентр.	
		Расчет максимальных концентраций			Расчет средних концентраций					
		Тип	Спр. значение	Исп. в расч.	Тип	Спр. значение	Исп. в расч.		Учет	Интерп.
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	0,200	0,200	ПДК с/с	0,040	0,040	1	Да	Да
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	ПДК м/р	0,500	0,500	ПДК с/с	0,050	0,050	1	Да	Да
6204	Группа неполной суммации с коэффициентом "1,6": Азота диоксид, серы диоксид	Группа суммации	-	-	Группа суммации	-	-	1	Да	Да

*Используется при необходимости применения особых нормативных требований. При изменении значения параметра "Поправочный коэффициент к ПДК/ОБУВ", по умолчанию равного 1, получаемые результаты расчета максимальной концентрации следует сравнивать не со значением коэффициента, а с 1.

Посты измерения фоновых концентраций

№ поста	Наименование	Координаты (м)	
		X	Y
1		-3192532,38	2817570,80

Код в-ва	Наименование вещества	Максимальная концентрация *					Средняя концентрация *
		Штиль	Север	Восток	Юг	Запад	
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,109	0,058	0,070	0,089	0,088	0,000
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0,007	0,003	0,004	0,003	0,007	0,000

* Фоновые концентрации измеряются в мг/м3 для веществ и долях приведенной ПДК для групп суммации

Перебор метеопараметров при расчете

Набор-автомат

Перебор скоростей ветра осуществляется автоматически

Направление ветра

Начало сектора	Конец сектора	Шаг перебора ветра
0	360	1

Расчетные области

Расчетные площадки

Код	Тип	Полное описание площадки					Зона влияния (м)	Шаг (м)		Высота (м)
		Координаты середины 1-й стороны (м)		Координаты середины 2-й стороны (м)		Ширина (м)				
		X	Y	X	Y			По ширине	По длине	
1	Полное описание	-3191836,79	2818741,02	-3191836,79	2817541,02	1500,00	0,00	50,00	50,00	2,00

Расчетные точки

Код	Координаты (м)		Высота (м)	Тип точки	Комментарий
	X	Y			
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	на границе жилой зоны	жилой дом ул. Маршала Баграмяна, д.36
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	на границе охранной зоны	зона массового отдыха Парк Победы
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	на границе СЗЗ	СЗЗ предприятия ООО "Союз-ТТМ"

Результаты расчета по веществам (расчетные точки)

Типы точек:
0 - расчетная точка пользователя
1 - точка на границе охранной зоны
2 - точка на границе производственной зоны
3 - точка на границе СЗЗ
4 - на границе жилой зоны
5 - на границе застройки

Вещество: 0301 Азота диоксид (Азот (IV) оксид)

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,87	0,174	350	1,37	0,54	0,109	0,54	0,109	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,72	0,145	229	1,75	0,54	0,109	0,54	0,109	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,68	0,136	245	1,75	0,54	0,109	0,54	0,109	4

Вещество: 0330 Сера диоксид-Ангидрид сернистый

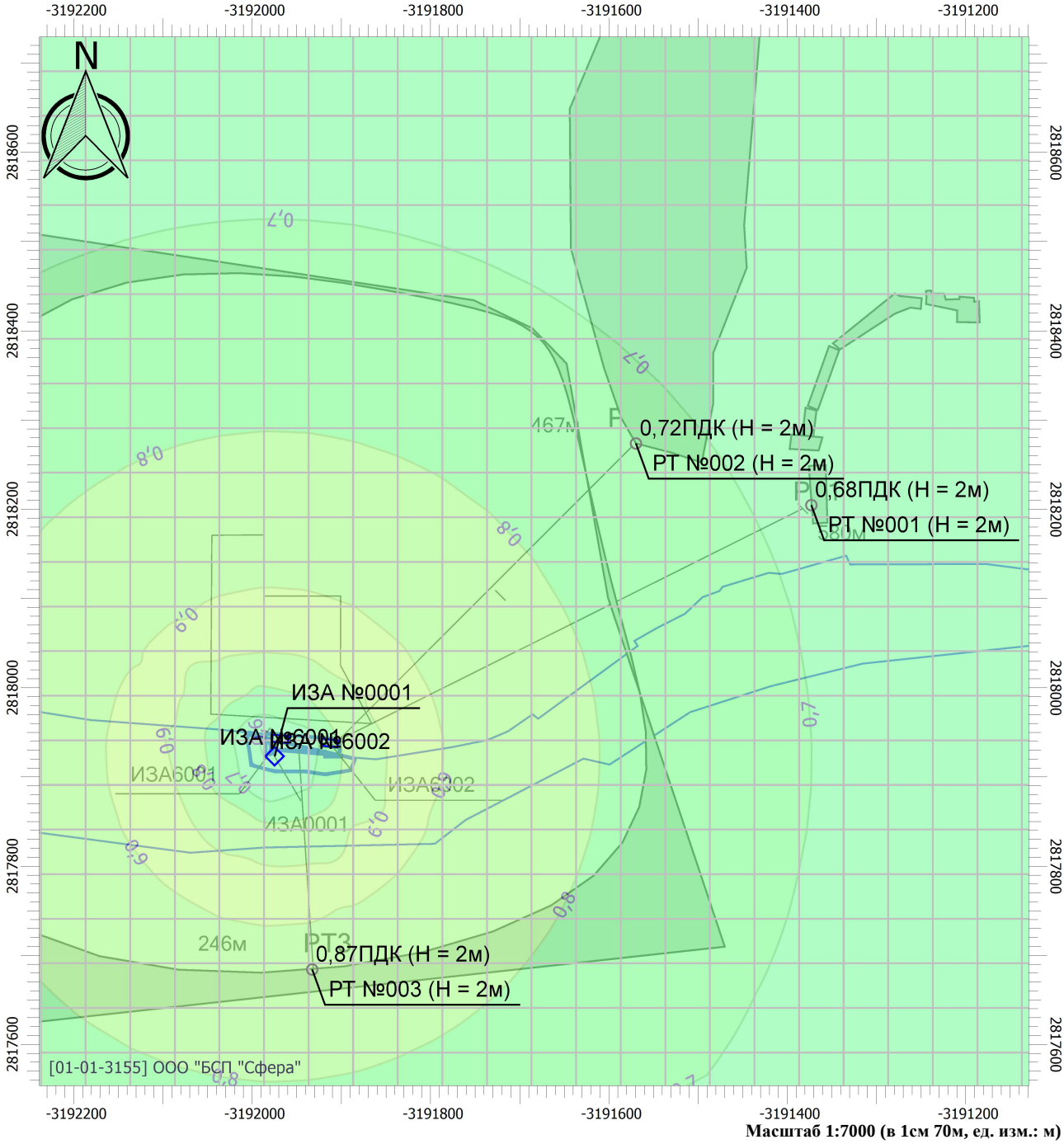
№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,08	0,041	350	1,37	0,01	0,007	0,01	0,007	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,05	0,026	229	1,75	0,01	0,007	0,01	0,007	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,04	0,021	245	2,24	0,01	0,007	0,01	0,007	4

Вещество: 6204 Азота диоксид, серы диоксид

№	Коорд X(м)	Коорд Y(м)	Высота (м)	Концентр. (д. ПДК)	Концентр. (мг/куб.м)	Напр. ветра	Скор. ветра	Фон		Фон до исключения		Тип точки
								доли ПДК	мг/куб.м	доли ПДК	мг/куб.м	
3	-3191932,74	2817684,12	2,00	0,59	-	350	1,37	0,35	-	0,35	-	3
2	-3191569,71	2818273,76	2,00	0,48	-	229	1,75	0,35	-	0,35	-	1
1	-3191373,01	2818204,63	2,00	0,45	-	245	1,75	0,35	-	0,35	-	4

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал с учетом фона [17.07.2020 03:30 - 17.07.2020 03:31] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0301 (Азота диоксид (Азот (IV) оксид))
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



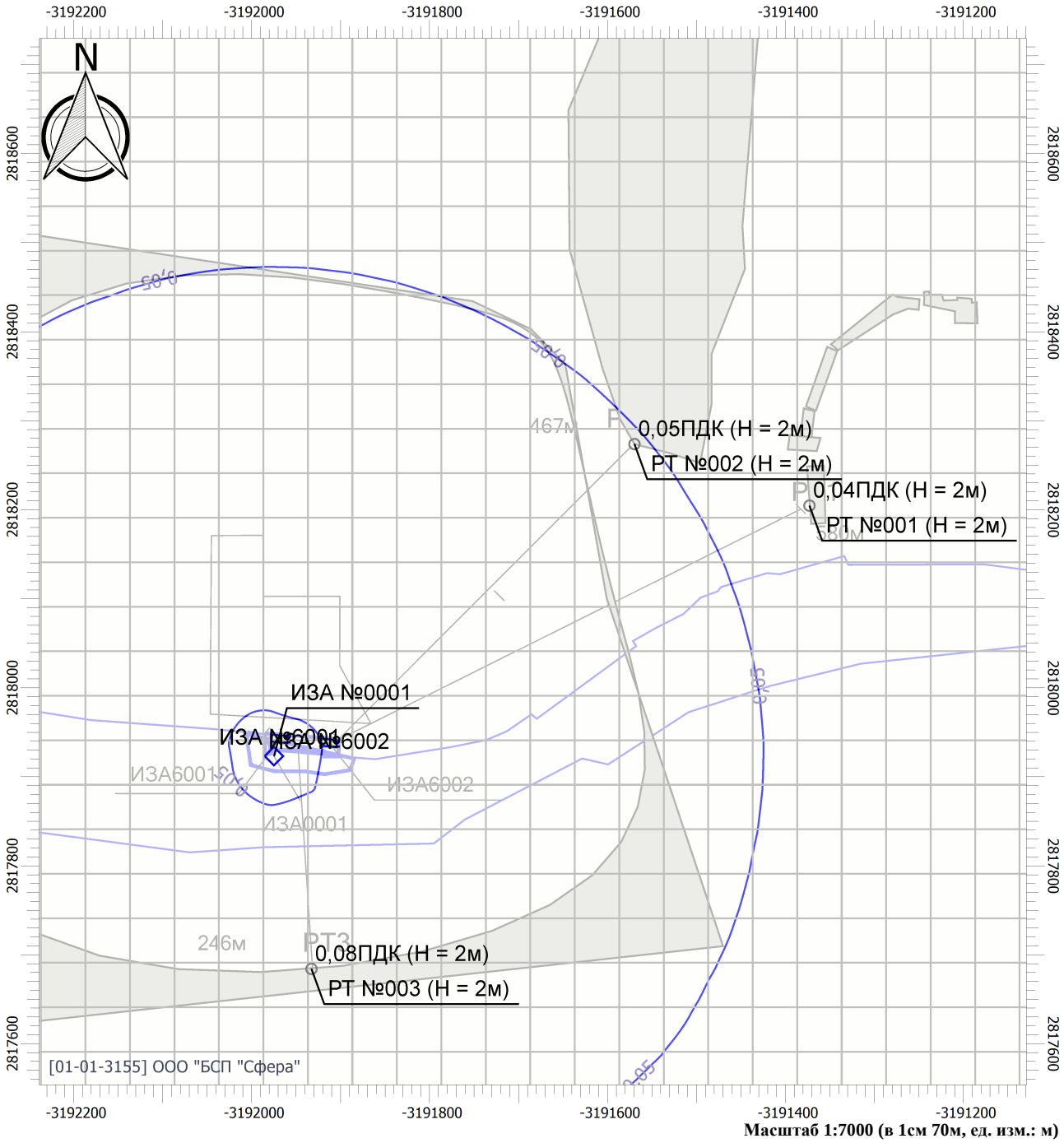
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал с учетом фона [17.07.2020 03:30 - 17.07.2020 03:31] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 0330 (Сера диоксид-Ангидрид сернистый)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



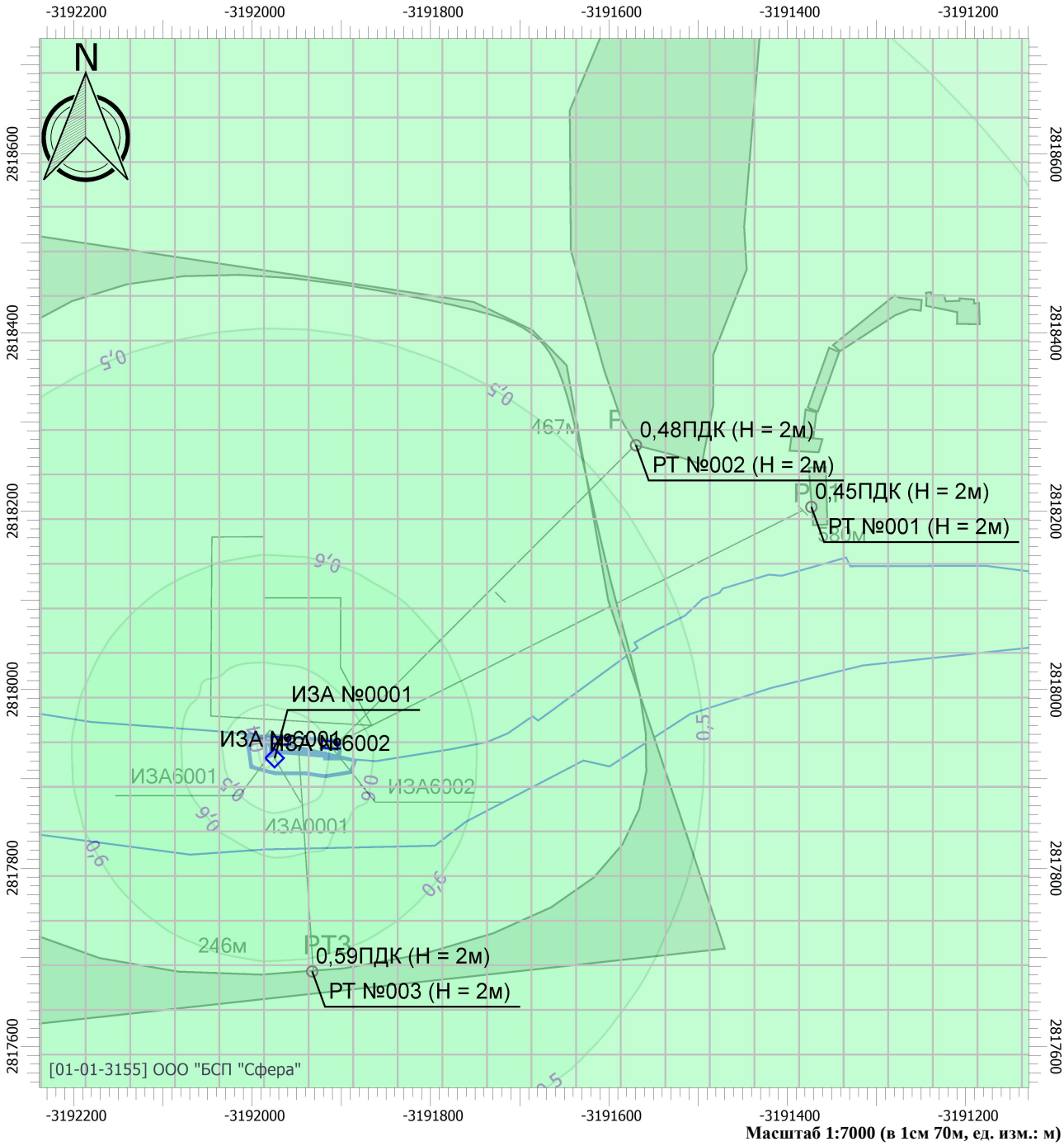
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал с учетом фона [17.07.2020 03:30 - 17.07.2020 03:31] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: 6204 (Азота диоксид, серы диоксид)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



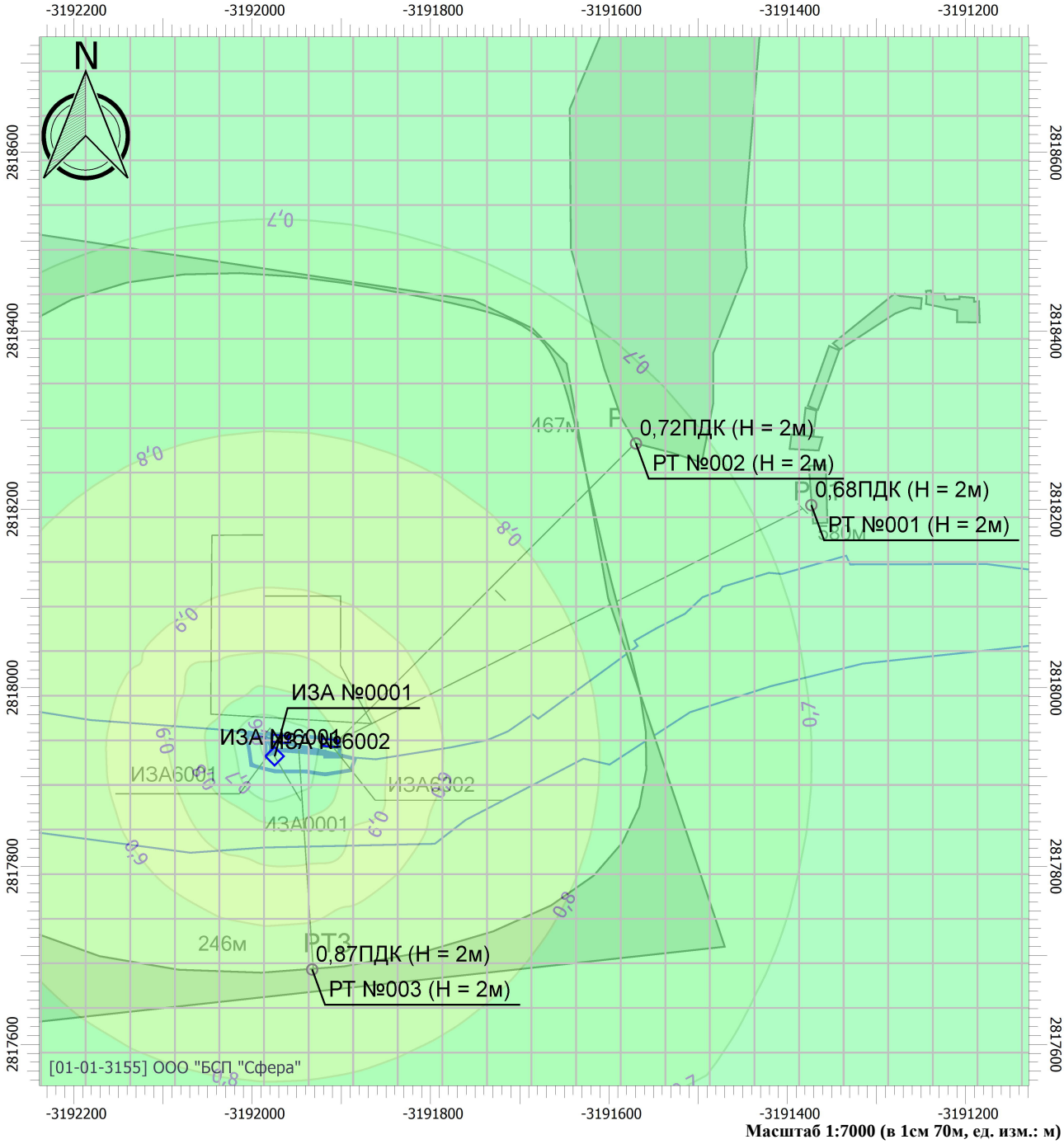
Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Отчет

Вариант расчета: ООО "Союз-ТТМ" (9) - причал с учетом фона [17.07.2020 03:30 - 17.07.2020 03:31] , ЛЕТО
Тип расчета: Расчеты по веществам
Код расчета: Все вещества (Объединённый результат)
Параметр: Концентрация вредного вещества (в долях ПДК)
Высота 2м



Масштаб 1:7000 (в 1см 70м, ед. изм.: м)

Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Приложение М – Затраты на мониторинг

Приложение М - Сметный расчет №

на выполнение регулярных наблюдений за состоянием водного объекта - р. Преголя

период: 1 год

Наименование объекта: р. Преголя

Местоположение объекта: г. Калининград

Заказчик: ООО "Союз-ТТМ"

Исполнитель:

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.	Примечание
1	2	3	4
1	Фонд оплаты труда (ФОТ)	42 079,68	Приложение 1
2	Страховые взносы (СВ), 30,2% от п.1 ФОТ	12 708,06	
3	Лабораторные работы	19 490,00	Приложение 2
4	Транспортные расходы	45 330,00	Приложение 3
5	Итого по п.п.1-4	119 607,74	
6	Накладные Расходы (НР), 33,23% от п. 1 ФОТ	13 983,08	
7	Сметная Прибыль (СП), 30% от п. 1 ФОТ	12 623,90	
8	**Итого по смете**	**146 214,72**	
9	**НДС, 20%**	**29 242,94**	
10	**Итого с НДС**	**175 457,66**	

Приложение 1 к Сметному расчету № ___

***Расшифровка статьи "Фонд оплаты труда"**

№ п/п	Исполнитель		Продолжительность, дней	Должностной оклад, руб/дней	Оплата труда (всего), руб.
	Наименование должностей и профессий	Кол-во специалистов			
1	Главный инженер	1	4	3 419,44	13 677,76
2	Начальник отдела	1	4	3 158,00	12 632,00
3	Инженер 2 кат.	1	6	2 628,32	15 769,92
4	Итого				42 079,68

*тарифные ставки в пересчете на 8 часов рабочего времени согласно письму Комитета по государственному заказу Санк-Петербурга от29.12.2018 № 06-00-2201/18-5-2

№ п/п	Нормативная квалификация	Кол-во раб. дней	Средняя зарплата, руб/день	Должностной оклад, руб/мес
1	Главн.специалист	21	3 419,44	71 808,24
2	Вед.инж.	21	3 158,00	66 318,00
3	Инженер 1 кат.	21	2 889,76	60 684,96
4	Инженер 2 кат.	21	2 628,32	55 194,72
5	Инженер 3 кат.	21	2 366,80	49 702,80
6	Тех.1.	21	1 904,16	39 987,36
7	Тех.2.	21	1 709,76	35 904,96

Приложение 2 к Сметному расчету № ___

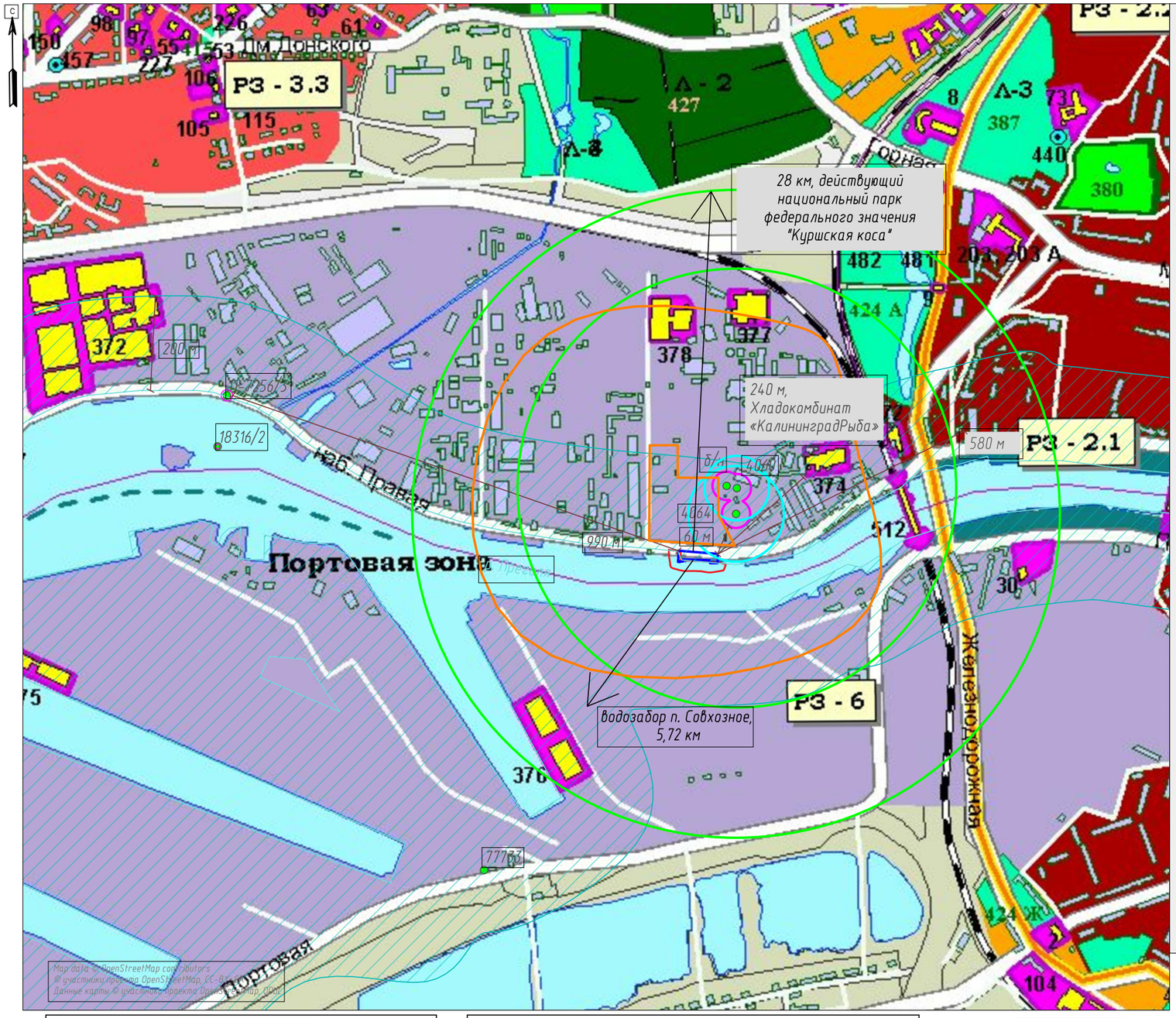
****Расшифровка статьи "Лабораторные работы"**

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
1	Картридж черн.	проба	4	4 872,50	19 490,00
5	Итого				19 490,00

Приложение 3 к Сметному расчету № ___

*****Расшифровка статьи "Транспортные расходы"**

№	Наименование	Ед.изм.	Кол-во	Цена за ед., руб.	Сумма, руб.
1	Автотранспорт	машина/смена	6	7 555,00	45 330,00
2	Итого				45 330,00



ГРАНИЦЫ ЗОН ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ*

ОЗ Границы охранных зон

РЗ Границы зон регулирования застройки и хозяйственной деятельности:

Историческое ядро города:
- РЗ - 1.1 Кнайпхоф
- РЗ - 1.2 Альтштадт, южная часть Лебенихта
- РЗ - 1.3 Замок, северная часть Лебенихта

Внутренний город:
- РЗ - 2.1 Прибрежные исторические территории во внутреннем городе
- РЗ - 2.2 Прочие территории внутреннего города
- РЗ - 2.3 Градостроительные ансамбли и комплексы на границах внутреннего города

Исторические районы города:
- РЗ - 3.1 Многоквартирная застройка (средний масштаб среды)
- РЗ - 3.2 Малоэтажная многоквартирная и блокированная застройка
- РЗ - 3.3 Городские виллы (одноквартирные дома с участками)
- РЗ - 4 Предместные поселения с преимущественно малоэтажным характером застройки
- РЗ - 5 Имения (усадьбы)
- РЗ - 6 Историческая производственная и портовая зона
- РЗ - 7 Военные городки, больничные комплексы
- РЗ - 8 Исторический аэродром "Девау"

А Границы зон археологического культурного слоя**
- А-1 Зона с обязательным проведением охранных археологических работ
- А-2 Зона с обязательным предварительным археологическим обследованием

Л Границы зон охраняемого природного ландшафта (территории объектов наследия ландшафтной архитектуры):
- Л-1 Памятники ландшафтной архитектуры
- Л-2 Исторические кладбища, превратившиеся в городские лесопарки

Исторические озелененные территории:
- Л-3 Исторические парковые комплексы (парки, скверы, променады, сады)
- Л-4 Городские и пригородные леса, лесопарки и рекреационные зоны

Границы территорий объектов культурного наследия
- Воинской славы
- Монументального искусства
- Культовой, гражданской, промышленной архитектуры, оборонительного зодчества, инженерные сооружения, дворянские имения
- Прочие здания и сооружения

Водные поверхности
Малые реки и ручьи
Морской канал

Улично - дорожная сеть:
Магистрали общегородского и районного значения
Прочие местные улицы и проезды

Железнодорожные линии:
Главные пути
Тоннель

Границы административных районов
Городская черта

Названия частей города:
Расткоф Исторические
Воздушное Современные

Масштаб 1:10000

Условные обозначения	
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий по линии акватории (20 м от берега)
	Водоохранные зоны водных объектов
	Водозаборные скважины *
	I пояс ЗСО
	II пояс ЗСО
	III пояс ЗСО
	Граница предприятия промплощадки СОЮЗ-ТТМ и ее СЗЗ (300 м)

* Сведения о водозаборах

Предприятие	Номер лицензии	Номера скважин
ООО «Союз-ТТМ»	КЛГ 02183 ВЭ	б/н 4060 4064
ОАО «Калининградская генерирующая компания», водозабор ТЭЦ-1	КЛГ 02186 ВЭ	18316/2 П-7256/3
ФГУП «Нацрыбресурс»	КЛГ 080135 ВР	77733 (12)

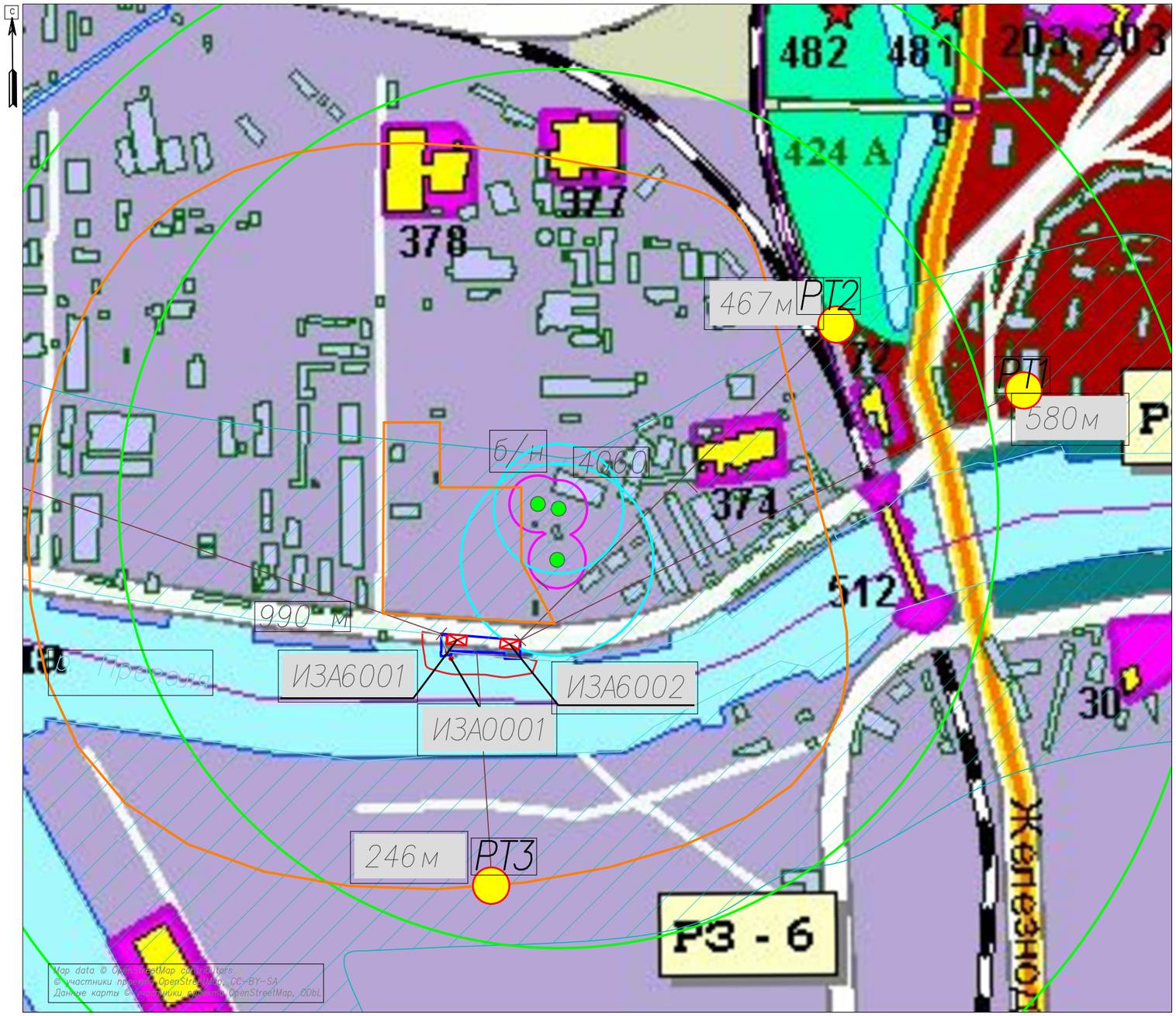
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	75-20-ИЭИ.ГЧ01		
						Пирс №6 (причал КГЗ) по адресу:г. Калининград, ул. Правая Набережная, кадастровый номер 39:15:111607:11 и полоса акватории 20 м		
Разработал		Степанов			05.20	Оценка воздействия на окружающую среду	Стадия: П	Лист	Листов: 1
Проверил		Матвеев			05.20				
Нач.отдела		Ладина			05.20				
						Ситуационный план	ООО "ТехноТерра"		
							Формат А3		

Согласовано

Взаим.инв.№

Подпись и дата

Инв. № подл.



Масштаб 1:5000

Условные обозначения:

РТ1 – расчетная точка

ИЗА0001 – выхлопная труба вспомогательного (стояночного) дизель–генератора на танкере типа Orasund

ИЗА6001 – площадка, предназначенная для проезда ассенизационной машины (1раз в месяц)

ИЗА 6002 – площадка, предназначенная для проезда легкового автотранспорта (таможенной службы 1–2 раза в месяц)

580 м – расстояние от границы причала до ближайшей жилой застройки

467 м – расстояние от границы причала до ближайшей зоны массового отдыха горожан (Парк Победы)

246 м – расстояние от границы причала до ближайшей границы СЗЗ ООО "Союз–ТТМ"

Условные обозначения	
	Граница проведения инженерно–экологических изысканий
	Граница проведения инженерно–экологических изысканий по линии акватории (20 м от берега)
	Водоохранные зоны водных объектов
	Водозаборные скваджины *
	I пояс ЗСО
	II пояс ЗСО
	III пояс ЗСО
	Граница предприятия промплощадки СОЮЗ–ТТМ и ее СЗЗ (300 м)

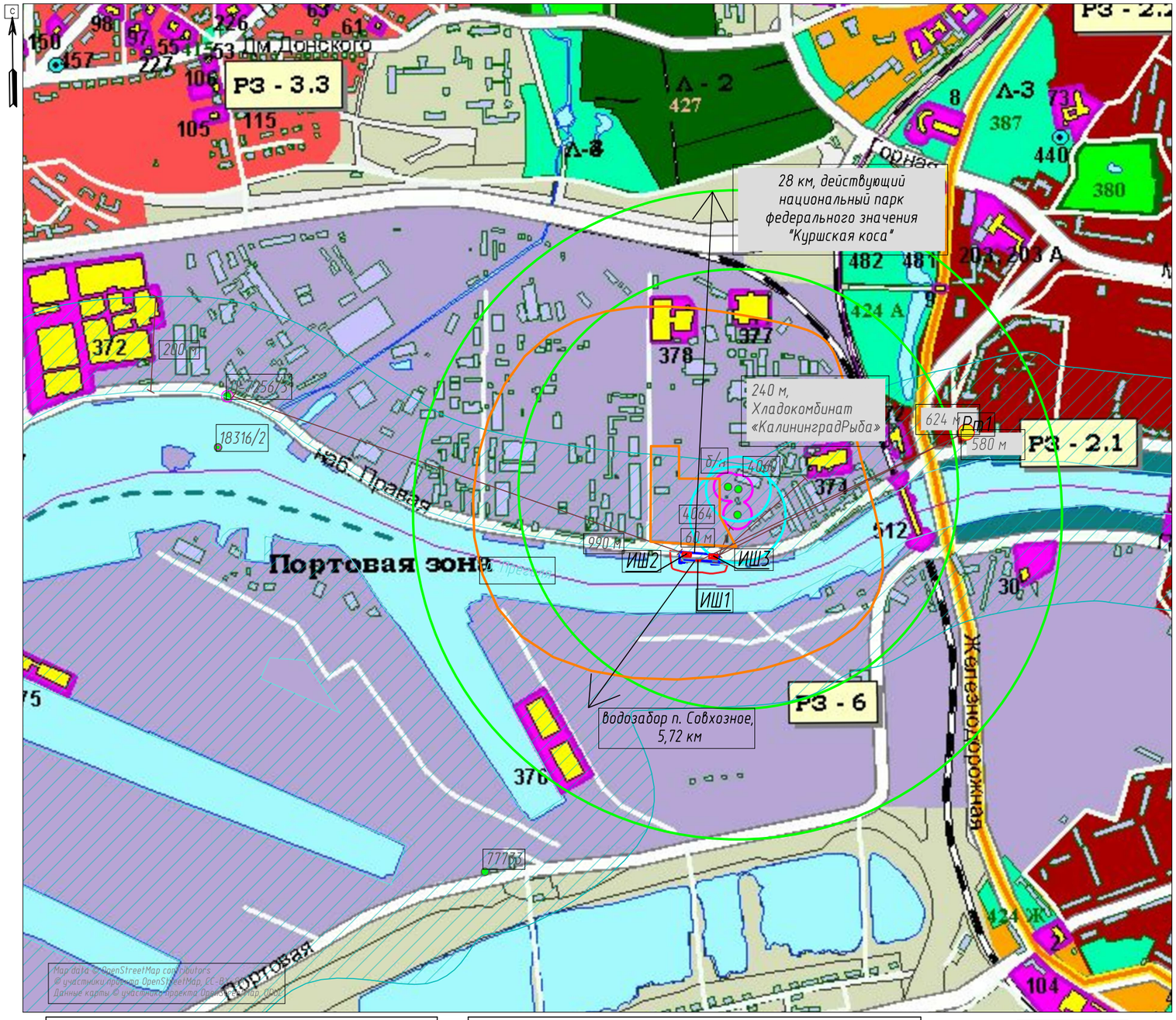
						75–20–ОВОС.ГЧ–02	
						Схема расположения источников загрязнения атмосферного воздуха и расчетных точек	
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата		
Разработал		Степанов			05.20	Оценка воздействия на окружающую среду	Стадия: П; Лист: ; Листов: 1
Проверил		Матвеев			05.20		
Нач.отдела		Ладина			05.20		
						Ситуационный план	ООО "ТехноТерра"
							Формат А3

Согласовано

Взаим.инв.№

Подпись и дата

Инв.№ подл.



Условные обозначения:

- Рт1-расчетная точка
- ИШ1 Площадка расположения Крана-манипулятора и генератора, предназначенного для перекачки масел насосным оборудованием
- ИШ2 Площадка, предназначенная для проезда грузового автотранспорта (ассенизационной техники 1 раз в месяц)
- ИШ3 Площадка, предназначенная для проезда легкового автотранспорта (таможенной службы 1-2 раза в месяц)
- 580 м - расстояние от границы причала до ближайшей жилой застройки
- 624 м - расстояние от ИШ1 до ближайшей жилой застройки

Условные обозначения	
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий по линии акватории (20 м от берега)
	Водоохранные зоны водных объектов
	Водозаборные скваджины *
	I пояс ЗСО
	II пояс ЗСО
	III пояс ЗСО
	Граница предприятия промплощадки СОЮЗ-ТТМ и ее СЗЗ (300 м)

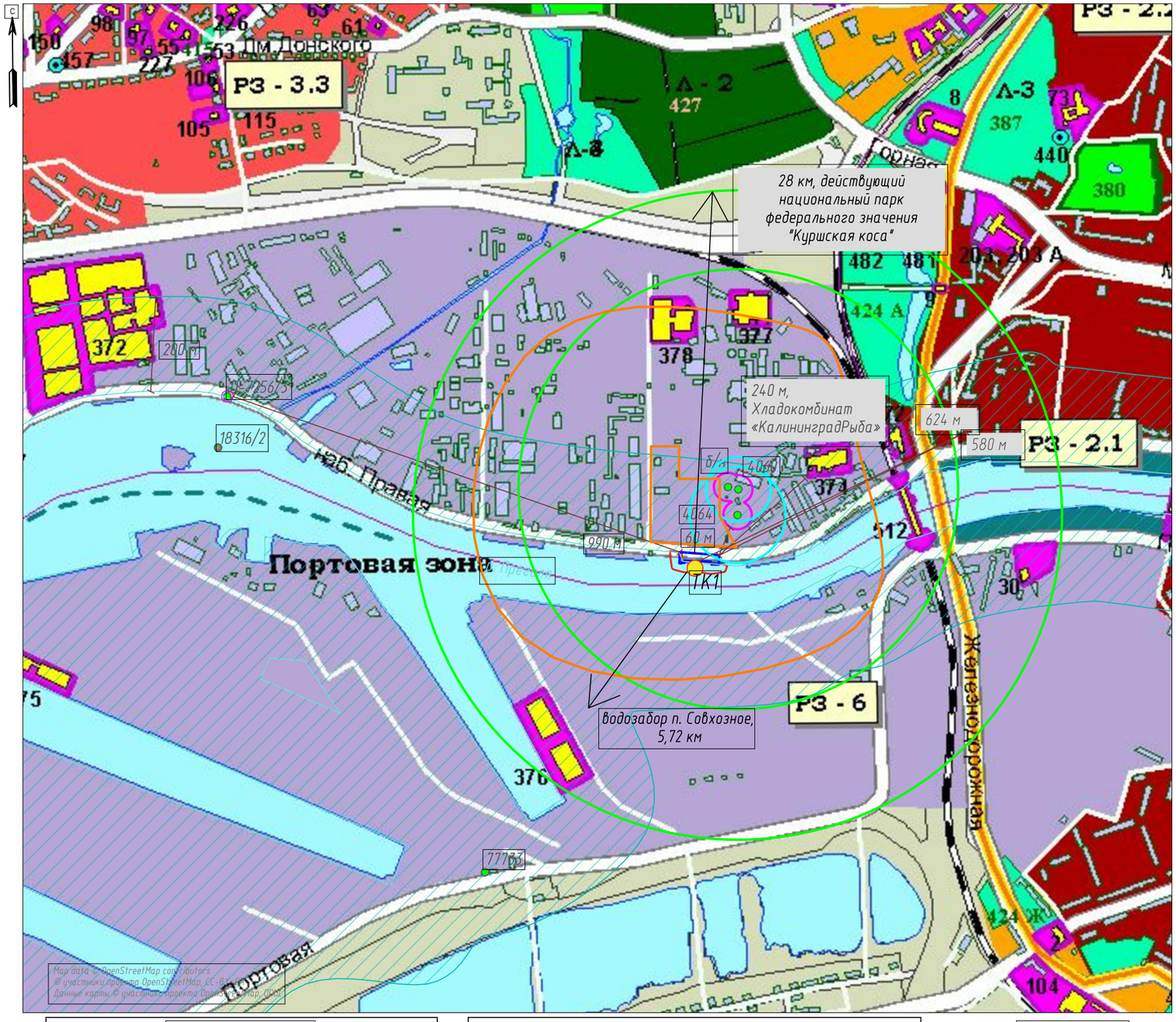
* Сведения о водозаборах

Предприятие	Номер лицензии	Номера скважин
ООО «Союз-ТТМ»	КЛГ 02183 ВЭ	б/н 4060 4064
ОАО «Калининградская генерирующая компания», водозабор ТЭЦ-1	КЛГ 02186 ВЭ	18316/2 П-7256/3
ФГУП «Нацрыбресурс»	КЛГ 080135 ВР	77733 (12)

Масштаб 1:10000

Изм.	Кол.уч.	Лист	Nдок.	Подп.	Дата	75-20-ОВОС.ГЧ-03			
						Схема расположения источников шума и расчетных точек			
Разработал		Степанов			05.20	Оценка воздействия на окружающую среду	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Матвеев			05.20		П		1
Нач.отдела		Ладина			05.20				
						Ситуационный план	ООО "ТехноТерра"		
							Формат А3		

Согласовано | Взаим.инв.№ | Подпись и дата | Инв. № подл.



Масштаб 1:10000

Условные обозначения:

ТК1-точка контроля

580 м – расстояние от границы причала до ближайшей жилой застройки

624 м – расстояние от ИШ1 до ближайшей жилой застройки

ГРАНИЦЫ ЗОН ОХРАНЫ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ*

ОЗ **Границы охранных зон**

РЗ **Границы зон регулирования застройки и хозяйственной деятельности:**

Историческое ядро города:
- РЗ - 1.1 Кнайпхоф
- РЗ - 1.2 Альтштадт, южная часть Лебенихта
- РЗ - 1.3 Замок, северная часть Лебенихта

Внутренний город:
- РЗ - 2.1 Прибрежные исторические территории во внутреннем городе
- РЗ - 2.2 Прочие территории внутреннего города
- РЗ - 2.3 Градостроительные ансамбли и комплексы на границах внутреннего города

Исторические районы города:
- РЗ - 3.1 Многоквартирная застройка (средний масштаб среды)
- РЗ - 3.2 Малоэтажная многоквартирная и блокированная застройка
- РЗ - 3.3 Городские виллы (одноквартирные дома с участками)
- РЗ - 4 Предместные поселения с преимущественно малоэтажным характером застройки
- РЗ - 5 Имения (усадьбы)
- РЗ - 6 Историческая производственная и портовая зона
- РЗ - 7 Военные городки, больничные комплексы
- РЗ - 8 Исторический аэродром "Девау"

А **Границы зон археологического культурного слоя****
- А-1 Зона с обязательным проведением охранных археологических работ
- А-2 Зона с обязательным предварительным археологическим обследованием

Л **Границы зон охраняемого природного ландшафта** (территории объектов наследия ландшафтной архитектуры):
- Л-1 Памятники ландшафтной архитектуры
- Л-2 Исторические кладбища, превратившиеся в городские лесопарки

Исторические озелененные территории:
- Л-3 Исторические парковые комплексы (парки, скверы, променады, сады)
- Л-4 Городские и пригородные леса, лесопарки и рекреационные зоны

Границы территорий объектов культурного наследия
- Воинской славы
- Монументального искусства
- Культовой, гражданской, промышленной архитектуры, оборонительного зодчества, инженерные сооружения, дворянские имения

Прочие здания и сооружения

Водные поверхности
Малые реки и ручьи
Морской канал

Улично - дорожная сеть:
Магистрали общегородского и районного значения
Прочие местные улицы и проезды

Железнодорожные линии:
Главные пути
Тоннель

Границы административных районов
Городская черта

Названия частей города:
Раушкоф Исторические
Воздушное Современные

Условные обозначения	
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий
	Граница проведения инженерно-экологических изысканий по линии акватории (20 м от берега)
	Водоохранные зоны водных объектов
	Водозаборные скважины *
	I пояс ЗСО
	II пояс ЗСО
	III пояс ЗСО
	Граница предприятия промплощадки СОЮЗ-ТТМ и ее СЗЗ (300 м)

* Сведения о водозаборах

Предприятие	Номер лицензии	Номера скважин
ООО «Союз-ТТМ»	КЛГ 02183 ВЭ	б/н 4060 4064
ОАО «Калининградская генерирующая компания», водозабор ТЭЦ-1	КЛГ 02186 ВЭ	18316/2 П-7256/3
ФГУП «Нацрыбресурс»	КЛГ 080135 ВР	77733 (12)

						75-20-ОВОС.ГЧ-04	
						Схема расположения точек проведения экологического мониторинга	
Изм.	Кол.уч.	Лист	Nдок.	Подп.	Дата		
Разработал		Степанов			05.20	Оценка воздействия на окружающую среду	Стадия: П; Лист: ; Листов: 1
Проверил		Матвеев			05.20		
Нач.отдела		Ладина			05.20		
						Ситуационный план	ООО "ТехноТерра"
							Формат А3

Согласовано

Взаим.инв.№

Подпись и дата

Инв. № подл.