

руководство по эксплуатации

Номер **Date: 04032008**

Установка **AKER MTW 156**

Тип двигателя **W12V32**

Номер двигателя **PAAE066457 - 9**

Технические

характеристики

This manual is intended for the personal use of engine operators and should always be at their disposal. The content of this manual shall neither be copied nor communicated to a third person.

Wärtsilä Finland Oy

Vaasa Factory
Tarhaajantie 2, FIN-65101 Vaasa, Finland
Tel. +358 10 709 0000, Tlx 74251 wva sf
Fax (Service) +358 6 356 7355
Fax (Spare Parts) +358 10 709 1380



© Авторские права Wärtsilä Finland 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 информационно-поисковыми системами) без предварительного получения письменного разрешения владельца авторских прав.

НАСТОЯЩАЯ ПУБЛИКАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ТОЧНОЙ И ОФИЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕМЕ СОГЛАСНО ДАННЫМ, ИМЕЮЩИМСЯ НА МОМЕНТ ПЕЧАТИ. ОДНАКО В ДАННОЙ ПУБЛИКАЦИИ РАССМАТРИВАЮТСЯ СЛОЖНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, ДОСТУПНЫЕ ТОЛЬКО СПЕЦИАЛИСТАМ В ЭТОЙ ОБЛАСТИ, А В КОНСТРУКЦИЮ РАССМАТРИВАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ НЕПРЕРЫВНО ВНОСЯТСЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ, МОДИФИКАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯ. СООТВЕТСТВЕННО, ИЗДАТЕЛЬ И ВЛАДЕЛЕЦ АВТОРСКИХ ПРАВ НЕ МОЖЕТ ПРИНЯТЬ НА СЕБЯ КАКУЮ-ЛИБО ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ИЛИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ЗА ВОЗМОЖНЫЕ ОШИБКИ ИЛИ ПРОПУСКИ В НАСТОЯЩЕЙ ПУБЛИКАЦИИ ИЛИ РАСХОЖДЕНИЯ, ВОЗНИКШИЕ ВСЛЕДСТВИЕ ОТЛИЧИЙ ХАРАКТЕРИСТИК КАКОГО-ЛИБО ПРЕДМЕТА В СООТВЕТСТВУЮЩЕМ ИЗДЕЛИИ ОТ УКАЗАННЫХ В НАСТОЯЩЕЙ ПУБЛИКАЦИИ. ИЗДАТЕЛЬ И ВЛАДЕЛЕЦ АВТОРСКИХ ПРАВ НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЛЮБЫЕ КОСВЕННЫЕ ФИНАНСОВЫЕ УБЫТКИ ИЛИ ПРОЧИЕ ПОТЕРИ, А ТАКЖЕ ИНЫЕ ВИДЫ УЩЕРБА ИЛИ ВРЕДА, НАНЕСЕННОГО КАКОЙ-ЛИБО СТОРОНЕ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ НАСТОЯЩУЮ ПУБЛИКАЦИЮ ИЛИ СОДЕРЖАЩУЮСЯ В НЕЙ ИНФОРМАЦИЮ.

Содержание

00. Содержание, Указания и Терминология	00 -1
00.1. Эксплуатация и обслуживание двигателя	00 -2
00.1.1. Объяснение терминологии	00 -2
00A. Уменьшение риска	00A -1
00A.1. Общие идентифицированные источники опасности, опасные ситуации или события	00A -3
00A.1.1. Опасности, связанные с наличием движущихся частей	00A -3
00A.1.2. Опасности, которые могут быть вызваны неправильными условиями эксплуатации	00A -3
00A.1.3. Опасные ситуации, которые могут возникнуть по причине утечек, поломки или неправильной сборки компонентов	00A -4
00A.1.4. Опасности, которые могут быть обусловлены электрооборудованием или неправильным его подключением	00A -5
00A.1.5. Другие опасности и использование персонального защитного снаряжения	00A -6
00B. Меры предосторожности при сварке	00B -1
00B.1. Техника безопасности при сварке	00B -1
00B.1.1. Источники опасности и меры предосторожности	00B -1
00B.2. Основные принципы:	00B -3
00B.2.1. Предупреждение неконтролируемых токовых цепей	00B -3
00B.2.2. Предотвращение излучения	00B -4
00B.2.3. Предупреждение повреждений брызгами расплавленного металла	00B -4
00B.3. Контрольный перечень мер предосторожности	00B -4
00B.3.1. Основной контрольный перечень ECU (Despemes/Spemos)	00B -4
00B.3.2. Контрольный перечень WECS 2000	00B -5
00B.3.3. Контрольный перечень WECS 3000	00B -5
00B.3.4. Контрольный перечень WECS 7000/8000	00B -6
00B.3.5. Контрольный перечень UNIC	00B -6
01. Основные технические данные, рабочие параметры и общая конструкция	01 -1
01.1. Основные технические данные Wärtsilä 32	01 -1
01.2. Рекомендуемые рабочие параметры	01 -2
01.3. Нормальные условия	01 -4
01.4. Общая конструкция двигателя	01 -5
02. Топливо, смазочное масло, охлаждающая вода	02 -1
02.1. Топливо	02 -1
02.1.1. Подготовка топлива	02 -2
02.1.2. Предельные значения характеристик топлива	02 -5
02.1.3. Пояснения к характеристикам топлива	02 -7
02.1.4. Меры по предупреждению проблем при работе на тяжелом топливе	02 -13
02.1.5. Общие рекомендации	02 -14
02.2. Смазочное масло	02 -15
02.2.1. Характеристики масла в системе смазки	02 -15
02.2.2. Качество смазочного масла	02 -17
02.2.3. Обслуживание и проверка смазочного масла	02 -18
02.2.4. Смазочное масло для регулятора	02 -21
02.2.5. Смазочное масло для турбоагнетателя	02 -22
02.2.6. Смазочные масла для механизма проворачивания двигателя	02 -23

02.2.7. Правила обращения с пробами топлива и масла.	02 -23
02.2.8. Отсылка и транспортировка.	02 -25
02.3. Охлаждающая жидкость	02 -25
02.3.1. Присадки	02 -26
02.3.2. Обработка	02 -28
02А. Экологическая опасность	02А -1
02А.1. Жидкие топлива	02А -1
02А.1.1. Правила обращения	02А -1
02А.1.2. Индивидуальные средства защиты	02А -2
02А.1.3. Меры по оказанию первой помощи	02А -2
02А.2. Природный газ	02А -3
02А.3. Смазочные масла	02А -4
02А.3.1. Правила обращения	02А -4
02А.3.2. Индивидуальные средства защиты	02А -5
02А.3.3. Меры по оказанию первой помощи	02А -5
02А.4. Присадки к охлаждающей жидкости, на нитритной основе.	02А -6
02А.4.1. Правила обращения	02А -6
02А.4.2. Индивидуальные средства защиты	02А -6
02А.4.3. Меры по оказанию первой помощи	02А -7
02А.5. Детали, загрязненные летучей золой и пылью от выхлопных газов	02А -7
02А.5.1. Индивидуальные средства защиты	02А -8
02А.5.2. Меры по оказанию первой помощи	02А -8
02А.6. Свинец в подшипниках	02А -9
02А.7. Изделия из фторсодержащей резины	02А -9
02А.7.1. Правила обращения - обычное применение для уплотнения	02А -9
02А.7.2. Правила обращения в случае перегрева посадочных мест и прорыва клапанов	02А -9
02А.7.3. Особые условия	02А -10
02А.7.4. Индивидуальные средства защиты	02А -11
02А.7.5. Меры по оказанию первой помощи	02А -11
02В. Требования к маслу и качество масла	02В -1
02В.1. Требования к качеству масла	02В -1
02В.2. Предельно допустимые показатели используемых смазочных масел	02В -4
02В.3. Смена марки моторного масла	02В -4
02В.4. Качества моторных масел, допущенных для двигателей Wdrtsild 32	02В -5
02С. Качество сырой воды	02С -1
02С.1. Качество сырой воды и допущенные присадки к охлаждающей воде	02С -1
02С.2. Качество сырой воды	02С -1
02С.3. Допущенные присадки к охлаждающей воде	02С -2
02С.4. Использование гликоля	02С -5
03. Пуск, останов и работа	03 -1
03.1. Проворачивание коленвала	03 -1
03.1.1. Электроприводной механизм проворачивания	03 -1
03.2. Пуск	03 -2
03.2.1. Пуск на месте	03 -3
03.2.2. Дистанционный и автоматический пуск	03 -4
03.2.3. Аварийный запуск	03 -4
03.3. Остановка	03 -5
03.3.1. Ручная остановка двигателя	03 -5
03.3.2. Ручная остановка двигателя	03 -5
03.4. Обслуживание при нормальной эксплуатации	03 -6
03.4.1. Через день либо через каждые 50 часов работы	03 -7

03.4.2. Другие операции техобслуживания	03 -8
03.4.3. При проведении техобслуживания	03 -9
03.5. Пуск после длительного простоя (более 8 часов)	03 -9
03.5.1. Ручной пуск	03 -9
03.6. Пуск после разборки/сборки двигателя	03 -10
03.7. Наблюдение за работой двигателя после переборки	03 -11
03.8. Обкатка	03 -12
03.9. Обслуживание механизма проворачивания коленвала	03 -13
04. График технического обслуживания	04 -1
04.1. Как выбрать установку и качество топлива	04 -2
04.2. Через день	04 -3
04.3. Еженедельно	04 -3
04.4. Период: Через каждые 50 часов работы	04 -4
04.5. Период: Через каждые 100 часов работы.	04 -5
04.6. Период: Через каждые 500 часов работы	04 -5
04.7. Период: Через каждые 1000 часов работы	04 -6
04.8. Период: Через каждые 2000 часов работы	04 -7
04.9. Период: Через каждые 4000 часов работы	04 -8
04.10. Интервал: 8000 часов работы	04 -10
04.11. Период: Через каждые 12000 часов работы	04 -10
04.12. Интервалы между ремонтами	04 -12
04.13. Интервал: 12000 - 16000 часов работы	04 -13
04.14. Период: Через каждые 16000 часов работы	04 -13
04.15. Интервалы между ремонтами	04 -15
04.16. Период: Через каждые 24000 часов работы	04 -15
04.17. Период: Через каждые 48000 часов работы	04 -16
05. Инструменты для техобслуживания	05 -1
05.1. Использование "Каталога запасных частей"	05 -1
05.2. Заказ инструментов для техобслуживания	05 -1
06. Регулировочные данные, зазоры и пределы износа	06 -1
06.1. Регулировочные данные	06 -1
06.2. Зазоры и пределы износа (при 20 °C)	06 -3
07. Моменты затяжки и применение гидравлических приспособлений	07 -1
07.1. Моменты затяжки шпилек, болтов и гаек	07 -1
07.1.1. А: Коленвал и маховик	07 -3
07.1.2. В: Промежуточная шестерня и распредвал	07 -5
07.1.3. С: Головка цилиндров	07 -7
07.1.4. D: Инжекторный насос	07 -8
07.1.5. E: Топливный инжекторный клапан	07 -11
07.1.6. F: Поршень	07 -18
07.1.7. G: Болты крепления турбонагнетателя	07 -21
07.1.8. H, I: Насосы с приводом от двигателя	07 -22
07.1.9. J: Свободный конец коленвала	07 -24
07.2. Применение стопорящей жидкости	07 -25
07.3. Соединения с гидравлической затяжкой	07 -26
07.3.1. Давления затяжки	07 -26
07.3.2. Техника безопасности при работе с гидравлическими приспособлениями	07 -28
07.3.3. Заполнение и проверка комплекта гидравлических приспособлений и выпуск воздуха из них	07 -29
07.3.4. Разборка резьбовых соединений, затянутых гидравлически	07 -30
07.3.5. Повторная сборка резьбовых соединений, затянутых гидравлически	07 -31

07.4. Пользование цилиндром гидравлического съемника	07 -32
07.5. Насос низкого давления для подъемных операций в картере	07 -34
08. Эксплуатационные неполадки, работа в аварийном режиме	08 -1
08.1. Устранение неисправностей	08 -1
08.2. Работа в аварийном режиме	08 -7
08.2.1. Работа с неисправным(и) воздухоохладителем(ями)	08 -7
08.2.2. Работа с неисправным(и) турбонагнетателем(ями)	08 -8
08.2.3. Работа с неисправными кулачками	08 -8
08.2.4. Работа со снятыми поршнем и шатуном	08 -9
08.2.5. Крутильные вибрации	08 -10
09. Данные конкретной установки	09 -1
09.1. Судовые установки	09 -1
09.2. Генераторные установки	09 -1
10. Блок цилиндров с подшипниками, масляный поддон и гильза цилиндра	10 -1
10.1. Масляный поддон	10 -2
10.2. Коренные подшипники	10 -2
10.2.1. Демонтаж коренного подшипника	10 -2
10.2.2. Проверка коренных подшипников и шеек	10 -6
10.2.3. Сборка коренного подшипника	10 -7
10.3. Маховиковый/упорный подшипник	10 -10
10.3.1. Демонтаж маховикового/упорного подшипника	10 -10
10.3.2. Монтаж маховикового/упорного подшипника	10 -12
10.4. Гильза цилиндра	10 -15
10.4.1. Обслуживание гильзы цилиндра	10 -15
10.4.2. Демонтаж гильзы цилиндра	10 -16
10.4.3. ERROR: Mounting of the cylinder liner	10 -16
11. Кривошипный механизм: Коленчатый вал, шатун, поршень	11 -1
11.1. Балансировка коленвала	11 -1
11.2. Коленчатый вал	11 -1
11.2.1. Выверка коленчатого вала	11 -1
11.2.2. Замер осевого разбега в опорно-упорном коренном подшипнике	11 -4
11.3. Шатун и поршень	11 -5
11.3.1. Демонтаж поршня и верхней части шатуна для ремонта	11 -6
11.3.2. Замена подшипников нижней головки шатуна	11 -9
11.3.3. Уход за поршнем, кольцами и подшипниками шатуна	11 -14
11.3.4. Сборка и монтаж поршня и шатуна	11 -16
11В. Ремонт поршня	11В -1
11В.1. Поршни	11В -1
11В.2. Головка поршня	11В -2
11В.2.1. Наружный осмотр	11В -2
11В.2.2. Дефектоскопическое испытание	11В -2
11В.2.3. Измерения	11В -2
11В.2.4. Ремонт	11В -2
11В.3. Юбка поршня	11В -3
11В.3.1. Наружный осмотр	11В -3
11В.3.2. Опорные поверхности	11В -3
11В.3.3. Дефектоскопическое испытание	11В -3
11В.3.4. Измерение головки и юбки поршня	11В -4
11В.3.5. Сборка поршней (всех типов)	11В -4

12. Головка блока цилиндров с клапанами	12 -1
12.1. Функциональное описание головки цилиндра с клапанами	12 -2
12.2. Демонтаж головки блока цилиндров	12 -3
12.3. Общее обслуживание головки блока цилиндров	12 -5
12.4. Установка шпилек головки цилиндров	12 -6
12.5. Монтаж головки блока цилиндров	12 -7
12.6. Регулировка зазора клапана и коромысла	12 -9
12.7. Впускные и выпускные клапаны, кольца седел	12 -11
12.7.1. Демонтаж клапанов	12 -11
12.7.2. Проверка и восстановление клапанов и седел клапанов	12 -12
12.7.3. Притирка впускных клапанов	12 -14
12.7.4. Машинное шлифование выпускных и впускных клапанов	12 -14
12.7.5. Замена седла	12 -15
12.8. Индикаторный клапан	12 -20
12.8.1. Функционирование и обслуживание индикаторного клапана	12 -20
12.8.2. Pf «Максимальное давление воспламенения», измеренное около индикаторного клапана.	12 -21
12A. Испытание герметичности цилиндров	12A -1
12A.1. Присоедините инструмент для Wartsila 32	12A -1
12A.2. Измерение	12A -2
13. Привод распредвала	13 -1
13.1. Промежуточные шестерни и зубчатое колесо распредвала	13 -2
13.1.1. Техническое обслуживание зубчатой передачи привода распредвала	13 -2
13.1.2. Основная настройка газораспределения	13 -2
13.1.3. Демонтаж зубчатой передачи распредвала	13 -6
13.1.4. Монтаж зубчатой передачи распредвала	13 -9
13.2. Зубчатое колесо коленвала	13 -11
13.2.1. Демонтаж разъемной шестерни	13 -11
13.2.2. Монтаж разъемной шестерни	13 -11
14. Клапанный механизм и распределительный вал	14 -1
14.1. Клапанный механизм	14 -1
14.1.1. Функция	14 -2
14.1.2. Обслуживание клапанного механизма	14 -3
14.2. Распределительный вал	14 -5
14.2.1. Выемка секции распредвала	14 -6
14.2.2. Установка секции распредвала	14 -7
14.3. Подшипник распредвала	14 -8
14.3.1. Осмотр втулки подшипника распредвала	14 -8
14.3.2. Демонтаж втулки подшипника распредвала	14 -8
14.3.3. Монтаж втулки подшипника распредвала	14 -9
15. Турбонаддув и охлаждение воздуха	15 -1
15.1. Обслуживание турбокомпрессора	15 -3
15.2. Водяная очистка турбокомпрессора во время работы	15 -4
15.2.1. Промывка турбины водой	15 -4
15.2.2. Процедура чистки турбины	15 -6
15.2.3. Промывка компрессора водой	15 -7
15.2.4. Процедура очистки компрессора	15 -8
15.3. Эксплуатация с поврежденным турбокомпрессором	15 -9
15.3.1. Монтаж «устройства-заглушки»	15 -10
15.4. Охладитель нагнетаемого воздуха	15 -11

15.4.1. Обслуживание охладителя нагнетаемого воздуха	15 -11
15.4.2. Демонтаж (V-образные двигатели)	15 -12
15.4.3. Очистка воздухоохладителя	15 -16
15.4.4. Испытание воздухоохладителя под давлением	15 -17
15.4.5. Монтаж (V-образные двигатели)	15 -20
15.4.6. Перепад давления нагнетаемого воздуха на воздухоохладителе	15 -21
15. Турбонаддув и охлаждение воздуха	15 -1
15.1. Обслуживание турбонагнетателя	15 -3
15.2. Водяная очистка турбонагнетателя во время работы	15 -4
15.2.1. Промывка турбины водой	15 -4
15.2.2. Процедура чистки турбины	15 -6
15.2.3. Промывка компрессора водой	15 -7
15.2.4. Процедура очистки компрессора	15 -8
15.3. Эксплуатация с поврежденным турбонагнетателем	15 -9
15.3.1. Монтаж «устройства-заглушки»	15 -10
15.4. Охладитель нагнетаемого воздуха	15 -11
15.4.1. Обслуживание охладителя нагнетаемого воздуха	15 -11
15.4.2. Демонтаж (V-образные двигатели)	15 -12
15.4.3. Очистка воздухоохладителя	15 -16
15.4.4. Испытание воздухоохладителя под давлением	15 -17
15.4.5. Монтаж (V-образные двигатели)	15 -20
15.4.6. Перепад давления нагнетаемого воздуха на воздухоохладителе	15 -21
16. Система впрыска топлива	16 -1
16.1. Инжекторный насос	16 -1
16.1.1. Функциональное описание инжекторного насоса	16 -2
16.2. Обслуживание инжекторного насоса	16 -3
16.2.1. Демонтаж впрыскивающего насоса и направляющей втулки	16 -3
16.2.2. Монтаж впрыскивающего насоса и направляющей втулки	16 -5
16.2.3. Регулировка зазора инжекторного насоса	16 -7
16.2.4. Капремонт инжекторного насоса	16 -7
16.2.5. Замена пробок защиты от эрозии	16 -10
16.2.6. Очистка топливного инжекторного насоса	16 -10
16.3. Топливная магистраль высокого давления	16 -12
16.4. Форсунка	16 -12
16.4.1. Демонтаж инжекторного клапана	16 -13
16.4.2. Капремонт инжекторного клапана	16 -14
16.4.3. Проверка работы форсунки	16 -17
16.4.4. Добавочный модуль для проверки функций форсунки	16 -17
16.4.5. Установка инжекторного клапана	16 -20
16.5. Пневматический предельный выключатель	16 -21
17. Система питания двигателя	17 -1
17.1. Функциональное описание топливной системы	17 -1
17.2. Обслуживание системы питания	17 -4
17.3. Вентиляция топливной системы	17 -4
17.4. Регулировки системы подачи топлива	17 -4
17.4.1. Регулировка подающих топливных насосов в блоке (А)	17 -5
17.4.2. Регулировка циркуляционных топливных насосов в блоке (В)	17 -5
17.4.3. Регулировка давления подачи топлива на каждом двигателе (С)	17 -5
17.4.4. Рабочие клапаны системы	17 -6
17.4.5. Процедуры запуска и остановки на различных топливах	17 -6
18. Смазочная система	18 -1

18.1. Общее обслуживание системы смазочного масла	18 -4
18.2. Масляный насос	18 -5
18.2.1. Демонтаж насоса смазочного масла	18 -5
18.2.2. Разборка насоса смазочного масла	18 -6
18.2.3. Осмотр насоса смазочного масла	18 -6
18.2.4. Сборка масляного насоса	18 -7
18.2.5. Сборка насоса смазочного масла	18 -7
18.3. Клапан регулирования давления масла и предохранительный клапан	18 -8
18.3.1. Техобслуживание регулирующего клапана	18 -8
18.3.2. Настройка давления масла в смазочной системе	18 -9
18.4. Масляный охладитель	18 -9
18.4.1. Общее обслуживание охладителя смазочного масла	18 -9
18.4.2. Разборка охладителя смазывающего масла	18 -10
18.4.3. Сборка охладителя смазочного масла	18 -10
18.4.4. Очистка охладителя смазочного масла со стороны подачи масла	18 -11
18.4.5. Очистка охладителя смазочного масла со стороны подачи воды	18 -12
18.5. Терморегулирующий клапан	18 -12
18.5.1. Техобслуживание термостата масляной системы	18 -13
18.6. Автоматический масляный фильтр	18 -14
18.6.1. Обслуживание автоматического фильтра смазочного масла	18 -15
18.6.2. Осмотр и очистка свечевых фильтров	18 -16
18.7. Центробежный фильтр	18 -18
18.7.1. Очистка центробежного фильтра	18 -18
18.8. Насос предварительной смазки	18 -21
18.8.1. Демонтаж насоса предварительной смазки	18 -22
18.8.2. Осмотр насоса предварительной смазки	18 -23
18.8.3. Сборка насоса предварительной смазки	18 -23
18.9. Клапан регулирования давления для насоса предварительной смазки	18 -24
18.9.1. Обслуживание клапана регулировки давления для насоса предварительной смазки	18 -24
19. Система водяного охлаждения	19 -1
19.1. ВТ контур	19 -2
19.2. Удаление воздуха и регулирование давления контура ГВ	19 -2
19.3. НТ контур	19 -2
19.4. Предварительный нагрев системы охлаждающей воды	19 -3
19.5. Мониторинг системы охлаждающей воды	19 -3
19.6. Обслуживание системы охлаждающей воды	19 -4
19.6.1. Очистка системы охлаждающей воды	19 -4
19.7. Насос охлаждающей жидкости	19 -5
19.7.1. Обслуживание водяного насоса	19 -7
19.8. Система регулирования температуры	19 -10
19.8.1. Терморегулирующий клапан ХВ	19 -10
19.8.2. Терморегулирующий клапан ГВ-контура	19 -13
19.8.3. Обслуживание терморегулирующего клапана ГВ	19 -15
20. Выхлопная система	20 -1
20.1. Коллектор выхлопных газов	20 -1
20.1.1. Замена расширительных сильфонов	20 -3
21. Система пускового воздуха	21 -1
21.1. Главный пусковой клапан	21 -2
21.1.1. Обслуживание главного пускового клапана	21 -3
21.2. Распределитель пускового воздуха (Рис. 21-1)	21 -4
21.2.1. Обслуживание распределителя пускового воздуха	21 -4
21.3. Пусковой клапан	21 -6

21.3.1. Обслуживание пускового клапана	21 -6
21.4. Бак и трубы пускового воздуха	21 -7
21.5. Пневматическая система	21 -7
21.5.1. Обслуживание пневматической системы	21 -10
21.5.2. Техобслуживание деталей и узлов пневмосистемы	21 -10
22. Механизм управления	22 -1
22.1. Общие сведения о механизме управления	22 -1
22.2. Обслуживание механизма управления	22 -2
22.3. Проверка и регулировка	22 -2
22.3.1. Положение остановки стопорного рычага	22 -2
22.3.2. Стопорное положение регулятора	22 -3
22.3.3. Электропневматический предельный выключатель	22 -5
22.4. Регулятор оборотов	22 -7
22.4.1. Гидравлический привод регулятора	22 -7
22.4.2. Демонтаж регулятора	22 -8
22.4.3. Монтаж регулятора	22 -8
22.5. Электропневматический предельный выключатель	22 -9
22.5.1. Проверка и регулировка положения остановки	22 -10
22.5.2. Проверка оборотов срабатывания ограничителя	22 -10
22.5.3. Обслуживание трехпозиционного соленоидного клапана и воздушного цилиндра	22 -11
23. КиП и автоматика	23 -1
23.1. Обзор системы автоматизации	23 -1
23.2. Описание работы	23 -3
23.2.1. Измерение оборотов	23 -3
23.2.2. Система безопасности	23 -4
23.2.3. Датчики непрерывного слежения и тревожной сигнализации	23 -6
23.3. Испытание работоспособности	23 -8
23.3.1. Испытание механизма ограничения частоты вращения	23 -8
23.3.2. Испытание датчиков давления	23 -12
23.4. Приборы	23 -14
23.4.1. Местный дисплей	23 -15
23.4.2. Функции WEпCoM	23 -19
23.5. Аппаратное обеспечение	23 -23
23.5.1. Главный блок управления	23 -23
23.5.2. Распределительный блок	23 -32
23.5.3. Датчики	23 -38
23.5.4. Соленоидные клапаны	23 -40
23.5.5. Релейный модуль	23 -41
23.6. Программное обеспечение	23 -44
23.6.1. Оболочка операционной системы VRX	23 -44
23.7. Техобслуживание и поиск неисправностей	23 -46
23.7.1. Устройства котроля и индикации	23 -46
23.7.2. Распределительный блок	23 -51
23.7.3. Релейный модуль	23 -53
23.8. Уход за электрическими контактами	23 -57
23.9. Работа WECS2000 в аварийном режиме	23 -58
23.9.1. Запуск в условиях аварийного перерыва в энегоснабжении OS748	23 -58
23.9.2. Приоритетный запрет выключения OS736	23 -60
23.9.3. Аварийный запуск	23 -60
23.9.4. Вывод соленоидов выключения из активного состояния, чтобы сделать возможным аварийный запуск	23 -61
23.9.5. Подавление системы WECS или ее частей	23 -62
23.9.6. Двигатели, укомплектованные регулятором частоты вращения Woodward 721/723	23 -63

23.10. Коды неисправностей	23 -64
23.11. Перечень оборудования	23 -65
23.12. Технические руководства	23 -66

00. Содержание, Указания и Терминология

V2

В настоящем руководстве содержатся сведения и указания по техническому обслуживанию и правильной и экономичной эксплуатации двигателя. В нем также содержатся инструкции по выполнению работ, технике безопасности и оказанию первой помощи при обращении с горюче-смазочными материалами и присадками к охлаждающей жидкости при выполнении работ по нормальной эксплуатации и техническому обслуживанию.

Основные понятия общего характера в руководстве не освещаются. Следовательно, предполагается, что персонал, занятый эксплуатацией и обслуживанием двигателя, хорошо осведомлен по вопросам обращения с дизельными двигателями.

Компания Wärtsilä сохраняет за собой право на небольшие изменения и улучшения конструкции двигателя без обязательства внесения соответствующих изменений в настоящее руководство.

Дизельные двигатели оборудуются в соответствии с соглашениями в торговых документах. На основании настоящего руководства по эксплуатации никакие претензии не принимаются, так как в нем описываются компоненты, которые входят не в каждую поставку.

Схемы систем двигателя (топливной, масляной, охлаждения и т. п.) являются ориентировочными и не распространяются на все установки. Подробные сведения см. на чертежах системы конкретной установки.

Точная конструкция двигателя во всех подробностях определяется номером двигателя, расположенным на паспортной табличке двигателя.



Примечание!

Во всей корреспонденции и при заказе запасных частей необходимо указывать тип двигателя и номер двигателя.

К настоящему Руководству прилагается Каталог запасных частей, в котором имеются чертежи видов в разрезе и общих видов всех деталей и узлов (подузлов).

00.1.

Эксплуатация и обслуживание двигателя

V1

- 1** Перед началом выполнения работ по обслуживанию нужно очень внимательно прочитать это Руководство.
- 2** По каждому двигателю ведите журнал учёта.
- 3** Нужно соблюдать предельную чистоту и порядок во время всех работ по обслуживанию.
- 4** Перед разборкой проверить, чтобы все связанные системы были опустошены и не находились под давлением. После разборки незамедлительно накрывайте отверстия для смазочного масла, дизтоплива и воздуха изолентой, пробками, чистой тканью или чем-то подобным.
- 5** При замене изношенной или поврежденной детали, имеющей идентификационную маркировку, на которой указан номер цилиндра или подшипника, поставьте на новой детали в том же месте такой же номер. Каждую замену следует отражать в журнале обслуживания двигателя, причем нужно четко указывать причину замены.
- 6** В судовых двигателях каждое изменение параметров (в т.ч. настроек компонентов и двигателя), которые могут оказать влияние на выброс двигателем NOx, нужно отражать в "Журнале записи параметров двигателя" в соответствии с "Приложением VI к МАРПОЛ 73/78".
- 7** После повторной сборки нужно удостовериться в том, что все винты и гайки затянуты и зафиксированы в соответствии с приведенными в этом руководстве инструкциями.
- 8** Убедиться в том, что все защитные кожухи и крышки полностью исправны, находятся на своем месте и закрыты.

**Примечание!**

Профилактическое обслуживание очень важно в деле предотвращения пожара. Необходимо выполнять регулярный осмотр топливопроводов, трубопроводов смазочного масла и соединительных муфт.

00.1.1. Объяснение терминологии

V2

Основные термины, употребляющиеся в настоящем руководстве, приведены ниже, см. также [Рис 00-1](#):

Сторона управления. Продольная сторона двигателя, на которой расположены устройства (пуск и остановка, местная панель, регулятор оборотов).

Задняя сторона. Продольная сторона двигателя, которая противоположна стороне маневрирования.

Передняя сторона. Торец двигателя, где расположен маховик.

Задняя сторона. Торец двигателя, находящийся со стороны противоположной приводу.

Обозначения цилиндров. В соответствии с рекомендацией 1204 Международной организации по стандартизации (ISO) и с нормой DIN 6265 нумерация цилиндров начинается с передней стороны. В V-образном исполнении цилиндры в левом ряду, если смотреть с передней стороны, называются A1, A2 и т.д., а в правом ряду B1, B2 и т.д., см. [Рис 00-1](#).

Терминология

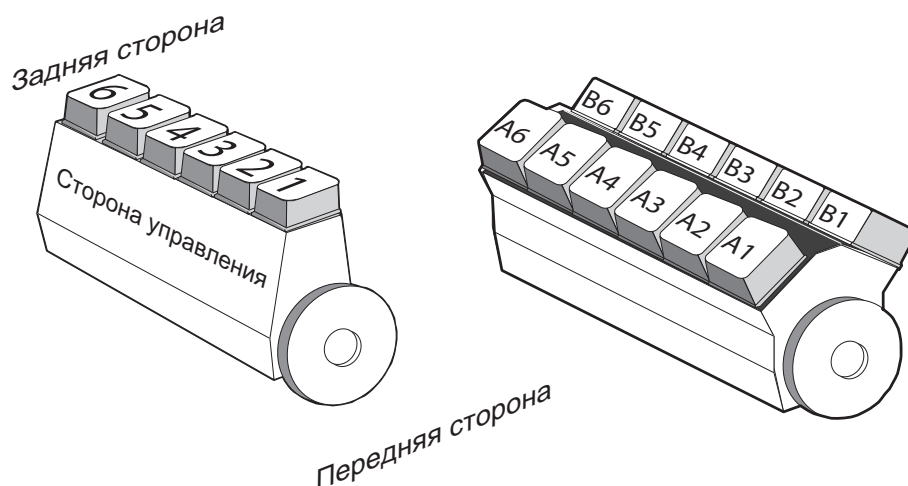


Рис 00-1

V1

Нумерация подшипников

- **Коренные подшипники.** Коренной подшипник с защитной шайбой (ближайший к маховику) является №0, первый стандартный коренной подшипник - №1, второй - №2 и т.д., см. Рис 00-2.
- **Направляющие упорного подшипника** располагаются на коренном подшипнике с защитной шайбой. Внешние направляющие, расположенные ближе к маховику, обозначаются 00, внутренние - 0.
- **Подшипники распределительного вала** нумеруются аналогично коренным, причем обозначение втулок опорно-упорного подшипника 00 (наружной) и 0.
- **Подшипники привода распредвала.** Втулки опорно-упорного подшипника обозначаются 00 (наружная) и 0.
- **Верхние и нижние вкладыши подшипников.** В подшипниках с идентичными вкладышами, верхний будет обозначаться "UP".

Нумерация подшипников

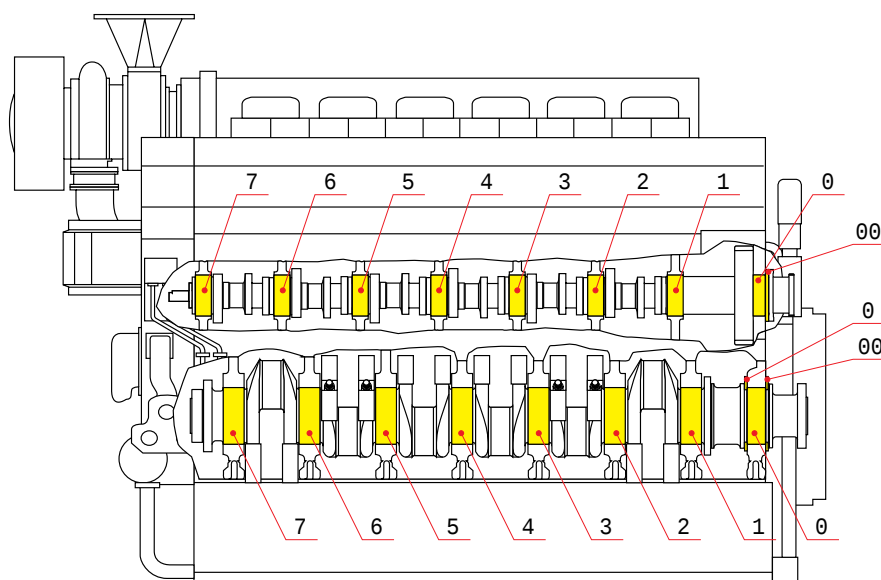


Рис 00-2

400001 V1

Рабочая сторона и задняя сторона. Устройства, расположенные на рабочей стороне могут маркироваться "М" (рабочая сторона), и, соответственно, "В" для задней стороны (В-сторона V-образного двигателя).

Двигатель правого вращения. Если смотреть на двигатель спереди, то коленчатый вал вращается по часовой стрелке.

Двигатель с вращением против часовой стрелки. Если смотреть на двигатель спереди, то коленчатый вал вращается против часовой стрелки.

Нижняя мертвая точка, сокращенное обозначение которой **НМТ**, является нижней точкой изменения направления хода поршня в цилиндре.

Верхняя мертвая точка, сокращенное обозначение которой **ВМТ**, - это верхняя точка хода поршня в цилиндре. ВМТ каждого цилиндра имеет маркировку на маховике. На протяжении полного рабочего цикла, состоящего в четырехтактном двигателе из двух оборотов коленчатого вала, поршень достигает ВМТ дважды:

а) Первый раз, когда заканчивается ход выхлопа предыдущего рабочего цикла и начинается ход всасывания следующего. Выпускные и впускные клапана при этом приоткрыты и происходит продувка цилиндра. При повороте коленчатого вала вперед/назад возле этой ВМТ, и впускные, и выпускные клапана будут перемещаться, что говорит о том, что коленчатый вал находится возле положения, называемого **ВМТ при продувке**.

б) Второй раз - после хода сжатия, перед рабочим ходом. Непосредственно перед этой ВМТ происходит впрыск топлива (на работающем двигателе). Данная ВМТ поэтому называется **ВМТ при сгорании**. Ее характерной чертой являются все закрытые клапана, которые не двигаются при повороте коленчатого вала.

Наблюдая за распределительным валом и инжекторным насосом можно увидеть, что ролик толкателя насоса расположен на приподнятой стороне кулачка топливного насоса.

00.1.1.1. Маркировка на маховике.

V2

Маховик разделен на 360° шкала, которая начинается с **ВМТ при сгорании** для цилиндра 1. Здесь также имеются отметки для ВМТ при сгорании для каждого цилиндра. Для цилиндров в двигателях с четным количеством цилиндров общей маркировкой будет ВМТ при сгорании для одного цилиндра и ВМТ при продувке - для другого. Для ряда А и ряда В в V-образном двигателе имеются отдельные шкалы. См. также порядок зажигания в главе 01. Интервал воспламенения, в углах поворота коленвала, можно определить, разделив 720° на номер цилиндра.

Пример считывания показаний на маховике

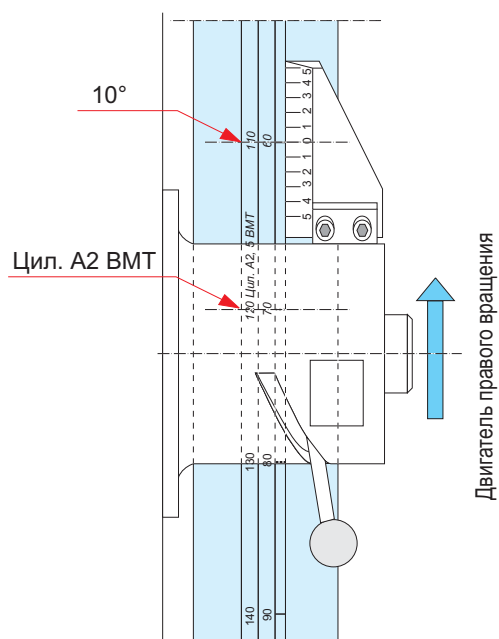


Рис 00-3

V1

Пример: Пример: В двигателе 12V32 момент начала впрыска топлива получается 10° для цилиндра A2, когда маховик находится в положении, показанном на рисунке выше.

00А. Уменьшение риска

V1

Прежде чем приступить к установке, эксплуатации или техобслуживанию двигателя и/или относящегося к нему оборудования прочитайте руководство по двигателю, включая настоящее приложение.

Невыполнение указаний в руководстве может привести к травмам, потере жизни и/или материальному ущербу.

При любых обстоятельствах должны использоваться средства персональной защиты: перчатки, каска, очки и наушники. Отсутствие, некомплектность или повреждение средств защиты может привести к серьезной травме и смерти.

Настоящее приложение содержит перечень общеизвестных опасностей, опасных ситуаций или событий, которые должны быть приняты во внимание в процессе нормальной эксплуатации и выполнения техобслуживания.

Установленная опасность, опасная ситуация или событие	Раздел руководства по двигателю																
	3	4	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Падающие детали во время выполнения техобслуживания		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Вращающееся устройство, используемое при техобслуживании ¹⁾	x	x		x	x	x	x	x		x							
Предохранительные пироклапаны откроются в случае взрыва в картере двигателя	x			x													x
Уровень шумов	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Работающий двигатель без защитных покрытий	x	x		x	x	x	x	x		x					x	x	
В случае серьезной неисправности, риск выброса деталей	x	x		x	x	x	x	x								x	
Прикосновение к токоведущим частям в процессе техобслуживания, если питание неотключено		x			x						x	x			x	x	x
Электрическая опасность при неправильном заземлении электрооборудования	x	x			x						x	x					

Установленная опасность, опасная ситуация или событие	Раздел руководства по двигателю																	
	3	4	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Выброс деталей / газ под высоким давлением из-за высокого давления сгорания	x	x				x	x	x		x					x			
Риск выброса деталей в результате поломки турбо-нагнетателя	x								x									
Превышение скорости или взрыв по причине газовой примеси к нагнетаемому воздуху ²⁾	x	x							x									
Выброс топливной форсунки, если она не закреплена, при проворачивании коленчатого вала		x				x				x								
Вращение двигателя из-за включенной коробки передач или замыкания силового выключателя генератора во время ремонта	x	x		x	x	x	x	x		x								
Пожар или взрыв в результате утечки в топливо- / газопроводе или системе смазки	x	x								x	x	x		x				
Вдыхание отработавших газов в результате утечки ³⁾	x								x					x				
Вдыхание пыли выхлопных газов		x	x	x	x	x			x					x				
Взрыв или пожар, если огнеопасные газы/пары проникают в изоляционную коробку ⁴⁾	x													x				
Прикосновение к подвижным частям	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	
Шланги высокого давления, опасность разбрызгивания масла.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x		

1) Сигнальная лампа, когда валоповоротное устройство включено.

2) Засасывание воздуха производить из пространства свободного отгазов.

3) Требование хорошей вентиляции моторного помещения/цеха.

4) Требование хорошей вентиляции и/или обнаружителя газа в двигателе.

00A.1. Общие идентифицированные источники опасности, опасные ситуации или события

00A.1.1. Опасности, связанные с наличием движущихся частей

v1

- Работающий двигатель без защитных покрытий, прикосновение к движущимся частям.
- Прикосновение к частям насоса во время непреднамеренного включения его приводного электродвигателя.
- Нагнетатель начинает вращаться по причине тяги, если во время техобслуживания он не зафиксирован.
- Чья-либо рука попадёт в корпус компрессора, когда двигатель работает со снятым глушителем.
- Неожиданное движение клапана или топливной рейки (реек) в результате обрыва троса или нарушения в программном обеспечении/аппаратуре системы управления.
- Неожиданное движение частей и узлов.
- Валоповоротное устройство включено во время техобслуживания.
- Валоповоротное устройство не включено, например. Валоповоротное устройство снято для ремонта и это может вызвать вращение коленчатого вала во время техобслуживания.
- Механическая поломка (например, датчика частоты вращения) из-за ненадёжного закрепления исполнительного устройства к двигателю или плохих электрических соединений.

00A.1.2. Опасности, которые могут быть вызваны неправильными условиями эксплуатации

v3

- Превышение скорости или взрыв по причине газовой примеси к нагнетаемому воздуху.
- Превышение скорости по причине примеси масляного тумана к нагнетаемому воздуху.
- Нарушение работы вентиляции картера двигателя.

- Обнаружитель масляных паров сработает, если смазочное масло содержит воду.
- Взрыв в картере двигателя, если масляный туман смешивается со «свежим» воздухом во время контрольного осмотра после остановки из-за масляного тумана.
- Предохранительные пироклапаны картера двигателя откроются, если в картере произойдёт взрыв.

00A.1.3. Опасные ситуации, которые могут возникнуть по причине утечек, поломки или неправильной сборки компонентов

V1

- Топливо- или газопровод будет разорван с последующим распылением топлива / газа.
- Утечка:
 - топлива через соединения на стороне низкого и/или высокого давления,
 - смазочного масла,
 - воды под высоким давлением в двигателях DWI,
 - воды ВТ,
 - нагнетаемого воздуха,
 - отработавших газов,
 - сжатого воздуха из пневмобаллона, главного коллектора или трубопроводов,
 - газа высокого давления и уплотнительного масла в двигателях GD,
- Пожар или взрыв в результате течи в топливопроводе,
- Пожар в результате течи масла или топлива / газа.
- Взрыв или пожар, если огнеопасные газы/пары проникают в изоляционную коробку,
- Вдыхание отработавших газов или топливных газов в результате утечки,
- Неисправность пневмостопа,
- Выброс деталей по причине:

- поломки гидравлического инструмента,
- поломки гидравлического болта,
- поломки турбонагнетателя,
- высокого давления сгорания,
- серьёзной неисправности,
- Выброс:
 - жидкостей и газов под давлением из блока и трубопроводов,
 - жидкости под высоким давлением из-за поломки гидравлического инструмента,
 - газа по причине высокого давления сгорания,
 - сжатых газов из газовой системы высокого давления,
 - жидкости под высоким давлением из-за выхода из строя маслопровода с уплотнением высокого давления,
 - сжатого воздуха во время техобслуживания главного питающего воздухопровода обнаружителя масляного тумана,
 - охлаждающей воды или топлива/смазочного масла, если датчик не закреплён во время нахождения контура под давлением,
 - пружин в процессе выполнения техобслуживания,
- Распыление масла, если работающий двигатель не имеет защитных перекрытий,
- Выброс топливной форсунки, если она не закреплена, а
 - валоповоротное устройство зацеплено и вращается,
 - двигатель вращается из-за замыкания силового выключателя генератора/сцепления.

00A.1.4. Опасности, которые могут быть обусловлены электрооборудованием или неправильным его подключением

V1

- Пожар или искрообразование по причине неисправности электрооборудования или короткого замыкания в нём,
- Прикосновение к токоведущим частям в процессе техобслуживания, если питание не отключено
- Электрическая опасность при неправильном заземлении электрооборудования

- Электрический удар при повреждении изоляции проводников или разъемов электрооборудования или его демонтаж при включённом питании.
- Перегрев элементов системы управления в результате ненадёжных электрических подсоединений.
- Неправильный электрический монтаж выключателя аварийной остановки или его отсоединение,
- Перегрузка элементов системы управления из-за повреждения цепей управления или неправильного напряжения питания,
- Двигатель неуправляем, если цепи его выключения неисправны,
- Неожиданное включение или разнос,
- Взрыв в картере двигателя, если:
 - двигатель не имеет предохранения при высоких уровнях масляного тумана по причине нарушения энергообеспечения,
 - двигатель не имеет (полного) предохранения при высоких уровнях масляного тумана по причине неисправности в цепях обнаружителя масляного тумана,
 - двигатель не имеет (полного) предохранения при высоких уровнях масляного тумана по причине ненадёжного электрического разъёма или течи в трубном соединении,

00A.1.5. Другие опасности и использование персонального защитного снаряжения

V2

- Поскользнуться, споткнуться и упасть
- Добавки к воде и средства для мойки и чистки (см. приложение 02A, раздел [02A.4](#)),
- Прикосновение к изоляционной коробке, турбонагнетателю, трубам коллектора выхлопных газов или (другим) незащищённым деталям во время работы двигателя,
- Падающие детали во время выполнения техобслуживания
- Слишком раннее выполнение операций техобслуживания, т. е. подвергая себя риску работы с горячими деталями и узлами,
- Пренебрежение использованием крана и/или подъёмных приспособлений,
- Неиспользование целесообразных инструментов в процессе, например, техобслуживания,

- Контакт с жидким топливом или смазанными маслом частями во время выполнения техобслуживания (см. приложение [02A](#)),
- Уровень шумов
- Прикосновение или снятие изоляции Турбонагнетателя
- Преднагруженные крепёжные пружины во время контроля / замены датчика.

00B. Меры предосторожности при сварке

00B.1. Техника безопасности при сварке

v1

Прежде чем приступить к сварочным работам, необходимо изучить инструкцию по технике безопасности при сварке и пройти инструктаж у квалифицированного преподавателя или опытного сварщика.

00B.1.1. Источники опасности и меры предосторожности

v2

Поражение электрическим током может быть смертельно опасным

- Сварщик должен быть изолирован от свариваемых деталей сухими изолирующими материалами. Для этих целей подходит резиновый коврик или сухая деревянная прокладка.
- Надевать сухие, целые перчатки (по необходимости менять их, чтобы они были сухими).
- Не прикасаться незащищенной кожей или влажной одеждой к электроду и деталям, находящимся под напряжением.
- В условиях повышенной влажности, при невозможности обеспечить изоляцию сварщика от свариваемых деталей посредством сухих изоляционных материалов, следует использовать полуавтоматические сварочные аппараты постоянного тока или прутковые сварочные аппараты с понижающим напряжением устройством.
- Следить за исправностью и состоянием держателя электрода и изоляции кабеля. Не пользоваться ими при нарушении или отсутствии изоляции.

Выделяющиеся дым и газы опасны для здоровья

- Использовать приточную или вытяжную вентиляцию, чтобы поддерживать чистоту и свежесть воздуха.
- Использовать шлем и располагать голову так, чтобы свести к минимуму возможность вдыхания дыма.
- Прочитать предупреждения на упаковке электродов и информационный листок по безопасности материалов (MSDS) для электродов.

- Обеспечить дополнительную приточно-вытяжную вентиляцию при наличии специальных требований к вентиляции.
- Соблюдать повышенную осторожность при выполнении сварки в тесном пространстве.
- Не выполнять сварку при недостаточной вентиляции.

Искры от сварки могут вызвать пожар или взрыв

- Не выполнять сварку на контейнерах, в которых содержались горючие материалы. Проверить их перед сваркой.
- Удалить легковоспламеняющиеся материалы из зоны сварки или отгородить их от искр и тепла.
- Обеспечить наблюдение за тем, чтобы не возникло возгорание в зоне выполнения работ во время и после сварки.
- Иметь огнетушитель в зоне сварки.
- Надевать огнестойкую одежду и головной убор. Надевать наушники при сварке над головой.

Излучение электрической дуги может вызвать ожог глаз и кожи

- Использовать подходящие защитные фильтрующие стекла во время сварки.
- Обязательно надевать шлем во время сварки.
- Установить загородки из негорючих материалов для защиты остальных людей.
- Надевать одежду, защищающую кожу во время сварки.

Тесное пространство

- Тщательно оценить достаточность вентиляции, особенно в тех случаях, когда для электродов требуется специальная вентиляция или выделяющиеся газы могут вытеснить воздух для дыхания.
- При невозможности соблюдения основных мер по предотвращению поражения электрическим током посредством изоляции сварщика от деталей и электрода необходимо использовать полуавтоматическое сварочное оборудование постоянного тока с холодным электродом или прутковый сварочный аппарат с устройством, понижающим напряжение.
- Обеспечить присутствие помощника сварщика и продумать процедуру эвакуации сварщика снаружи из закрытого пространства.

Общие источники опасности в рабочей зоне

- Содержать в порядке кабели, материалы и инструменты.
- Присоединять рабочий кабель по возможности ближе к месту выполнения сварки. Не допускать протекания сварочного тока через элементы подмостков, тросы или провода заземления.
- Использовать только оборудование с двойной изоляцией и надежным заземлением.
- Перед обслуживанием обязательно отсоединять от оборудования источник электропитания.

Газовые баллоны

- Категорически запрещается прикасаться электродом к баллонам.
- Устанавливать баллоны в вертикальном положении и обеспечить их поддержку.

00B.2.

Основные принципы:

V1

- Предупреждение неконтролируемых токовых цепей
- Предупреждение излучения
- Предупреждение разброса брызг расплавленного металла
- Если удобно, отсоединить все глобальные сигналы, как питание, передача данных и т. д.

00B.2.1. Предупреждение неконтролируемых токовых цепей

V1

Путь сварочного тока всегда должен быть под контролем, от точки сварки до обратного подсоединения к сварочному аппарату следует иметь прямой путь.

Основной ток всегда протекает там, где наименьшее сопротивление, в определённых случаях обратный ток может поэтому протекать по проводам заземления и через электронные устройства в системе управления.

Для предупреждения этого расстояние между точкой сварки и зажимом обратного подсоединения на сварочном аппарате всегда должно быть по возможности самым коротким и без электронных устройств в обратной цепи.

Внимание должно быть уделено качеству контакта в зажиме обратного подсоединения, плохой контакт также может стать причиной искрообразования и излучения.

00B.2.2. Предотвращение излучения

V1

Сварочный ток и электрическая дуга испускают электромагнитное излучение в широком диапазоне. Это может стать причиной поломки чувствительного электронного оборудования.

Поэтому во время сварки все электрошкафы и распределительные коробки должны быть закрыты. Другим способом защиты чувствительного оборудования является экранирование пластиной из электропроводящего металла.

Кроме того, кабели сварочного аппарата не должны проходить параллельно проводам и кабелям системы управления. Сильный сварочный ток с легкостью вызывает индукционные токи в других электропроводящих материалах.

00B.2.3. Предупреждение повреждений брызгами расплавленного металла

V1

Искры обычно возникают при электросварке и т.п.. Некоторые материалы выдерживают нагревание этими брызгами расплавленного металла. Поэтому при выполнении электросварки все электрошкафы и распределительные коробки должны быть закрыты. Датчики, приводы, кабели и другое оборудование вне двигателя должно быть защищено подходящими средствами.

Брызги расплавленного металла могут также вызвать проблемы и после их охлаждения, т. е. в результате коротких замыканий, ухудшения уплотнений и т. д.

00B.3. Контрольный перечень мер предосторожности

00B.3.1. Основной контрольный перечень ECU (Despemes/Spemos)

V1

Перед сваркой вблизи основной системы ECU должны быть приняты следующие меры предосторожности:

- Закройте крышку шкафа.
- Переведите систему в нерабочее состояние, отсоединив все внешние подсоединения (X1...X4).
- Если удобно, защитите кабели, датчики и другое оборудование от попадания на них брызг расплавленного металла, используя для этого целесообразный металлический лист.

00B.3.2. Контрольный перечень WECS 2000

v1

Перед сваркой вблизи системы управления WECS 2000 должны быть приняты следующие меры предосторожности:

- Отключить все плавкие предохранители на клеммах (F1...FX) в корпусе.
- Закройте крышки шкафа и всех размещённых блоков.
- Переведите систему в нерабочий режим, отсоединив все внешние подсоединения (X1...X6).
- Если удобно, защитите кабели, датчики и другое оборудование от попадания на них брызг расплавленного металла, используя для этого целесообразный металлический лист.

00B.3.3. Контрольный перечень WECS 3000

v1

Перед сваркой вблизи системы управления WECS 3000 должны быть приняты следующие меры предосторожности:

- Переведите систему в нерабочее состояние, отсоединив все внешние подсоединения (X1...X5).
- Не подсоединяйте линию заземления сварочного аппарата к алюминиевому профилю, содержащему модули CCU, KDU и зажигания. Профиль используется как общее заземление для этих модулей.
- Откройте все плавкие предохранители на клеммах (F1...F20) в шкафу.
- Закройте крышки шкафа и всех размещённых блоков.
- Если удобно, защитите кабели, датчики и другое оборудование от попадания на них брызг расплавленного металла, используя для этого целесообразный металлический лист.

00B.3.4. Контрольный перечень WECS 7000/8000 V1

Перед сваркой вблизи системы управления WECS 7000 или 8000 должны быть приняты следующие меры предосторожности:

- Переведите систему в нерабочее состояние, отсоединив все внешние подключения (X1...X6).
- Если место сварки находится вблизи (приблизительно в радиусе 2 м) какого-либо электронного модуля, отключить все разъемы от этого блока.
- Если электронный модуль подключен через блок CIB (интерфейсную распределительную коробку), открыть крышку CIB, отключить все разъемы в блоке и снова закрыть крышку.
- Закройте крышки шкафа
- Если двигатель оснащен проводкой зажигания: Разъедините все взаимосвязи между проводкой и шкафом.
- Если удобно, защитите проводку, кабели, датчики и другое оборудование от попадания на них брызг расплавленного металла, используя для этого целесообразный металлический лист.

00B.3.5. Контрольный перечень UNIC V1

Перед сваркой вблизи системы управления UNIC должны быть приняты следующие меры предосторожности:

- Отключить систему, отсоединив все наружные разъемы от PDM-10 или PDM-20 (X11, X12), а также от внешних интерфейсных разъемов (XM#).
- Если место сварки находится близко (примерно в радиусе 2 м) к электронному модулю (IOM-10, MCM-10, CCM-20 и т. д.), отсоединить все разъемы блока.
- Закройте крышки шкафа и всех размещённых блоков.
- Если удобно, защитите кабели, датчики и другое оборудование от попадания на них брызг расплавленного металла, используя для этого целесообразный металлический лист.

01. Основные технические данные, рабочие параметры и общая конструкция

01.1. Основные технические данные Wärtsilä 32

V2

Диаметр цилиндра 320 мм
 Ход поршня 400 мм
 Рабочий объем каждого цилиндра 32,17 л

Порядок зажигания		
Тип двигателя	Вращение по часовой стрелке	Вращение против часовой стрелки
6L32	1-5-3-6-2-4	1-4-2-6-3-5
8L32	1-3-7-4-8-6-2-5	1-5-2-6-8-4-7-3
9L32	1-7-4-2-8-6-3-9-5	1-5-9-3-6-8-2-4-7
12V32	A1-B1-A5-B5-A3-B3- A6-B6-A2-B2-A4-B4	A1-B4-A4-B2-A2-B6- A6-B3-A3-B5-A5-B1
16V32	A1-B1-A3-B3-A7-B7-A4-B4- A8-B8-A6-B6-A2-B2-A5-B5	A1-B5-A5-B2-A2-B6-A6-B8- A8-B4-A4-B7-A7-B3-A3-B1
18V32	A1-B1-A7-B7-A4-B4-A2-B2-A8- B8-A6-B6-A3-B3-A9-B9-A5-B5	A1-B5-A5-B9-A9-B3-A3-B6-A6- B8-A8-B2-A2-B4-A4-B7-A7-B1
20V32	A1-B1-A4-B4-A3-B3-A2-B2-A6-B6- A10-B10-A7-B7-A8-B8-A9-B9-A5-B5	A1-B5-A5-B9-A9-B8-A8-B7-A7-B10- A10-B6-A6-B2-A2-B3-A3-B4-A4-B1

Обычно двигатель вращается по часовой стрелке.

Объем смазочного масла в двигателе						
Тип двигателя	6L32	8L32	9L32	12V32	16V32	18V32
Примерный объем масла в литрах	1630	2050	2270	3050	3860	4270
Водяной поддон						
Объем масла между отметками макс. и мин. прикл., л/мм	2.95	3.70	4,05	4,25	5.35	5.90

Объем масла в механизме проворачивания коленвала в литрах	
LKV132	8.5 - 9.5

Объем смазочного масла в регуляторе оборотов, литры	
	1.4 - 2.2 ¹⁾

¹⁾ Объем смазочного масла зависит от типа регулятора. См. инструкцию завода-изготовителя.

Прим. объем охлаждающей жидкости в двигателе в литрах						
Тип двигателя	6L32	8L32	9L32	12V32	16V32	18V32
Только двигатель	410	510	560	740	840	890

01.2. Рекомендуемые рабочие параметры

v2

Действительны при нормальной работе с номинальными оборотами. См. также список Modbus для конкретной установки.

Температуры (°C)		
	Нормальные величины	Аварийные пределы (стоп)
Нагрузка	100 %	0 - 100 %
Смазочное масло перед двигателем	60-65	75 (80) ²⁾
Смазочное масло после двигателя	10 - 13 и выше	
Горячая вода (ГВ) после двигателя	91 - 96 ¹⁾	105 (110) ²⁾³⁾
ГВ перед двигателем	5-8 и ниже	50
Повышение темп. ГВ на турбонагнетателе (xx)	8 - 12	

Температуры (°C)		
	Нормальные величины	Аварийные пределы (стоп)
Нагрузка	100 %	0 - 100 %
ХВ перед охладителем нагнетаемого воздуха	28 - 38	45 (60) ⁵⁾
Нагнетаемый воздух в воздухоприемнике	50 - 60	75
Выхлопные газы после цилиндра	См. результаты испытаний	500 (520) ²⁾
ОГ перед турбонагнетателем		-
Предварительный нагрев воды (ГВ)	50 (MDO) 70 (HFO)	45
Темп. гильзы цилиндра	130 - 150	160 (180) ²⁾
Темп. коренного подшипника	90 - 100	110 (120) ²⁾

Показания манометров (бар)		
	Нормальные величины	Аварийные пределы (стоп)
Нагрузка	100 %	0 - 100 %
Смазочное масло перед двигателем при оборотах 600 об/мин (10,0 об/с)	4.5	3,0 (2,0)
720 об/мин (12,0 об/с) - 750 об/мин (12,5 об/с)	5.0 - 5.5	3,0 (2,0)
ГВ/ХВ перед насосом ГВ/ХВ (=статич.)	0,7 - 1,5	
ГВ перед двигателем	2,5 + стат. давл. ¹⁾	1,5 + стат. давл. (2) ^{2) 4)}
ХВ перед охладителем нагнетаемого воздуха	2,5 + стат. давл. ¹⁾	1,5 + стат. давл.
Топливо до двигателя	7 - 8 (HFO/LFO)	4
Топливо до двигателя, Common Rail	11 - 12 (HFO/LFO)	4
Сжатый воздух (пусковой и управл. воздух)	макс. 30	18
Воздушный заряд (САС, выпуск)	См. результаты испытаний	3

Прочие давления (бар)		
	Нормальные величины	Аварийные пределы (стоп)
Нагрузка	100 %	0 - 100 %
САС, разница давлений		75 мбар
Давление в картере		3 мбар
Давление сгорания	См. результаты испытаний	
Давление открывания предохранительного клапана масляного насоса	6 - 8	
Перепад давления на масляном фильтре	0.8 - 1.8	0,8 (первая) 1,8 (вторая тревога)

(1) В зависимости от оборотов и установки.

(2) Уменьшение нагрузки, главный двигатель

- (3) Стоп, вспомогательный двигатель
- (4) Стоп, на установке GL, главный двигатель
- (xx) Когда турбонагнетатель имеет водяное охлаждение
- (5) Только в особых условиях

01.3.

Нормальные условия

V1

Нормальные условия согласно стандарту ISO 3046/I (1995):

Давление воздуха 100 кПа (1,0 бар)

Температура окружающей среды 298 К (25°C)

Относительная влажность воздуха 30 %

Температура охлаждающей жидкости в охладителе нагнетаемого воздуха 298 К (25°C)

В том случае, если двигатель может эксплуатироваться в более жестких условиях по сравнению с указанными выше, это будет определено в торговых документах. В противном случае изготовитель двигателя может дать рекомендацию по правильному снижению выходной мощности. Ориентировочно дополнительное понижение мощности можно рассчитать следующим образом:

$$\text{Коэффициент понижения} = (a + b + c) \%$$

a = 0,5 % на каждый °C превышения температуры окружающей среды над указанной в сопроводительных документах величиной.

b = 1% на каждые 100 м разницы в высоте над уровнем моря по отношению к указанной в сопроводительных документах величине.

c = 0,4 % на каждый °C превышения температуры охлаждающей жидкости в охладителе нагнетаемого воздуха над указанной в сопроводительных документах величиной.

01.4.

Общая конструкция двигателя

V2

Описываемый двигатель является 4-тактным дизельным двигателем с прямым впрыском топлива, с турбонаддувом и послеохлаждением.

Блок цилиндров изготовлен из цельной отливки. Коленчатый вал установлен в нижней части двигателя. Крышка коренного подшипника крепится двумя болтами с гидравлической затяжкой и двумя горизонтальными боковыми болтами.

Ресивер нагнетаемого воздуха и коллектор охлаждающей жидкости отлиты в мотоблоке. Крышки картера сделаны из легкого сплава и посажены на мотоблоке с помощью резиновых уплотнений.

Масляный поддон сварной.

Гильзы цилиндров охлаждаются только в верхней части. Охлаждающее действие оптимизировано для обеспечения правильной температуры внутренней поверхности.

Для исключения риска полировки внутренней поверхности гильза снабжена противопололирующим кольцом.

Коренные подшипники полностью взаимозаменяемы и представляют собой триметаллические или биметаллические полукольцевые подшипники, демонтируемые путем снятия их крышек.

Коленвал цельнокованный и сбалансирован противовесами.

Конструктивно шатуны состоят из трех деталей, т. н. «шатуны судового типа».

Шатун изготовлен из легированной стали ковкой с механической обработкой и горизонтально разделен на три части, чтобы обеспечить возможность демонтажа деталей поршня и шатуна. Шатун изготовлен из легированной стали ковкой с механической обработкой и горизонтально разделен на три части, чтобы обеспечить возможность демонтажа деталей поршня и шатуна.

Подшипники нижних головок шатунов полностью взаимозаменяемы и представляют собой триметаллические или биметаллические полукольцевые подшипники.

Поршни оснащены запатентованной системой смазки юбки фирмы Wärtsilä. Канавки верхних колец закалены. Масло поступает в охлаждающие полости по каналу в шатуне. Конструкция охлаждающей полости обеспечивает оптимальный взбалтывающий эффект.

Комплект поршневых колец состоит из двух хромированных компрессионных колец и одного хромированного маслосъемного кольца с расширителями.

Головка блока цилиндров отлита из магниевого чугуна и крепится четырьмя шпильками, затягиваемыми гидравлически. Головка имеет конструкцию с двумя стенками, а охлаждающая вода нагнетается от периферии к центру, обеспечивая эффективное охлаждение наиболее важных участков.

Впускные клапаны стеллированы, а клапанные штоки хромированы. Кольца седел клапанов сделаны из специального легированного чугуна, они заменяются.

Выпускные клапаны с седлами из сплава нимоник или стеллита и хромированными стержнями плотно прилегают к кольцам седел с непосредственным охлаждением.

Кольца седел изготовлены из коррозионностойкого и стойкого к питтингу материала, они взаимозаменяемые.

Распределительные валы состоят из отдельных поцилиндровых элементов с составляющими единое целое кулачками.

Двигатель поставляется с двумя разными системами впрыска топлива: **система впрыска "Common Rail"** и **обычная система впрыска**.

- Система впрыска "Common Rail" состоит из одного топливного **насоса высокого давления** и одного **энергоаккумулятора** на каждые два цилиндра.
- Традиционная топливная система состоит из **инжекторных насосов**, которые имеют отдельные роликовые толкатели, на которых можно регулировать базовый размер с помощью винта толкателя. Насосы и топливопроводы расположены в закрытом пространстве, изолированном для работы на тяжелом дизтопливе.

Турбонагнетатель обычно располагается на задней стороне двигателя.

Охладитель нагнетаемого воздуха бескаркасного типа.

Смазочная система включает шестеренный насос, автоматический маслофильтр, центробежный фильтр для очистки промывного масла, охладитель с термостатом и насос предварительной смазки с электроприводом.

Масляный поддон имеет размеры, соответствующие полному объему необходимого масла, и все цилиндры могут работать в мокрой конфигурации. Возможна также работа с сухим поддоном.

Система пуска. Подачей воздуха в цилиндры управляет распределитель пускового воздуха, приводимый от распределительного вала.

На двигателях с обычной топливной системой **работа контрольно-измерительных приборов и автоматики** обеспечивается системой управления двигателем Wärtsilä - WECS 2000.

На двигателях с топливной системой "common rail" приборами и автоматикой управляют системы WECS 2000 и WECS 7500.

Кроме того, управление приборами и автоматикой может также осуществляться системой управления станции.

Система охлаждения имеет вспомогательные насосы охлаждающей воды и термостаты.

Вид в разрезе рядного двигателя Wärtsilä 32

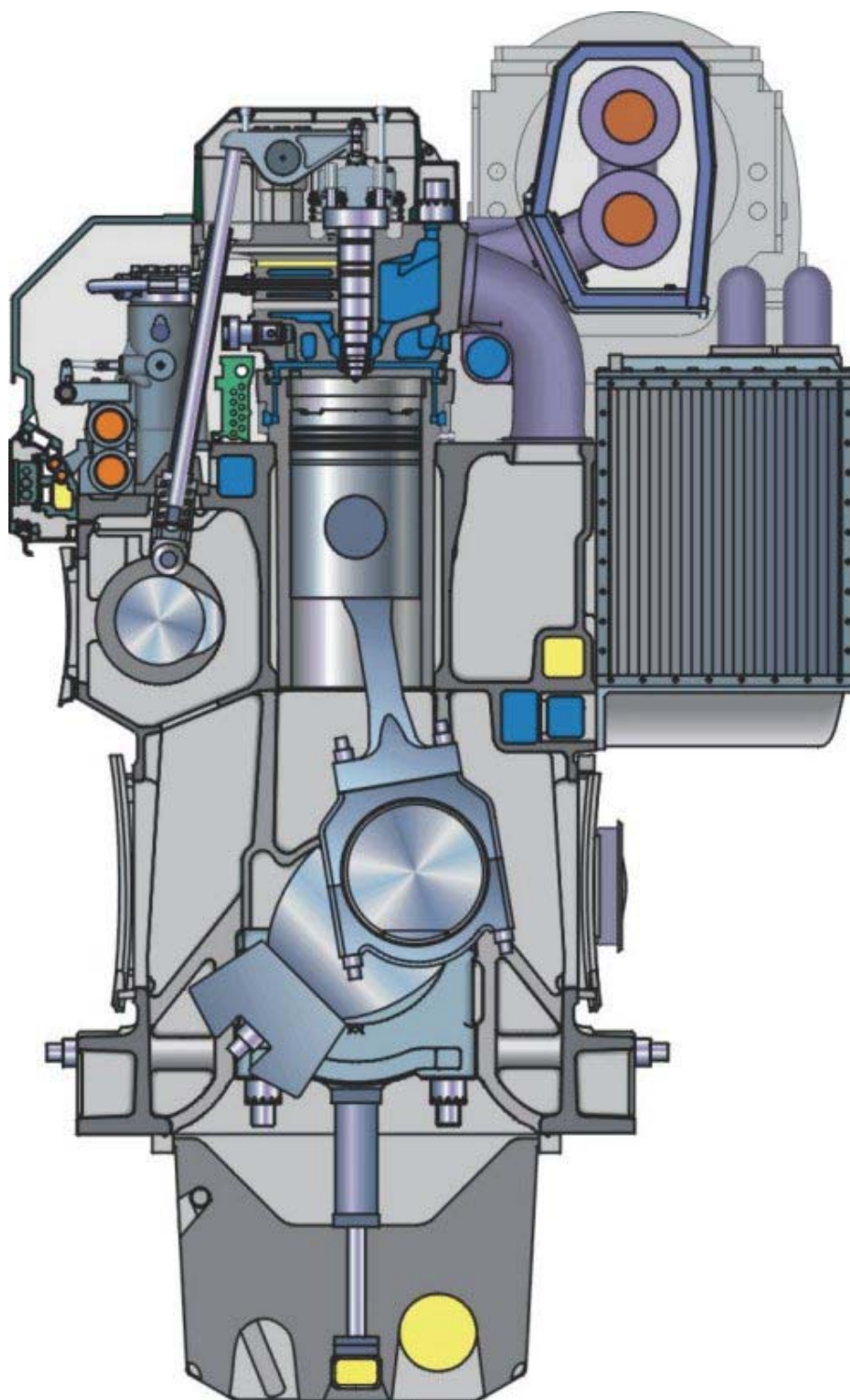


Рис 01-1

400101 V1

Вид в разрезе V-образного двигателя Wärtsilä 32

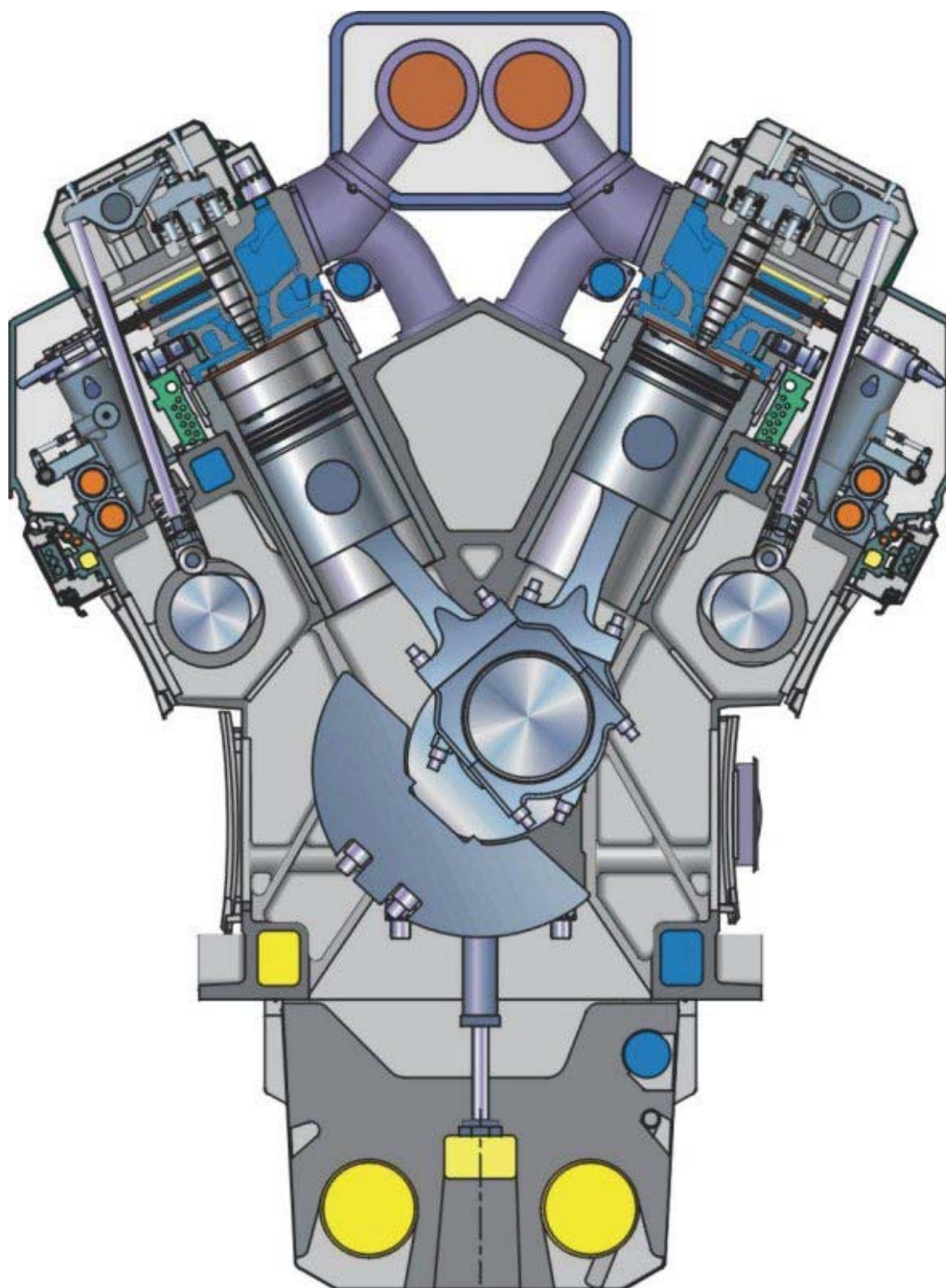


Рис 01-2

400102 V1

02. Топливо, смазочное масло, охлаждающая вода

V1



Note!

С целью предотвращения и минимизации опасности при выполнении работ внимательно прочитайте главу [02A.](#), "Охрана окружающей среды".

02.1. Топливо

V2

Двигатели Wartsila® средних оборотов сконструированы для работы на тяжелом топливе (остаточное топливо) с максимальной вязкостью 55 сСт при 100 °C (прим. 730 сСт при 50 °C, прим. 7200 секунд по Редвуду I при 100 °F). Они будут удовлетворительно работать на смешанных (промежуточных) топливах более низкой вязкости, а также на дистиллятных топливах. Избегайте использования топлива, которое имеет более низкую/высокую вязкость, чем указанная ниже в таблице, так как это может привести к заклиниванию топливного инжекторного насоса или иглы топливной форсунки.

Предельные значения вязкости топлива на входе двигателя при рабочих условиях (сСт)	
Топливо	Vasa 32 & 32LN Wärtsilä32®
Легкое дизтопливо, мин.	2,0
Тяжелое дизтопливо	16 - 24

Предельно допустимые характеристики топлива для конкретного двигателя указываются в документации, поставляемой в комплекте с двигателем.

Однако, следует избегать использования смешанных сортов топлива (мазута и дистиллята) с вязкостью приблизительно между 4 и 7 сСт при 100°C (12 и 30 сСт при 50°C, 75 и 200 секунд по вискозиметру Редвуда №1 при 100°F), содержащих от 30 до 60% дистиллята с целью предотвращения осаждения тяжелых фракций смеси, приводящего к засорению фильтра и образованию большого количества шлама в центробежном насосе.

Если испытываются трудности в связи с засорением фильтра, несовместимость сортов топлива может проверяться по методикам ASTM D4740-93 или ISO 10307-1/93 (легкие сорта топлива) или ISO 10307-2/A/93 (тяжелые сорта топлива).

02.1.1. Подготовка топлива

02.1.1.1. Очистка

V2

Тяжелое дизтопливо (остаточные примеси и смеси остаточных примесей с дистиллятом) должно быть очищено в высокопроизводительном сепараторе перед поступлением в расходный бак. Топливо перед сепарированием должно быть подогрето.

Значения температуры, рекомендуемые в зависимости от вязкости топлива, указаны на схеме, глава 02, [Рис 02-1](#).

Убедиться в том, что используется правильный гравитационный диск. Никогда не превышать значения расхода через сепаратор, рекомендуемые для используемого сорта топлива. Чем ниже расход, тем выше эффективность.

Рекомендуемый расход через сепаратор						
	Применяемое топливо					
Макс. вязкость (сСт/100°C)	10	15	25	35	45	55
Прибл. вязкость (сСт/50°C)	50	90	205	350	530	730
Расход через сепаратор (% от пропускной способности)	60	40	30	25	20	15



Примечание!

Рекомендуемый расход топлива через сепаратор, см. руководство по эксплуатации изготовителя сепаратора.

Даже в случае применения чистого дистиллятного топлива рекомендуется сепарирование, поскольку топливо может быть загрязнено в баках хранилища.

Номинальная производительность сепаратора может использоваться при условии, что вязкость топлива при температуре сепарирования составляет менее 12 сСт.

Вязкость морского газойля при 15°C обычно ниже 12 сСт.

02.1.1.2. Подогрев

V1

См. схему на [Рис 02-1](#). Поддерживайте температуру топлива примерно на 10 °C выше минимальной температуры хранения, указанной на диаграмме. Это позволит свести к минимуму риск образования воска. Температура после последнего нагревателя

должна быть на 5 - 10 °C выше, чем рекомендуемая для впрыска, чтобы компенсировать потери тепла между нагревателем и двигателем.

График зависимости вязкости топлива от температуры

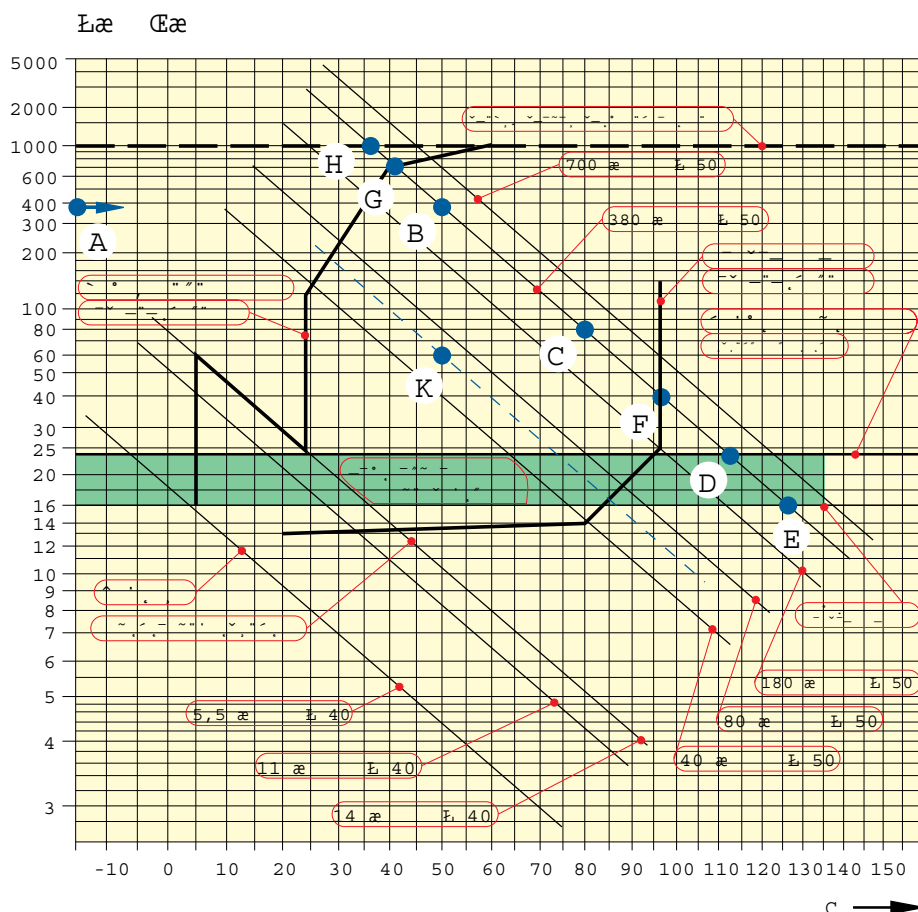


Рис 02-1

320261 V1

Пример: Дизтопливо с вязкостью 380 сСт (A) при 50 °C (B) или 80 сСт при 80 °C (C) должно предварительно нагреваться до 112 - 126 °C (D-E) перед подачей в топливные инжекторные насосы, до 97 °C (F) при фильтрации, и минимум до 40 °C (G) в бункерах для хранения. Возможно, топливо не удастся перекачивать при температуре ниже 36 °C (H).

Чтобы определить значения температуры для промежуточных значений вязкости, следует провести на графике линию через точку известной вязкости/температуры параллельно ближайшей линии вязкости.

Пример: Известная вязкость 60 сСт при 50°C (К). Вдоль пунктирной линии можно прочесть: Вязкость при 80 °C = 20 сСт, температура для топливных инжекторных насосов 74 - 86 °C, температура фильтрования 86 °C, минимальная температура при хранении 28 °C.

Преобразование текущих и абсолютных единиц вязкости в сантистоксы можно выполнить при помощи диаграммы на Рис 02-2. Диаграмма должна использоваться только для преобразования единиц вязкости при одинаковой температуре. Следовательно, для нахождения точек вязкости/температуры на диаграмме на Рис 02-1 должны использоваться одинаковые температуры.

График преобразования единиц измерения вязкости

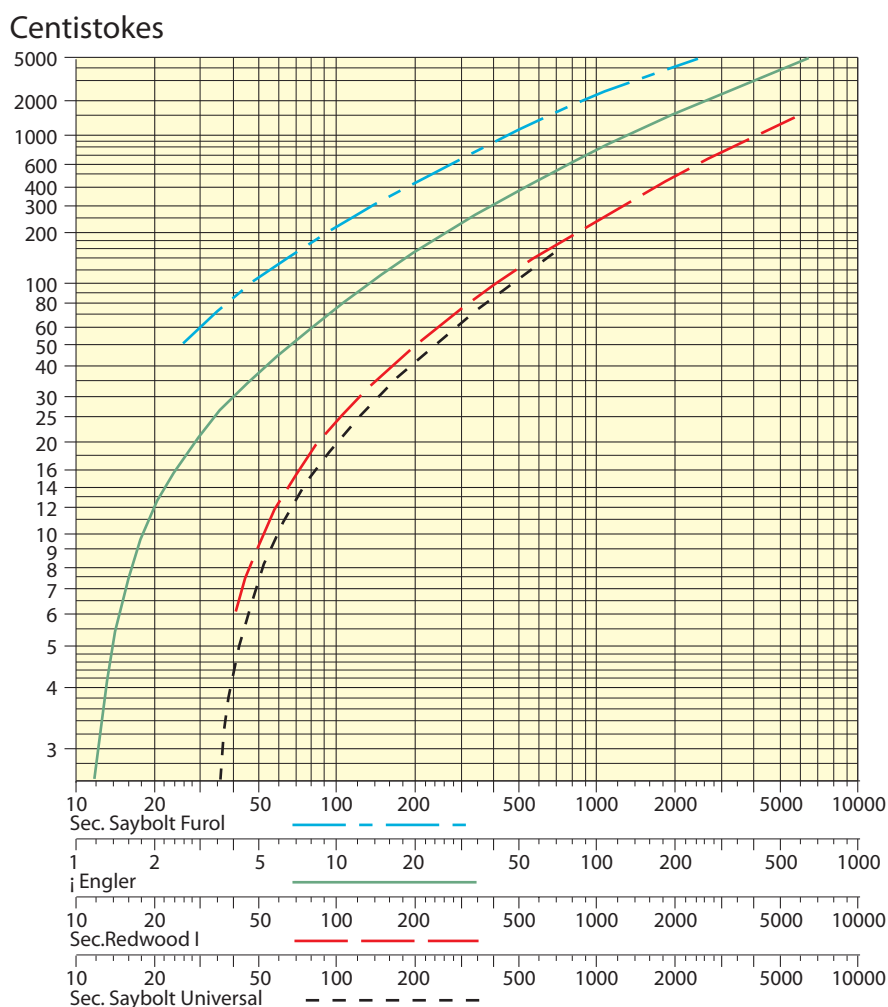


Рис 02-2

320253 V1

При преобразовании значений вязкости из одних единиц на абсциссе к сантистоксы и наоборот помните, что полученный результат будет действительным при той же температуре. При пре-

образовании вязкости в какие-либо единицы при данной температуре в вязкость при другой температуре необходимо пользоваться диаграммой вязкость-температура или правилами преобразования.

02.1.1.3. Контроль вязкости

V1

Для поддержания требуемой вязкости топлива на входе топливной системы двигателя должен быть установлен автоматический прибор контроля вязкости или, по крайней мере, вискозиметр.

02.1.2. Предельные значения характеристик топлива

V2

Конструкция и разработка дизельного двигателя Wärtsilä® 46, предусматривают непрерывную работу, без снижения номинальной мощности, на видах топлива, имеющих следующие свойства:

Характеристики топлива, макс. пределы		
Кинематическая вязкость	сСт при 100°C	55
	сСт при 50°C	730
	По шкале Редвуда № 1 сек. при 100°F	7200
Плотность	кг/м³ при 15°C	991
Плотность ¹⁾	кг/м³ при 15°C	1010 ¹⁾
Вода	об. %	1,0
Вода, макс. перед двигателем	об. %	0,3
Температура вспышки, мин. (PMCC)	°C	60
Температура текучести	°C	30
Общий осадочный потенциал (TSP)	масс. %	0.1

Вышеуказанные предельные значения отвечают также следующим требованиям:

- ISO 8217: 1996(E), ISO-F-RMH 55 и RMK 55¹⁾
- BS MA 100: 1996, RMH 55 и RMK 55¹⁾
- CIMAC 1990, класс H 55 и K 55¹⁾.

¹⁾ При условии, что система подготовки топлива обеспечивает отделение воды и твердых включений.

Для двигателей Wärtsilä® 32, определено четыре типа топлива:

- BS MA 100: 1996, RMH 55 и RMK 55¹⁾
- HFO 1, тяжелое дизтопливо нормального качества
- HFO 2, тяжелое дизтопливо качества ниже нормального стандартного
- DO, дизельное топливо или легкое дистиллятное топливо
- CRO, сырая нефть

Интервалы техобслуживания зависят от характеристик применяемого топлива, см. главу 04 График техобслуживания.

Таблица 02-4 Различия между типами топлива HFO 1 и HFO 2 показаны в следующей таблице:

Характеристики топлива, макс. пределы		HFO 1	HFO 2
Сера	масс. %	2.0	2,0 - 5,0
Зола	масс. %	0,05	0,05 - 0,20
Ванадий	мг/кг	100	100 - 600
Натрий	мг/кг	50	50 - 100
Натрий, перед двигателем	мг/кг	30	30
Al + Si	мг/кг	30	30 - 80
Al + Si, перед двигателем	мг/кг	15	15
Кокс. остаток по Конрад-сону	масс. %	15	15 - 22
Асфальтены	масс. %	8	8 - 14
CCAI		850	850 - 870

В топливе не должны содержаться посторонние субстанции или химические загрязнения, опасные для установки или отрицательно влияющие на работу двигателя.



Примечание!

Если одна из характеристик топлива превышает макс. значение для HFO 1, топливо следует считать топливом HFO 2.

02.1.3. Пояснения к характеристикам топлива

V2

- a)** **Вязкость** - это не мера качества топлива, но она определяет сложность системы нагрева и управления маслом, поскольку ТДТ должно быть подогрето, чтобы достичь в точке впрыска вязкости 16-24 сСт. При низкой вязкости поток мимо плунжера в инжекторном насосе увеличивается. Это приводит к уменьшению количества выпрыскиваемого топлива, что в особенно тяжелых случаях может сделать достижение полной мощности двигателя невозможным. Топливная система стандартного двигателя рассчитана на максимальную вязкость топлива 55 сСт при 100°C (около 730 сСт при 50°C, около 7200 сек по Редвуду № 1 при 100°F).
- b)** **Плотность** влияет, главным образом, на сепарацию топлива. Сепараторы могут удалять воду и некоторые твердые частицы из топлива плотностью до 991 кг/м³ при 15°C. На рынке существуют также сепараторы, способные очищать топливо плотностью до 1010 кг/м³ при 15°C. Прежде чем покупать топливо очень высокой плотности нужно проверить возможности сепаратора, поскольку остающиеся при недостаточной очистке частицы и вода могут привести к чрезмерному износу. Осуществлять выбор диска сепаратора нужно на основе плотности топлива.



Осторожно!

Топливо с низкой вязкостью в сочетании высокой плотностью обычно имеет низкие характеристики горения!

- c)** **Воспламеняемость.** Тяжелые виды топлива могут иметь очень плохую воспламеняемость. Это может вызвать проблемы во время пуска и при работе с низкой нагрузкой, особенно если двигатель недостаточно прогрет. Плохая возгораемость может также стать причиной длительной задержки зажигания и повлечь за собой быстрый подъем давления и очень высокие максимальные уровни давления. Это увеличивает механическую нагрузку и может стать причиной тяжелых повреждений компонентов двигателя, в частности, поршневых колец и подшипников. Также прогнозируется возникновение отложений на головке поршня, в выхлопных клапанах, в выхлопной системе, а также в сопловом кольце и на лопастях турбины. Загрязнение турбокомпрессора приведет к уменьшению его эффективности и увеличению температурной нагрузки.

Симптомом плохого возгорания является стук в дизельном двигателе, т.е. резкий шум высокой тональности при сгорании топлива. Результатом дизельного шума становится увеличение механической нагрузки на расположенные вблизи камеры сгорания компоненты, увеличение температурной нагрузки, а также увеличение расхода и загрязнение смазочного масла.



Осторожно!

Несмотря на то, что низкая воспламеняемость приводит к задержке воспламенения, приближение фазы впрыска только ухудшает положение: топливо впрыскивается при более низкой температуре сжатия, что еще сильнее увеличивает задержку воспламенения!

В стандартах флотского мазута не содержится определения или ограничений воспламеняемости топлива. Это же касается и флотского дистиллятного топлива ISO-F-DMC.

Воспламеняемость дистиллятного топлива может определяться несколькими методами, например, дизельным индексом, цетановым индексом и цетановым числом. Воспламеняемость тяжелого дизтоплива может быть грубо определена путем вычисления расчетного ароматического индекса углерода (CCAI) на основе вязкости и плотности топлива.

Определение CCAI:

$$CCAI = \rho - 81 - 141 \log_{10} \log_{10}(v_k + 0.85)$$

где ρ = плотность (кг/м³ при 15°C)

nv_k = кинематическая вязкость (сSt при 50 °C)



Примечание!

Увеличение индекса CCAI соответствует ухудшению воспламеняемости!

CCAI можно также определить (но с ограниченной точностью) при помощи номограммы, см. [Рис 02-3](#).

Прямогонное топливо показывает значения CCAI в диапазоне 770 - 840 и имеет хорошую воспламеняемость. Крекинг-мазут имеет значения от 840 до 900, в то время как флотский мазут в настоящее время имеет показатели в диапазоне от 840 до 870.

CCAI не является точным инструментом измерения воспламеняемости топлива. Тем не менее, можно дать следующие ориентировочные рекомендации:

- Для двигателей, работающих на постоянных оборотах при нагрузке свыше 50%, может без проблем использоваться топливо с индексом CCAI до 870.
- Для двигателей, работающих на переменных оборотах при изменяющейся нагрузке, может без проблем использоваться топливо с индексом CCAI до 860.

Во избежание проблем, вызванных низкой воспламеняемостью, следует обращать внимание на следующие факторы.

- Достаточный прогрев двигателя перед пуском.
- Правильность функционирования обратной системы охлаждения.
- Правильность функционирования системы впрыска, особенно состояние форсунок.

Номограмма

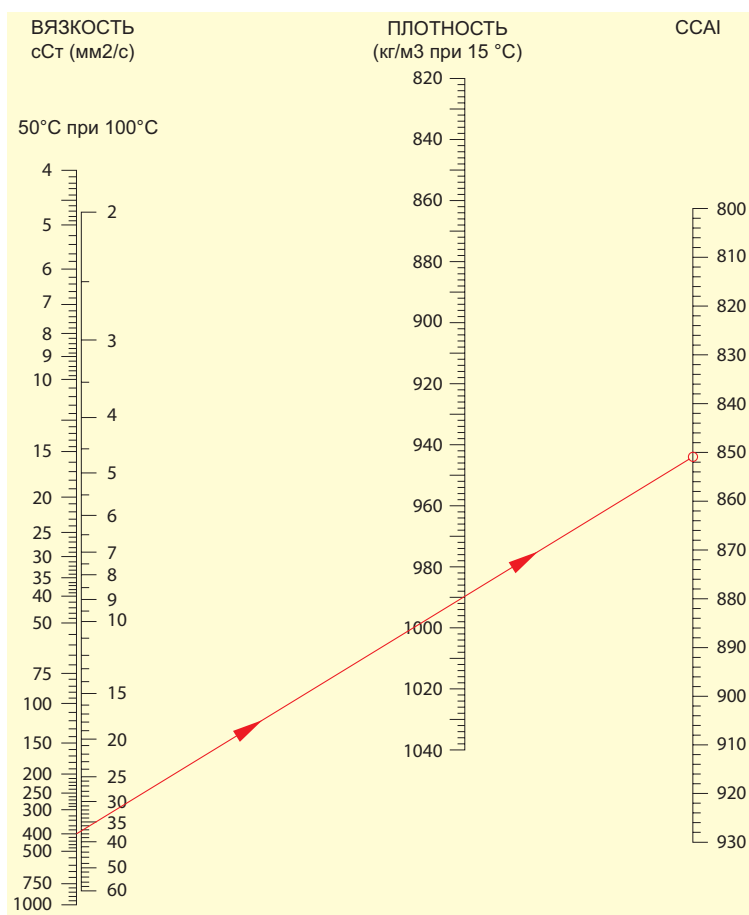


Рис 02-3

320259 V1

d) **Содержание воды** тяжелых видов дизтоплива варьируется в широком диапазоне. Вода может происходить из нескольких различных источников, она может быть пресной и соленой. Она может также появляться в виде конденсата в бункерных баках установки.

- Если вода пресная и хорошо эмульгирована в топливе, то по мере возрастания содержания воды эффективное энергосодержание топлива уменьшается, что приводит к повышению расхода топлива.
- Если топливо загрязнено морской водой, то содержащийся в соленой воде хлор будет вызывать коррозию топливной системы, включая инжекторное оборудование. Влияние натрия, который также поступает из соли, более подробно описано ниже.

Во избежание проблем с топливной системой двигателя содержание воды должно быть уменьшено до макс. 0,3% перед подачей топлива в двигатель.

e) **Сера** в топливе может вызвать холодную коррозию или коррозионный износ, особенно при низкой нагрузке. Сера также способствует образованию отложений в выхлопной системе, обычно совместно с ванадием и/или натрием в форме сульфатов. Отложения могут также вызывать высокотемпературную коррозию, как это описано ниже.

- f) Высокая зольность** проявляется несколькими способами. Различные компоненты золы вызывают различные проблемы:
- Оксиды **алюминия и кремния** обязаны своим появлением процессу перегонки, они могут вызывать сильный абразивный износ, главным образом, инжекторных насосов и распылителей, а также гильз цилиндров и поршневых колец. Чтобы свести износ к минимуму, насущно необходима эффективная сепарация топлива.
 - Оксиды **ванадия и натрия**, в основном, ванадаты ванадила натрия, образуются во время сгорания, и смешиваются или вступают в реакцию с оксидами и ванадатами других составляющих золы, например, никеля, кальция, кремния и серы. Температура спекания смеси может быть такой, что на клапане, в системе вывода отработавших газов или в турбокомпрессоре будут образовываться отложения. В расплавленном состоянии эти отложения сильно коррозионны и разрушают защитный оксидный слой, в том числе, выпускного клапана и вызывают горячую коррозию и перегорание клапана. Отложения и горячая коррозия турбокомпрессора, особенно, соплового кольца и лопастей турбины приведут к уменьшению эффективности работы турбокомпрессора. Будет нарушен газообмен, уменьшится поток воздуха через двигатель и вследствие этого возрастет температурная нагрузка на двигатель. Чем выше температура и эффективная мощность двигателя, тем интенсивнее происходит формирование отложений.

Во избежание возникновения вышеперечисленных проблем при работе на высокозольном топливе необходимо выполнять следующие правила.

- Обеспечить эффективную очистку топлива.
- Турбокомпрессор нужно регулярно очищать водой, см. раздел [1.24.3](#).
- Обеспечить строгий контроль качества бункерного топлива, в частности, с целью поддержания низкого содержания золы и ее вредных составляющих.
- Регулярно очищать воздушные фильтры и охладители нагнетаемого воздуха, следя за перепадом давления на них.

- g)** **Высокое содержание коксового остатка** может приводить к образованию отложений в камере сгорания и выхлопной системе, особенно при малых нагрузках.
- Образование отложений на концевиках топливных форсунок нарушает распыление топлива и деформирует топливную струю, уменьшая эффективность процесса сгорания и приводя к локальным термическим перегрузкам.
 - Отложения в канавках поршневых колец и на самих кольцах препятствуют перемещению колец, в частности, вызывая усиленный прорыв газов в картер, что в свою очередь увеличивает загрязнение моторного масла.
 - Отложения в выхлопной системе и турбонагнетателе нарушают газообмен и повышают термические нагрузки.
- h)** **Высокое содержание асфальтенов** может усилить формирование отложений в камере сгорания и выхлопной системе, особенно при низкой нагрузке. Асфальтены - это сложные высокоароматические соединения с большим молекулярным весом, которые обычно содержат серу, азот и кислород, а также такие металлы, как ванадий, никель и железо (см. "Сера" выше). Высокое содержание асфальтенов показывает, что, возможно, топливо плохо возгорается и медленно горит. Если топливо нестабильно, то асфальтены могут осаждаться из топливных и блочных фильтров и/или вызывать формирование отложений в топливной системе, а также образование чрезмерного количества центрифугального осадка.

- i)** Часто наблюдается **низкая точка возгорания** (высокое давление пара), особенно у неочищенного топлива. Низкая точка возгорания не отражается на сгорании топлива, но такое топливо может быть опасным в обращении и хранении. Это особенно касается случая низкой точки текучести, поэтому топливо нужно подогревать. В экстремальных случаях может быть использовано оборудование и сепараторы с защитой от взрыва. Высокое давление испарений (низкая точка возгорания) может также вызвать кавитацию и образование газовых карманов. Избежать этого можно путем поднятия давления в топливной системе. Нужно помнить, что многие страховые компании требуют использовать топливо, имеющее точку возгорания выше 60°C.
- j)** **Точка текучести** говорит о том, ниже какой температуры топливо теряет текучесть; она характеризует легкость обращения с топливом. Всю топливную систему, включая баки и трубы, нужно прогревать до температуры, которая превышает точку текучести не менее чем на 10 - 15°C.
- k)** **Общий потенциал осаждения** несет определенную информацию о стабильности топлива. Чем выше ОПО, тем выше опасность формирования в баках и элементах топливной системы отложений и осадка, а также засорения фильтров. ОПО может использоваться в качестве критерия совместимости двух различных видов топлива: Два вида топлива смешиваются и, если ОПО смеси остается низким, то совместимость имеет место.

02.1.4. Меры по предупреждению проблем при работе на тяжелом топливе

V1

Низкокачественное топливо отрицательно влияет на износ, срок службы деталей двигателя и интервалы технического обслуживания.

Для достижения максимальной эксплуатационной экономичности рекомендуется принимать следующие меры.

- a)** Ограничить максимальную длительную выходную мощность настолько, насколько позволяют рабочие условия, если известно или предполагается, что в топливе высокое содержание ванадия (более 200 промилле) и натрия.
- b)** Ограничить минимальную выходную мощность настолько, насколько позволяют рабочие условия, если известно или предполагается, что в топливе высокое содержание серы (более 3 масс. %), содержание углерода (Коксовый остаток по Конрадсону более 12 масс. %) и/или содержание асфальтенов (более 8 масс. %).

Непрерывную работу в режиме ниже 20 % номинальной мощности следует ограничить периодом не более 100 часов, увеличивая нагрузку двигателя выше 70 % номинального значения в течение одного часа перед тем, как продолжить работу с низкой нагрузкой или выключить двигатель.

Работа двигателя на холостом ходу (выключено сцепление главного двигателя, отключен генераторный агрегат) должна быть строго ограничена. В разогреве двигателя, работающего без нагрузки, в течение более 3 - 5 минут перед его нагружением, а также в прогоне на холостом ходу в течение более 3 минут перед остановом необходимости нет, и их следует избегать.

02.1.5. Общие рекомендации

V1

Чтобы предотвратить проблемы, связанные с нестабильностью и несовместимостью сортов топлива (осаждение тяжелых составляющих топлива), следует по возможности избегать смешивания топлива из разных бункеровочных станций, если только не известно достоверно, что оно совместимо.

Если возникают проблемы, связанные со стабильностью и совместимостью, запрещается доливать дистиллятное топливо, так как это может увеличить осаждение. Помочь до следующей бункеровки может топливная присадка с исключительно мощными дисперсионными характеристиками.

Характеристики тяжелых сортов топлива, смешанных из остатков после таких современных процессов переработки нефти, как каталитический крекинг и легкий крекинг, могут приближаться по крайней мере к некоторым предельным значениям характеристик топлива, приведенным в главе 02, разделе [02.1.2](#).

По сравнению с "традиционными" сортами тяжелого топлива, смешанными из остатков прямой перегонки, "современные" сорта тяжелого топлива могут иметь пониженную воспламеняемость и эффективность сгорания.

Сорта топлива, смешанные из остатков каталитического крекинга, могут содержать высокоабразивные каталитические частицы (оксиды кремния и алюминия), которые при попадании в систему впрыска могут вызвать полный износ инжекторных насосов и форсунок в течение нескольких часов.

Некоторые проблемы, которые могут возникать при работе на тяжелых сортах топлива, смешанных из остатков крекинга, могут быть предотвращены путем обеспечения:

- Достаточной производительности сепараторов. Наилучшие результаты при минимуме хлопот получаются при последовательном подключении очистителя и осветлителя. В качестве альтернативы основной и резервный сепараторы могут работать параллельно, но при этом для достижения оптимальных результатов предъявляются повышенные требования к правильности выбора гравитационного диска и поддержанию постоянного расхода и температуры. Поток через сепараторы не должен превышать максимальное потребление топлива более чем на 10%.
- Достаточной мощности нагревателей для поддержания на рекомендуемом уровне значений температуры сепарирования и впрыска. Важно, чтобы колебания температуры были по возможности невелики (± 2 °C перед сепаратором) при сепарировании топлива высокой вязкости с плотностью около 991 кг/м^3 при температуре 15 °C.
- достаточного подогрева двигателя и топливной системы перед пуском;
- поддержания в отличном состоянии топливной системы и системы обратного охлаждения.

См. также раздел [02.2.7](#), "Правила обращения с пробами топлива и масла".

02.2.

Смазочное масло

02.2.1. Характеристики масла в системе смазки

V2

Вязкость. Класс вязкости SAE 40.

Индекс вязкости (VI). Мин. 95.

Щелочность (BN). Требуемая щелочность смазочного масла зависит от предписанного для двигателя сорта топлива.

Стандарты топлива и требования к смазочному маслу			
Категория	Стандарт топлива		Щелочное число масла (BN)
A	ASTM D 975-94 ISO 8217: 1996(E) BS MA 100:1996 CIMAC 1990	GRADE 1D, 2D DMX, DMA DMX, DMA DX, DA	10 - 30
B	ASTM D 975-94 ISO 8217: 1996(E) BS MA 100:1996 CIMAC 1990	GRADE 4D DMB DMB DB	15 - 30
C	ASTM D 396-94 ISO 8217: 1996(E) BS MA 100:1996 CIMAC 1990	GRADE No. 4-6 DMC, RMA10-RMK55 DMC, RMA10-RMK55 DC, A10-K55	30 - 55
D	НЕФТЬ (CRO)		30

При работе на тяжелом дизтопливе рекомендуется использовать преимущественно масла с показателем BN 50 - 55. Эта рекомендация распространяется в первую очередь на двигатели с мокрым поддоном, работающие на тяжелом дизтопливе с содержанием серы выше 2,0 % по массе. Масла с показателем BN 40 также можно использовать при работе на тяжелом дизтопливе, если опыт эксплуатации показывает, что щелочной баланс моторного масла остается на удовлетворительном уровне.

Масла с показателем BN 30 рекомендуется использовать только в особых случаях, например, на установках, оборудованных катализатором SCR. Масла с низким показателем BN оказывают положительное влияние на чистоту катализатора SCR. При использовании масел BN 30 интервалы замены масла могут быть относительно короткими, однако общие эксплуатационные расходы могут быть сокращены за счет повышения эксплуатационной готовности станции при условии, что можно увеличить интервалы техобслуживания катализатора SCR.

Масла с показателем BN 30 также рекомендуются в качестве альтернативы при работе на нефти. Несмотря на то, что сырая нефть часто имеет низкое содержание серы, в ней могут содержаться другие кислотные соединения, поэтому очень важен соответствующий резерв щелочности.

Присадки. В масле должны содержаться присадки, которые повышают устойчивость масла к окислению и его антикоррозионные защитные свойства, улучшают нагрузочную способность масла, нейтрализуют кислотные остатки продуктов сгорания и окисления, предотвращают образование отложений на внутренних частях двигателя (особенно в галереях охлаждения поршней, в зонах поршневых колец и на поверхностях подшипников).

Характеристики вспенивания. Свежее смазочное масло должно иметь следующие пределы стабильности и склонности к вспениванию (согласно методу испытаний ASTM D 892-92):

- Процедура I: 100/0 мл
- Процедура II: 100/0 мл
- Процедура III: 100/0 мл

В данном испытании определенное количество воздуха продувается через пробу смазочного масла. Первое число в результате - это объем пены после 5 минут продувки, оно должно быть меньше или равно 100 мл. Второе число - это объем пены после 10 минут оседания, оно всегда должно быть 0 мл.

Процедуры I и III выполняются при температуре 24°C, а процедура II — при температуре 93,5°C.

02.2.2. Качество смазочного масла

V1

Смазочное масло является неотъемлемым компонентом двигателя и, поэтому, его качество имеет чрезвычайное значение. Все смазочные масла, утвержденные к использованию в двигателях типа Wartsila® прошли через сертификационные испытания в соответствии с процедурой производителя двигателя.

Применение одобренных сортов смазочных масел в течение гарантийного срока обязательно и, кроме того, настоятельно рекомендуется после него.

Перечень одобренных смазочных масел имеется в конце настоящей главы.



Примечание!

Не допускается смешивание масел различных марок без особого разрешения поставщика масел, а в период действия гарантии — изготовителя двигателя.



Примечание!

Прежде чем применять моторное масло, не указанное в таблице, необходимо обратиться к изготовителю двигателя. Не допущенные моторные масла должны быть испытаны в соответствии с процедурами изготовителя двигателя.

02.2.3. Обслуживание и проверка смазочного масла

V2

- 1 **Сепарирование масла в системе** рекомендуется для удаления из масла воды и нерастворимых включений. Не допускается добавление воды при сепарировании ("промывание"). Масло должно быть подогрето до 80 - 95 °С. Многие изготовители масла рекомендуют для получения наилучших результатов выполнять сепарирование масла при температуре 90 - 95 °С. Следует обратиться к поставщику масла, чтобы узнать оптимальную температуру сепарирования. Поддерживать температуру на верхнем пределе рекомендуемого диапазона. Для эффективного сепарирования следует использовать около 20 % номинальной производительности сепаратора. Чтобы обеспечить оптимальные условия, производительность центрифуги должна быть достаточной для сепарирования всего объема масла в системе 4 - 5 раз каждые 24 часа при расходе 20 % от номинального значения. Гравитационный диск следует выбирать с учетом плотности масла при температуре сепарирования. Для оптимальной работы сепаратора соблюдать инструкции по эксплуатации, предоставленные производителем сепаратора.



Примечание!

Степень очистки смазочного масла влияет на состояние смазочного масла и интервал замены партии масла. В зависимости от типа установки и с точки зрения различных устройств смазочной системы, рекомендуются следующие программы сепарации: - В первую очередь рекомендуется непрерывная работа сепаратора (сепараторов) при работе двигателя (двигателей). - Периодическая сепарация вспомогательного двигателя в режиме ожидания или работы на установке, оснащенной одним или несколькими сепараторами, которые очищают смазочное масло более чем одного двигателя.



Осторожно!

Неисправность автоматического «самоочищающегося» сепаратора может при определенных обстоятельствах быстро повысить содержание воды в масле! (Неисправность регулировочного водяного клапана).

2 В течение первого года эксплуатации рекомендуется отбирать пробы смазочного масла через 500 часов работы. Пробу следует выслать поставщику масла для анализа. На основе полученных результатов можно определить целесообразный интервал замены масла. Частый анализы масла с интервалом 500 - 1000 часов работы рекомендуются также и по окончании первого года эксплуатации для обеспечения надежной работы двигателя. См. также раздел [02.2.7](#), "Правила обращения с пробами топлива и масла". При оценке состояния используемого масла необходимо исследовать следующие свойства. Сравнить их с контрольными значениями (анализ типа) для свежего масла используемой марки.

Вязкость. Не должна уменьшаться более чем на 20 % и увеличиваться более чем на 25 % выше нормативного значения при 100 °C. Не должна уменьшаться более чем на 25 % и увеличиваться более чем на 45 % выше нормативного значения при 40 °C.

Температура воспламенения. Не должна падать более чем на 50 °C ниже нормативного значения. Минимальная допустимая температура воспламенения составляет 190 °C (в открытом тигле) и 170 °C (в закрытом тигле). При 150 °C опасность взрыва в картере.

Содержание воды. Не должно превышать 0,3 %. Значение выше 0,3 % не допускается для длительной работы, следует принять соответствующие меры: сепарирование или замена масла.

Щелочное число (BN).

- Топливо категорий A и B: Минимальное допустимое значение щелочного числа отработавшего масла составляет 50% номинального значения свежего масла.
- Топливо категорий C и D: Минимальное допустимое значение щелочного числа отработавшего масла равно 20.

Нерастворимые включения. Допустимое количество зависит от различных факторов. Необходимо следовать рекомендациям поставщика масла. Однако при содержании нерастворимого n-пентана выше 1,5 % требуется предпринимать меры. Величина выше 2 % недопустима в течение длительных периодов работы.

Следует отметить, что для оценки качества изменения результатов анализа более важны, чем абсолютные значения.

Резкие и значительные изменения могут быть признаком нарушения работы двигателя или системы.

- 3 **Восполнить расход масла** добавлением макс. 10 % свежего масла в один приём. При добавлении большего количества может нарушиться баланс в рабочем масле, вызывая, например выпадение нерастворимого осадка. Следует измерять и регистрировать количество добавляемого масла. Путем наблюдения за расходом смазочного масла можно получить ценные сведения о состоянии двигателя. Его непрерывное повышение может свидетельствовать об износе поршневых колец, поршней и гильз цилиндров, а резкое повышение служит основанием для извлечения поршней, если не найдено других причин роста расхода.
- 4 **Ориентировочные величины интервалов между сменами масла** указаны в главе 04 . Интервалы замены масла зависят от размеров системы (объема масла), условий работы, качества топлива, эффективности сепарирования и общего расхода масла. Эффективное сепарирование и большие системы (работа с сухим поддоном) как правило, допускают продолжительные интервалы между заменами масла. Рекомендуется следить за тем, чтобы значение BN смазочного масла поддерживалось в пределах, установленных заводом-изготовителем, на протяжении всего интервала замены масла.

02.2.3.1. При замене масла рекомендуется следующая процедура

V2

- 1 **Слейте масло из системы** пока оно еще горячее. Проверьте, чтобы масляные фильтры и охладители были также опустошены.
- 2 **Очистите пространства, заполненные маслом**, включая фильтры и отделение распредвала. Вставьте в фильтры новые кассеты.
- 3 **Залейте небольшое количество нового масла** в маслоотстойник и прокачайте его с помощью насоса предварительной смазки. Слейте масло!

4 Залить необходимое количество масла в систему, см. главу 01, раздел 01.1. Пробы масла, отбираемые регулярно через определенные интервалы, анализируются поставщиком масла. Результаты анализа, представленные в виде графика функции в зависимости от отработанных часов, служат эффективным способом определения интервалов замены масла. Отправить или попросить поставщика масла послать копии результатов анализа масла изготовителю двигателя, который поможет в оценке. С целью минимизации опасности вспенивания масла, образования отложений, засорения масляных фильтров, повреждения узлов двигателя и т.п. при замене одной марки масла на другую необходимо выполнять следующую процедуру:

- По возможности нужно совместить замену марки масла с капремонтом двигателя (поршней).
- Слейте старое масло из смазочной системы.
- Очистите смазочную систему при наличии чрезмерных отложений на поверхностях таких узлов двигателя, как картер, отсек распредвала и т.п.
- Заполните смазочную систему свежим маслом.

В случае невыполнения описанной выше процедуры ответственность за возможные нарушения функционирования и повреждения по причине замены масла всегда должна согласовываться между поставщиком горюче-смазочных материалов и заказчиком.

02.2.4. Смазочное масло для регулятора

V2

См. прилагающееся руководство по эксплуатации регулятора. Допускается применение масла класса вязкости SAE 30 или SAE 40, и можно использовать то же масло, которое используется в двигателе. Масло для турбонагнетателя также можно использовать в регуляторе. В сложных условиях окружающей среды может понадобиться использование всесезонного масла (например, SAE 5W-40) для обеспечения хорошей управляемости во время пуска. Периодичность замены масла см. в графике техобслуживания, глава 04.

Водяной конденсат, высокая температура или протекающий уплотнитель приводного вала могут привести к ухудшению характеристик масла, а на внутренних поверхностях регулятора могут накапливаться отложения. Если причину этого не удастся установить и устранить, следует сократить интервалы замены масла или поменять тип масла.

В случае обнаружения сильного загрязнения масла следует тщательно промыть регулятор используемым маслом или газойлем.

Примеры смазочных масел, пригодных для использования в регуляторе, приведены в конце этой главы, в списке смазочных масел, допущенных для двигателя и турбонагнетателя.

- Если система оборудована пусковым ускорителем, при замене масла его также нужно опорожнить.
- На тех установках, где привод оборудован фильтром, его следует очистить при замене масла.
- В зависимости от типа регулятора масло должно сливаться из силового цилиндра отдельно. Это делается путем извлечения пробки на дне силового цилиндра.
- Некоторые регуляторы оборудованы магнитной масляной пробкой, эта пробка должна очищаться при замене масла.



Осторожно!

Если в регуляторе используется турбинное масло, необходимо следить за тем, чтобы оно не смешивалось со смазочным маслом двигателя. Попадание даже небольшого количества смазочного масла двигателя в турбинное масло может вызвать сильнейшее вспенивание.

02.2.5. Смазочное масло для турбонагнетателя

V2

Следует иметь в виду, что на двигателях могут использоваться турбонагнетатели разных типов. В разных типах турбонагнетателей используется разная система смазки. Одни турбонагнетатели имеют общую с двигателем систему смазки (см. главу), в других имеется внутренняя система смазки подшипников, см. главу 15 . Дополнительные сведения см. в прилагающемся руководстве по эксплуатации турбонагнетателя.



Примечание!

Для турбонагнетателей ABB серии VTR..4 изготовители двигателей и турбонагнетателей настоятельно рекомендуют использовать синтетическое низкофрикционное смазочное масло!

Интервал замены масла составляет 1500 ч работы для специальных минеральных масел и 2500 ч работы для синтетических смазочных масел.



Осторожно!

Следить за тем, чтобы турбинное масло не смешивалось со смазочным маслом двигателя. Даже небольшое его количество может вызвать сильнейшее вспенивание.

Перечень смазочных масел, допущенных для использования в турбоагрегатах ABB серии VTR..4, приведен в конце этой главы. По показателям вязкости и качества эти масла соответствуют рекомендациям.

02.2.6. Смазочные масла для механизма проворачивания двигателя

V1

Рекомендуется в качестве смазочных масел для механизма проворачивания двигателя использовать трансмиссионные масла EP вязкостью 400 - 500 сСт при 40°C = ISO VG 460.

Перечень смазочных масел, допущенных изготовителями для использования в механизмах проворачивания двигателя, приведен в конце этой главы.

02.2.7. Правила обращения с пробами топлива и масла.

V1

Трудно переоценить важность правильного выполнения отбора проб топлива и масла. Точность результатов анализа очень сильно зависит от правильности отбора пробы, и качество результатов будет соответствовать качеству пробы.

Использовать чистые контейнеры для проб объемом примерно 1 литр. Чистые контейнеры для проб и принадлежности (картонные ящики стандарта IATA для транспортировки, готовые этикетки с адресами и т.д.) можно получить, например, в местном представительстве сети Wärtsilä. Промыть линию для проб перед фактическим отбором пробы. Предпочтительно также промыть колбы для проб с маслом пару раз перед отбором пробы, особенно если приходится использовать "неизвестные" колбы для проб. Плотнo закрыть колбы предусмотренными навинчивающимися колпачками. Опломбировать все колбы и тщательно записать все номера отдельных пломб. Положить колбы, которые нужно отправить на анализ, в пластиковые пакеты со струнным замком для предотвращения разливов. Перед пломбировкой осторожно сдавить пакет со струнным замком, чтобы уменьшить содержание воздуха до минимума.

Вводная информация к пробе жидкого топлива/смазочного масла также важна, как и сама проба. Ценность пробы масла без вводной информации очень ограничена. При отборе проб важно указывать следующие данные:

- Наименование установки
- Тип двигателя и номер
- Нарботанные часы двигателя
- Марка смазочного масла/тип жидкого топлива
- Нарботанные часы смазочного масла
- В каком месте системы был произведён отбор пробы смазочного масла/жидкого топлива
- Дата отбора проб и номера пломб отдельных проб, если пломбы имеются
- Причина отбора и анализа пробы
- Контактная информация: Имя и фамилия (того, кто отбирает пробу), телефон, факс, адрес электронной почты и т.д.

Используйте, например, готовый формуляр "Применение анализа масла", см. приложения к Руководству.

Соблюдать правила личной безопасности при отборе и перемещении проб жидкого топлива и смазочного масла. Не допускается вдыхать испарения и масляный туман, при необходимости использовать респиратор. Использовать прочные, устойчивые к нагреву и углеводородам перчатки (например, из нитрилового каучука). Надевать защитные очки, если существует опасность разбрызгивания. Надевать лицевой экран и защитную одежду при работе с горячим продуктом.

02.2.7.1. Отбор пробы смазочного масла

V1

Пробы смазочного масла следует отбирать при работающем двигателе сразу за масляным фильтром на двигателе. Перед добавлением свежего масла в систему всегда отбирать пробы смазочного масла.

02.2.7.2. Отбор проб жидкого топлива.

V1

Пробы топлива можно отбирать из разных мест в топливной системе. Пробы топлива "при бункеровке" или "перед двигателем" (после сепарации и фильтрации топлива) являются наиболее распространенным типом проб. С точки зрения двигателей самой важной пробой топлива естественно является та, которая поступает в двигатель, т.е. отбираемая после сепарации и фильтрации топлива. Но, если, например, необходимо проверить эффективность сепарирования топлива, пробы следует брать сра-

зу перед сепаратором и после него. Не рекомендуется брать пробы из сливных клапанов внизу бака, потому что в них, вероятно, будут содержаться повышенные уровни воды и осадка, и поэтому пробы не будут представлять объемную фазу.

02.2.8. Отсылка и транспортировка.

V1

Поместить бутылку с мешочком "Ziploc" в картонную коробку IATA и сложить коробку в соответствии с указанными на коробке инструкциями по сборке. Прежде, чем закрыть последнюю крышку картонной коробки IATA, нужно приложить копию "Bunker Receipt" (если она есть).

Проверить Каталог воздушных перевозчиков DNVPS и использовать подходящую наклейку для картонной коробки IATA - это гарантирует, что образец будет направлен в ближайшую лабораторию DNVPS. Заполнить инструкции для пересылки курьером, расположенные сбоку картонной коробки IATA. Во избежание отказа со стороны курьерской службы (DHL), нужно вписать универсальный номер счета DNVPS (950 500 010). Заполнить Форму предварительного счета-фактуры и приклеить изолентой к внешней стороне коробки IATA.

Напрямую позвонить воздушному перевозчику по номеру, указанному в Каталоге воздушных перевозчиков, и заказать срочный вызов курьера (при необходимости). Когда прибудет курьер, вам нужно будет заполнить авианакладную.

Рекомендуется организовывать отправку образцов дизтоплива и смазочного масла на месте. Когда отправка организуется на месте, то результаты будут получены быстрее, кроме того, законодательно запрещено перевозить образцы дизтоплива в качестве багажа на обычном самолете.

При необходимости Вы можете получить помощь в вопросах интерпретации результатов анализа и советы относительно принятия возможных мер в фирме Wdtsild.

02.3.

Охлаждающая жидкость

V1

Чтобы предотвратить коррозию, осаждение окислов и другие отложения в системе циркуляции воды, в воду необходимо добавлять присадки.

Перед началом подготовки вода должна быть чистой и соответствовать спецификациям, которые приводятся в конце этой главы. Далее, в обязательном порядке нужно добавить присадку для охлаждающей жидкости или использовать систему подготовки воды.



Осторожно!

Дистиллированная вода без присадок поглощает двуокись углерода из воздуха, что значительно повышает опасность коррозии.

Морская вода даже в небольших количествах вызывает сильную коррозию и образование осадений в системе.

Дождевая вода содержит большое количество кислорода и двуокиси углерода, что значительно повышает опасность коррозии; она неприемлива в качестве охлаждающей жидкости.

Если существует опасность замораживания, следует обратиться на завод-изготовителю двигателя по вопросу использования антифризных химикатов.

Пресная вода, выработанная бортовой обратноосмотической установкой, часто имеет повышенное содержание хлоридов (выше допустимого 80 мг/л) и может вызвать коррозию.



Осторожно!

Использовать гликоль в охлаждающей жидкости не рекомендуется, если в этом нет необходимости. Поскольку сам по себе гликоль не защищает двигатель от коррозии, то в дополнение к нему нужно обязательно использовать рекомендуемую присадку для охлаждающей жидкости.

02.3.1. Присадки

V2

Используйте присадки от известных и надежных поставщиков, у которых есть крупные торговые сети. Неукоснительно следуйте инструкциями поставщика.



Осторожно!

Использование смазочно-охлаждающих эмульсий, фосфатов и боратов (отдельно) не допускается!

При необходимости (в отсутствие готовых присадок) обработать охлаждающую воду нитритом натрия (NaNO_2) дозами по 5 кг/м³. Для получения pH 9 при необходимости добавить каустическую соду (NaOH).



Предупреждение!
Нитрит натрия токсичен.

Скорость коррозии в зависимости от концентрации нитритов



Рис 02-4

320260 V1

Присадки для охлаждающей жидкости на основе нитритов также называются анодными ингибиторами. Для обеспечения ожидаемого результата они требуют правильной дозировки и обслуживания. Находящийся в присадке нитрит - это соль, поэтому он увеличивает электропроводность воды. С другой стороны, электропроводность является одним из главных факторов, определяющих скорость коррозии (если она уже началась): чем выше электропроводность, тем быстрее происходит коррозия.

Если условия (уровень нитритов, хлоридов, кислотности и т.д.) в системах таковы, что присадка на основе нитритов больше не может защитить всю поверхность системы, то в незащищенных областях может произойти быстрая локальная коррозия. Скорость коррозии на пораженных участках будет даже выше, чем если бы в системе не было никакой присадки, см. схематический график скорости коррозии, как функции от концентрации нитритов, на Рис 02-4. Обратите внимание, что положение пика кривой на оси x (= опасное состояние коррозии) нестабильно, оно меняется в зависимости от температуры, уровня кислотности, содержания в охлаждающей жидкости хлоридов, сульфатов и т.п.

В следующей таблице приведены примеры наиболее распространенных типов присадок к охлаждающей жидкости.

Перечень наиболее распространенных присадок к охлаждающей воде		
Присадка	Преимущества	Недостатки
Натрий нитрит	- хорошая эффективность, при условии правильной дозировки - небольшая активная концентрация, 0,5% по массе - дешево	- подходит в качестве присадки (кроме теплообменников с воздушным охлаждением с обширными поверхностями мягкого припоя) - токсично - риск точечной коррозии при слишком низкой концентрации
Нитрит + борат	- нет повышенного риска коррозии при превышении дозировки - безвредно для кожи	- склонность поражать оцинкованные покрытия и мягкий припой - токсично: летальная доза 3-4 г твердого нитрита - риск точечной коррозии при слишком низкой концентрации
Натрий силикат	- нетоксичны - безопасно в обращении	- неактивно при скорости воды выше 2 м/с - серийная продукция очень дорогая - повышенный риск коррозии при слишком низкой концентрации; точечная коррозия - ограниченная применяемость
Натрий молибдат	- нетоксичны - безопасно в обращении	- дороже, чем токсичные присадки - повышенный риск коррозии при недостаточной дозировке - могут возникать отложения (молибдаты могут прикрепляться к сульфатам железа)
Органические и неорганические синергии	- нетоксичны	- дороже, чем присадки на основе нитрита натрия и молибдата - большая по массе активная концентрация

02.3.2. Обработка

V1

При замене присадки или добавлении присадки в систему, в которой использовалась неподготовленная вода, перед заливкой подготовленной воды в систему следует очистить (химически) и промыть всю систему целиком. Если вопреки нашим рекомендациям использовалось эмульсионное масло, то всю систему нужно очень тщательно очистить от масла и жирных отложений.

Испаряющуюся воду нужно компенсировать неподготовленной водой; если используется подготовленная вода, то содержание присадок может с течением времени стать слишком высоким. Для компенсации утечек и прочих потерь нужно добавлять подготовленную воду.

При обслуживании, связанном со сливом воды из системы, сохранить и повторно использовать обработанную воду.

Перечень одобренных присадок к охлаждающей воде и систем ее обработки имеется в конце данной главы.



Примечание!

Попросите поставщика химиката дать инструкции по процедуре обработки, дозировке и контролю концентрации.

Большинство поставщиков предлагают комплект для контроля концентрации.

Кроме того, для того чтобы обеспечить надежную работу двигателя, рекомендуется регулярный, с интервалом в 3 месяца, лабораторный анализ охлаждающей воды.

02А. Экологическая опасность

V1

Дизельное топливо, смозачные масла и присадки охлаждающей жидкости опасны для окружающей среды. Будьте очень внимательны при работе с этими веществами и содержащими их системами. Ниже приведена подробная информация и инструкции по обращению с этими веществами.

02А.1. Жидкие топлива

V1

При длительном или повторяющемся контакте с кожей может вызываться раздражение и повышаться опасность рака кожи (полициклические ароматические углеводороды и т.д.). Во время загрузки/бункеровки могут выделяться испарения, такие как сероводород или легкие углеводороды, которые вызывают раздражение глаз и органов дыхания. Топлива - это в основном нелетучие жидкости, но также могут содержать и летучие фракции. Представляют опасность пожара и взрыва. Могут причинять долгосрочный ущерб водной среде. Существует опасность загрязнения грунта и подпочвенных вод. Предпринимать все приемлемые меры для предотвращения загрязнения вод и грунта.

02А.1.1. Правила обращения

V1

- Изолировать от источников воспламенения, например, искровых разрядов статического электричества.
- Не допускать вдыхания выделяющихся испарений (могут содержать сероводород и т.д.), например, во время работы насосов и открытия баков хранилища. При необходимости использовать противогаз.
- Температуры перевозки и хранения не должны превышать температуру воспламенения продукта. Следует хранить в баках или емкостях, предназначенных для легковоспламеняющихся жидкостей.
- Сброс в канализацию, в систему водоснабжения или в почву не допускается.

- При долговременном хранении в баках может образовываться метан в результате действия бактерий. Опасность взрыва, например, во время разгрузки или открытия бака хранилища.
- Ткани, бумага или любой другой абсорбирующий материал, используемый для поглощения разливов, являются источником пожароопасности. Не допускать их скопления.
- Отходы, содержащие продукт, представляют опасность и должны утилизироваться в соответствии с указаниями местных или государственных органов охраны окружающей среды. Сбор, восстановление и сжигание должны проводиться уполномоченным заводом по переработке отходов.

02A.1.2. Индивидуальные средства защиты

V1

- **Защита органов дыхания:** Масляный туман: использовать респиратор, комбинированный фильтр частиц и газов. Выделяющиеся испарения (сероводород и т.д.): использовать респиратор, фильтр неорганических газов.
- **Защита рук:** Прочные, устойчивые к нагреву и углеводородам перчатки (например, из нитрилового каучука).
- **Защита глаз:** Надевать защитные очки, если существует опасность разбрызгивания.
- **Защита кожи и тела:** Надевать лицевой экран и закрывающую одежду, если необходимо. Использовать защитную обувь при работе с бочками. Надевать защитную одежду при работе с горячим продуктом.

02A.1.3. Меры по оказанию первой помощи

V1

- **Вдыхание паров:** Переместить жертву на свежий воздух, держать в тепле, уложив неподвижно. При необходимости дать кислород или выполнить реанимацию дыханием рот в рот. При значительном воздействии обратиться за медицинской помощью. Вдыхание масляного тумана: Обратиться за медицинской помощью.
- **Попадание на кожу:** Попавшее на кожу горячее масло необходимо немедленно смыть большим количеством холодной воды. Немедленно промойте большим количеством воды с мылом. Не используйте растворители, масло

размазывается и может впитаться в кожу. Снимите загрязненную одежду. При развитии раздражения обратитесь за медицинской помощью.

- **Попадание в глаза:** Немедленно промойте большим количеством воды, по меньшей мере, в течение 15 минут и обратитесь за медицинской помощью. По возможности продолжайте промывание до прибытия врача-окулиста.
- **Проглатывание:** Прополощите рот водой. Не пытайтесь вызвать рвоту, чтобы избежать риска аспирации. Обратитесь за медицинской помощью.



Примечание!

Для каждого отдельного продукта, используемого на Вашей установке, у Вас должны быть формы для записи всех данных по технике безопасности, полученные от компании, поставившей дизельное топливо.

02A.2.

Природный газ

v1

Природный газ нетоксичен и не принесет вреда, если вдохнуть его в низкой концентрации возле незначительных утечек топлива. Тем не менее, высокие концентрации могут привести к сонливости и, в конце концов, к смерти через удушье.

При работе с газовыми двигателями в некоторых случаях газ может стать причиной опасных ситуаций. Самые серьезные ситуации возникают при утечках газа в моторный отсек, возгорании газа и взрывах газа, вызванных наличием несгоревшего газа в выхлопной системе.

При взрыве газа важно предотвратить травмы людей, защитить от повреждений оборудование и предотвратить загрязнение окружающей среды. Повреждения вызываются ударной волной и воздействием расширяющихся и частично горящих газов. Чтобы избежать повреждений, нужно предотвратить возрастание давления в оборудовании и направить высвобождаемое давление в открытое пространство.

Прочитайте руководство по безопасности газового оборудования, которое находится в конце главы 03 по газомоторным установкам.

02A.3.

Смазочные масла

V1

Свежие смазочные масла обычно не представляют определенной опасности отравления, но обращаться со всеми смазочными материалами всегда следует с повышенной осторожностью. Использованные смазочные масла могут содержать значительные количества вредных соединений металлов и ПАУ (полициклические ароматические углеводороды). Избегать длительного или повторяющегося контакта с кожей. Предотвращать любую опасность разбрызгивания и беречь от нагрева, источников воспламенения и окисляющих веществ. Существует опасность долгосрочного загрязнения грунта и подпочвенных вод. Предпринимать все приемлемые меры для предотвращения загрязнения вод и грунта.

02A.3.1. Правила обращения

V1

- Обеспечить достаточную вентиляцию, если существует опасность выбросов в виде испарений, тумана или аэрозольных частиц. Не вдыхать испарения, дым или туман.
- Не располагайте вблизи огнеопасных материалов или окислителей.
- Держать вдали от пищи и напитков. Во время обработки не есть, не пить и не курить.
- Использовать только стойкие к углеводородам контейнеры, трубопроводы и т.д.. Открывать контейнеры в хорошо вентилируемой среде.
- Немедленно снимите всю загрязнённую одежду.
- В пустой упаковке могут оставаться огнеопасные или потенциально взрывоопасные пары.
- Ткани, бумага или любой другой абсорбирующий материал, используемый для сбора разливов, являются источником пожароопасности. Не допускать их скопления. Держать отходы в закрытых контейнерах.
- Отходы, содержащие продукт, представляют опасность и должны утилизироваться в соответствии с указаниями местных или государственных органов охраны окружающей среды. Сбор, восстановление и сжигание должны проводиться уполномоченным заводом по переработке отходов.

02A.3.2. Индивидуальные средства защиты

V1

- **Защита рук:** Непромокаемые и устойчивые к углеводородам перчатки (например, из нитрилового каучука).
- **Защита глаз:** Надевать защитные очки, если существует опасность разбрызгивания.
- **Защита кожи и тела:** Надевать лицевой экран и закрывающую одежду, если необходимо. Использовать защитную обувь при работе с бочками. Надевать защитную одежду при работе с горячим продуктом.

02A.3.3. Меры по оказанию первой помощи

V1

- **Вдыхание паров:** Перенести пострадавшего на свежий воздух, согреть и придать неподвижное лежачее положение.
- **Попадание на кожу:** Горячее масло, попавшее на кожу, следует немедленно промыть большим количеством воды с мылом. Не использовать растворителей, масло расплывается и может быть абсорбировано кожей. Удалить загрязненную одежду. Если появится раздражение, обратиться за медицинской помощью.
- **Попадание в глаза:** Немедленно промыть большим количеством воды по меньшей мере в течение 15 минут и обратиться за медицинской помощью.
- **Проглатывание:** Не пытайтесь вызвать рвоту, чтобы избежать риска аспирации. Обратитесь за медицинской помощью.
- **Аспирация жидкого продукта:** При подозрении на аспирацию легких (например, при рвоте) немедленно обратитесь к врачу.



Примечание!

Для каждого отдельного продукта, используемого на Вашей установке, у Вас должны быть формы для записи всех данных по технике безопасности, полученные с завода-изготовителя смазочного масла или у местного дилера.

02A.4.

Присадки к охлаждающей жидкости, на нитритной основе.

V1

Продукты токсичны при проглатывании. Концентрированный продукт может вызвать серьезные симптомы отравления, болезненные головокружения и головную боль. Значительное поглощение может вызвать серый/синий цвет кожи и слизистых оболочек и снизить кровяное давление. При контакте неразбавленного продукта с кожей и глазами возникает сильное раздражение. Разбавленные растворы могут вызывать умеренное раздражение.

02A.4.1. Правила обращения

V1

- Избегайте попадания на кожу и в глаза.
- Держать вдали от пищи и напитков. Во время обработки не есть, не пить и не курить.
- Хранить в хорошо вентилируемом помещении с доступом к душе срочного действия и душе для промывки глаз.
- Присыпать разливы жидкости абсорбирующим материалом и собрать твердые частицы в контейнер. Промыть пол водой, т.к. из-за разливов он может стать скользким. При более масштабных разливах обратиться в соответствующие органы власти.
- Сыпучий материал можно транспортировать на соответствующее место сброса отходов в соответствии с местными правилами.

02A.4.2. Индивидуальные средства защиты

V1

- **Защита органов дыхания:** Обычно не требуется. Нужно избегать нахождения в тумане рабочих веществ.
- **Защита рук:** Необходимо надевать резиновые перчатки (например, из ПВХ или натуральной резины).
- **Защита глаз:** Необходимо надевать защитные очки.
- **Защита кожи и тела:** Использовать защитную одежду и принять меры к недопущению разбрызгивания. При работе с бочками использовать защитную обувь.

02A.4.3. Меры по оказанию первой помощи

V1

- **Вдыхание:** В случае воздействия брызг или тумана необходимо перенести пострадавшего на свежий воздух, согреть и неподвижно уложить. Если последствия воздействия не проходят, следует обратиться за медицинской помощью.
- **Попадание на кожу:** Немедленно промыть большим количеством воды с мылом. Удалить загрязненную одежду. Если появится раздражение, обратиться за медицинской помощью.
- **Попадание в глаза:** Немедленно промыть большим количеством воды с мылом и обратиться за медицинской помощью. По возможности, продолжать промывание до прибытия специалиста.
- **Проглатывание:** Прополоскайте рот водой. Выпейте молока, фруктового сока или воды. Не вызывайте рвоту, не посоветовавшись с врачом. Немедленно обратитесь к врачу. Не давайте питье человеку без сознания.



Примечание!

Для каждого отдельного продукта, используемого на Вашей установке, у Вас должны быть формы для записи всех данных по технике безопасности, полученные с завода-изготовителя охлаждающей воды или у местного дилера.

02A.5.

Детали, загрязненные летучей золой и пылью от выхлопных газов

V1

При выполнении работ с летучей золой, пылью от выхлопных газов, во время работ внутри выхлопной системы и при обращении с любыми деталями, загрязненными выхлопной пылью, как минимум, необходимо соблюдать следующие меры предосторожности и правила техники безопасности:



Примечание!

Следует избегать вдыхания, попадания в глаза или на кожу, а также проглатывания летучей золы и пыли.

К работникам должно предъявляться требование обязательного изучения правил техники безопасности перед тем, как приступить к ремонту выхлопной системы или узлов двигателя, соприкасающихся с выхлопными газами.

**Примечание!**

Необходимо избегать выбрасывания и рассыпания летучей золы и пыли в окружающую среду.

Когда открываются смотровые отверстия выхлопной системы и особенно SCR, избегать распространения пыли в окружающей зоне. Во время замены компонентов в выхлопной системе и при их перемещении, а также во время нормальной работы системы, требуется предотвращать распространение пыли.

Должны применяться соответствующие инструкции по устранению выбросов дымовых газов и пыли. Пыль, собранная из выхлопной системы, должна рассматриваться как вредные отходы, и обращаться с ней требуется в соответствии с местными правилами и законодательством.

02A.5.1. Индивидуальные средства защиты

V1

- **Защита органов дыхания:** Токсичные частицы: использовать противогаз с фильтром P3, а для работы внутри SCR или в других местах выхлопной системы с высокой концентрацией пыли рекомендуется маска-противогаз с подачей свежего, отфильтрованного сжатого воздуха.
- **Защита рук:** Перчатки.
- **Защита глаз:** Надевать защитные очки.
- **Защита кожи и тела:** Надевать покрывающую одежду.

При обработке и очистке узлов двигателя, соприкасающихся с выхлопными газами, также должны приниматься соответствующие меры безопасности, перечисленные выше.

Кроме того, следует обеспечить вентиляцию, достаточную для того, чтобы удалять пыль, образующуюся при обработке и очистке узлов двигателя.

02A.5.2. Меры по оказанию первой помощи

V1

- **Вдыхание пепла:** Перенести пострадавшего на свежий воздух, согреть и придать неподвижное лежачее положение. Дать кислород или выполнить искусственное дыхание "рот в рот". При значительном воздействии обратиться к врачу.
- **Попадание на кожу:** Попавшую на кожу горячую золу необходимо немедленно смыть большим количеством холодной воды. Немедленно промойте большим количеством воды с мылом. Не используйте растворители, зола

размазывается и может впитаться в кожу. Снимите загрязненную одежду. При развитии раздражения обратитесь за медицинской помощью.

- **Попадание в глаза:** Немедленно промойте большим количеством воды, по меньшей мере, в течение 15 минут и обратитесь за медицинской помощью. По возможности продолжайте промывание до прибытия врача-окулиста.
- **Проглатывание:** Прополощите рот водой. Не пытайтесь вызвать рвоту, чтобы избежать риска аспирации. Обратитесь за медицинской помощью.

02A.6.

Свинец в подшипниках

V1

Свинец обладает ценными антифрикционными свойствами и поэтому входит в состав многих сплавов для подшипников.

Подшипники в двигателях Wärtsilä включают в свой состав свинец, и поэтому являются токсичными вредными отходами. Свинец, содержащийся в подшипниках, которые больше не используются, должен удаляться в отходы в соответствии с инструкциями местных заводов по переработке отходов.

02A.7.

Изделия из фторсодержащей резины

02A.7.1. Правила обращения - обычное применение для уплотнения

V1

При нормальных условиях применения уплотнительные изделия из фторированной резины не несут угрозы для здоровья. При соблюдении обычной производственной гигиены, обращение с изделиями, в частности, установка и обслуживание не несут в себе никакого риска.

02A.7.2. Правила обращения в случае перегрева посадочных мест и прорыва клапанов

V1

При замене колец О-образного сечения, в частности, после продувки клапана, операторы, работающие с остатками сгоревшей фторированной резины, должны использовать непроницаемые

кислотостойкие перчатки для защиты кожи от сильнокоррозионных остатков. Подходят перчатки из неопрена и ПВХ. Все жидкие остатки должны рассматриваться как чрезвычайно коррозионные.

Нейтрализация остатков может осуществляться с использованием большого количества раствора гидроксида кальция (известковой воды). Использованные перчатки необходимо утилизировать.

02A. 7.2.1. Использование изделий из фторсодержащей резины при температуре свыше 275°C (527°F)

V1

Фторидная резина может использоваться в большинстве установок (до 275 °C) без какого-либо существенного разрушения или опасности для здоровья. Использовать или испытывать фторидную резину при температуре выше 275 °C не допускается. Если материал, несмотря на вышеуказанные рекомендации, будет подвергаться воздействию более высоких температур, или в случае аварии, существует опасность того, что температура повысится и выйдет из-под контроля.

02A.7.3. Особые условия

02A.7.3.1. Шлифовальная пыль

V1

Пыль и частицы, выделяющиеся в результате обтачивания или истирания (износа) фторсодержащей резины, могут привести к образованию токсичных продуктов разложения при сгорании (обжигании). Поэтому в тех местах, где присутствует пыль и частицы фторсодержащей резины, должно быть запрещено курение.

02A.7.3.2. Пожар

V1

В случае пожара горящая фторсодержащая резина может выделять токсичные и агрессивные продукты разложения (такие как фтористоводородная кислота, карбонил фторид, угарный газ и фрагменты фторуглеродов малой молекулярной массы).

Горение (сжигание) фторсодержащей резины допускается только при использовании утвержденных мусоросжигателей, оборудованных системами обезвреживания газовых отходов.

02A.7.3.3. Обеззараживание

V1

Операторы, имеющие дело со сгоревшей фторидной резиной, должны надевать непроницаемые кислотоустойчивые перчатки для защиты кожи от высокоактивных коррозионных остатков сго-

ревшей фторидной резины. Подходят перчатки из неопрена и ПВХ. Все жидкие остатки должны рассматриваться как чрезвычайно коррозионные.

02A.7.4. Индивидуальные средства защиты

V1

- **Защита рук:** Непроницаемые кислотоустойчивые перчатки (из неопрена или ПВХ).
- **Защита дыхательных путей:** Респиратор.

02A.7.5. Меры по оказанию первой помощи

V1

- **Вдыхание:** Эвакуируйте пациента из опасной зоны. Заставьте его прочистить нос. Обратитесь за медицинской помощью.
- **Попадание в глаза:** Немедленно промойте водой. Обратитесь за медицинской помощью.
- **Попадание на кожу:** Немедленно промойте водой. Нанесите на пораженную кожу 2% раствор геля глюконата кальция. Если гель глюконата кальция недоступен, то продолжайте промывание. Обратитесь к врачу.

02В. Требования к маслу и качество масла

02В.1. Требования к качеству масла

V2

Документ № 4V92A0645
Редакция: k

ТРЕБОВАНИЯ К МАСЛУ В СИСТЕМЕ И КАЧЕСТВУ МАСЛА ДЛЯ WDRTSICD 32 ДВИГАТЕЛИ

Вязкость

Класс вязкости SAE 40

Коэффициент вязкости (VI)

Мин. 95

Щелочность (BN)

Требуемая щелочность моторного масла связана с применяемым для двигателя топливом, как показано в следующей таблице.

СТАНДАРТЫ ТОПЛИВА И ТРЕБОВАНИЯ К СМАЗОЧНОМУ МАСЛУ			
Категория	Стандарт топлива		Щелочное число масла (BN)
A	ASTM D 975-01, BS MA 100: 1996 CIMAC 2003 ISO 8217: 2005(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: 2005(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: 2005(E)	GRADE NO. 4-D GRADE NO. 5-6 DMC, RMA10-RMK55 DC, A30-K700 ISO-F-DMC, RMA10-RMK55	30 - 55
D	СЫРАЯ НЕФТЬ (CRO)		30 - 55

В случае применения дистиллятного топлива с низким содержанием серы (S макс. 0,2% м/м) рекомендуется использовать моторное масло с показателем BN 10 - 15.

При работе на тяжелом дизтопливе и на рекомендуется использовать преимущественно масла с показателем BN 50-55. Эта рекомендация распространяется в первую очередь на двигатели с мокрым поддоном, работающие на тяжелом дизтопливе с содержанием серы свыше 2,0 вес. %. Масла с показателем BN 40 также можно использовать при работе на тяжелом дизтопливе, если опыт эксплуатации показывает, что щелочной баланс моторного масла остается на удовлетворительном уровне.

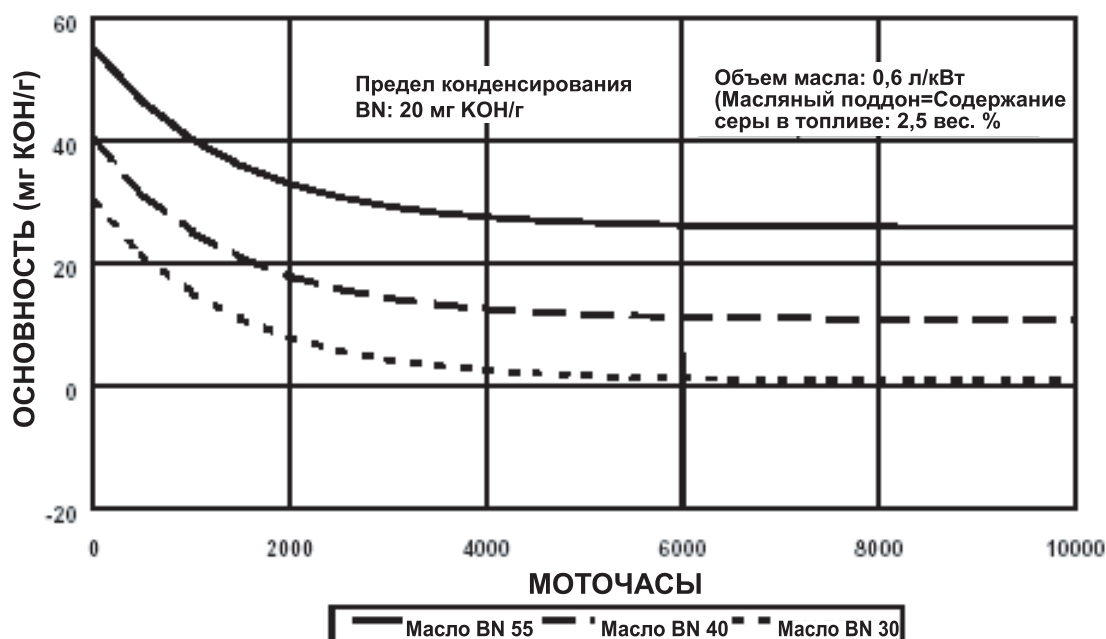
Масла с показателем BN 30 рекомендуется использовать только в особых случаях, например, на установках, оборудованных катализатором SCR. Масла с низким показателем BN оказывают положительное влияние на чистоту катализатора SCR. При использовании масел BN 30 интервалы замены масла могут быть относительно короткими, однако общие эксплуатационные расходы могут быть сокращены за счет повышения эксплуатационной готовности станции при условии, что можно увеличить интервалы техобслуживания катализатора SCR.

Масла BN 30 рекомендуются также как альтернатива при работе на сырой нефти с низким содержанием серы. Несмотря на то, что сырая нефть часто имеет низкое содержание серы, в ней могут содержаться другие кислотные соединения, поэтому очень важен соответствующий резерв щелочности. С сортами сырой нефти с высоким содержанием серы необходимо использовать моторные масла BN 40 - 55.

Если в качестве топлива периодически применяются дистиллятное топливо и мазут, качество моторного масла следует выбирать согласно указаниям для работы на мазуте, т. е. со значением BN не менее 30. Оптимальный показатель BN при таком режиме работы зависит от продолжительности периодов работы на топливе обоих сортов, а также от содержания в них серы. Поэтому в таких случаях необходимо использовать моторные масла BN 40 или еще выше.

Интервалы замены моторного масла могут быть продлены путем ежедневного добавления масла, чтобы постоянно поддерживать уровень масла вблизи максимальной отметки.

Пример кривых снижения показателя BN при использовании моторных масел различной щелочности показан на следующем графике.



Присадки

В масле должны содержаться присадки, которые повышают устойчивость масла к окислению и его антикоррозионные защитные свойства, улучшают нагрузочную способность масла, нейтрализуют кислотные остатки продуктов сгорания и окисления, предотвращают образование отложений на внутренних частях двигателя (особенно в галереях охлаждения поршней, в зонах поршневых колец и на поверхностях подшипников).

Характеристики вспенивания

Свежее смазочное масло должно иметь следующие предельные показатели стабильности и склонности к вспениванию согласно методике испытаний ASTM D 892-92:

Процедура I: 100/0 мл

Процедура II: 100/0 мл

Процедура III: 100/0 мл

Базовые масла

Допускается использование только продуктов прямой перегонки, т. е. использование восстановленных или регенерированных базовых масел не допускается.

02В.2.

Предельно допустимые показатели используемых смазочных масел

V2

При оценке состояния используемого моторного масла необходимо учитывать следующие характеристики и их соответствующие предельные значения. При выходе за допустимые пределы нужно принять соответствующие меры. Сравнить также с исходными значениями свежего моторного масла используемой марки.

Характеристика	Устройство	Предел	Метод испытания
Вязкость	сСт при 40°C	уменьшение макс. 25 % увеличение макс. 45 %	ASTM D 445
Вязкость	сСт при 100°C	уменьшение макс. 20 % увеличение макс. 25 %	ASTM D 445
Вода	% V/V	макс. 0,30	ASTM D 95 или D 1744
Щелочное число	мг КОН/г	мин. 20 при работе на HFO, макс. 50 % обеднение при работе на LFO	ASTM D 2896
Нерастворимые включения	% м/м в п-пентане	макс. 2,0	ASTM D 893b
Температура вспышки, РМСС	°C	мин. 170	ASTM D 93
Температура вспышки, СОС	°C	мин. 190	ASTM D 92

02В.3.

Смена марки моторного масла

V2

С целью минимизации опасности вспенивания масла, образования отложений, засорения масляных фильтров, повреждения узлов двигателя и т.п. при замене одной марки масла на другую необходимо выполнять следующую процедуру:

- По возможности нужно совместить замену марки масла с капремонтом двигателя (поршней).
- Слейте старое масло из смазочной системы
- Очистите смазочную систему при наличии чрезмерных отложений на поверхностях таких узлов двигателя, как картер, отсек распредвала и т.п.
- Заполните смазочную систему свежим маслом

В случае невыполнения описанной выше процедуры ответственность за возможные нарушения функционирования и повреждения по причине замены масла всегда должна согласовываться между поставщиком горюче-смазочных материалов и заказчиком.

02B.4.

Качества моторных масел, допущенных для двигателей Wdrtsild 32

V2

В случае применения недопущенных моторных масел во время гарантийного периода при отсутствии соглашения с изготовителем двигателя об испытаниях, гарантия на двигатель теряет силу.

РАБОТА НА ГАЗОЙЛЕ И МОРСКОМ ДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

В случае применения в качестве топлива газойля или морского дизтоплива рекомендуется использовать моторные масла с показателем BN 10-25. Для двигателей, работающих на газойле или морском дизтопливе, можно также использовать моторные масла с BN 30, указанные в таблице 3.

Таблица 1.

Допущенные системные сорта масел для категорий топлива А и В рекомендуются к использованию преимущественно на установках, работающих на газойле или морском дизтопливе:

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
BP	Energol HPDX 40	SAE 40	12	A
Castrol	HLX 40	SAE 40	12	A
	MHP 154	SAE 40	15	A, B
	Seamax Extra 40	SAE 40	15	A, B
Chevron (Texaco + Caltex + FAMM)	Delo 1000 Marine 40	SAE 40	12	A
	Delo 2000 Marine 40	SAE 40	20	A, B
	Taro 12 XD 40	SAE 40	12	A
	Taro 20 DP 40	SAE 40	20	A, B
ExxonMobil	Delvac 1640	SAE 40	12	A
	Mobilgard ADL 40	SAE 40	15	A, B
	Mobilgard 412	SAE 40	15	A, B
	Mobilgard 1 SHC	SAE 40	15	A, B
Indian Oil Corporation	Servo Marine 1040	SAE 40	10	A
	Servo Marine 2040	SAE 40	20	A, B

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
Petrobras	Marbrax CCD-410-AP	SAE 40	12	A
	Marbrax CCD-415	SAE 40	15	A, B
	Marbrax CCD-420	SAE 40	20	A, B
Shell	Gadina Oil 40	SAE 40	12	A
Statoil	MarWay 1040	SAE 40	10.6	A
Total / Lubmarine	Disola M 4015	SAE 40	14	A
	Disola M 4020	SAE 40	20	A, B

РАБОТА НА ТЯЖЕЛОМ ДИЗТОПЛИВЕ И СЫРОЙ НЕФТИ

В современных дизельных двигателях с открытыми поршнями моторные масла подвергаются сильным нагрузкам из-за низкого удельного расхода масла. Попадание в моторное масло остатков сгорания топлива также может вызвать образование отложений на поверхности некоторых частей двигателя, что приводит к серьезным нарушениям функционирования. Поэтому многие поставщики моторных масел разработали новые формулы моторных масел с улучшенной совместимостью топлива и моторного масла.

Таблица 2.

Допущенные системные сорта масел для категорий топлива C и D рекомендуются к использованию преимущественно на установках, работающих на тяжелом дизтопливе или сырой нефти с высоким содержанием серы, чтобы достигнуть максимальной продолжительности интервалов техобслуживания. Предпочтительными являются моторные масла BN 50-55.

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
BP	Energol IC-HFX 404	SAE 40	40	C, D
	Energol IC-HFX 504	SAE 40	50	C, D
Castrol	TLX Plus 404	SAE 40	40	C, D
	TLX Plus 504	SAE 40	50	C, D
	TLX Plus 554	SAE 40	55	C, D
Cepsa	Troncoil 4040 PLUS	SAE 40	40	C, D
	Troncoil 5040 PLUS	SAE 40	50	C, D
	Ertoil Koral 4040 SHF	SAE 40	40	C, D
	Ertoil Koral 5040 SHF	SAE 40	50	C, D
Chevron (Texaco + Caltex + FAMM)	Taro 40 XL 40	SAE 40	40	C, D
	Taro 50 XL 40	SAE 40	50	C, D
	Delo 3400 Marine 40	SAE 40	40	C, D
	Delo 3550 Marine 40	SAE 40	55	C, D

Требования к маслу и качество масла

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
Chinese Petroleum Corporation	Marilube Oil W 404	SAE 40	40	C, D
	Marilube Oil W 504	SAE 40	50	C, D
ENI S.p.A.	Cladium 400 S SAE 40	SAE 40	40	C, D
	Cladium 500 S SAE 40	SAE 40	50	C, D
	Cladium 550 S SAE 40	SAE 40	55	C, D
ExxonMobil	Exxmar 40 TP 40	SAE 40	40	C, D
	Exxmar 50 TP 40	SAE 40	50	C, D
	Mobilgard M 440	SAE 40	40	C, D
	Mobilgard M50	SAE 40	50	C, D
FL Selenia S.p.A.	MAEO 4040	SAE 40	40	C, D
	MAEO 4050	SAE 40	50	C, D
Fuchs	Titan PSW 40 SAE 40	SAE 40	40	C, D
	Titan PSW 55 SAE 40	SAE 40	55	C, D
Indian Oil Corporation	Servo Marine K-4040	SAE 40	40	C, D
	Servo Marine K-5040	SAE 40	50	C, D
	Servo Marine K-5540	SAE 40	55	C, D
Morris Lubricants	Aquamor 140MD	SAE 40	40	C, D
	Aquamor 150MD	SAE 40	50	C, D
Nippon Oil Corporation	Marine T404	SAE 40	40	C, D
	Marine T504	SAE 40	50	C, D
Pertamina	Martron 440	SAE 40	40	C, D
	Martron 450	SAE 40	50	C, D
	Salyx 440	SAE 40	40	C, D
	Salyx 450	SAE 40	50	C, D
Petrobras	Marbrax CCD-440	SAE 40	40	C, D
	Marbrax CCD-450	SAE 40	50	C, D
Petron	Petromar XC 4040	SAE 40	40	C, D
	Petromar XC 5540	SAE 40	55	C, D
Repsol YPF	Neptuno W NT 4000 SAE 40	SAE 40	40	C, D
	Neptuno W NT 5500 SAE 40	SAE 40	55	C, D

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
Saudi Arabian Lubricating Oil Company (Petrolube)	Petromin Petropower 3-40	SAE 40	40	C, D
	Petromin Petropower 4-40	SAE 40	55	C, D
Shell	Argina X 40	SAE 40	40	C,D
	Argina XL 40	SAE 40	50	C,D
Total / Lubmarine	Aurelia XL 4040	SAE 40	40	C, D
	Aurelia XL 4055	SAE 40	55	C, D
	Aurelia TI 4040	SAE 40	40	C, D
	Aurelia TI 4055	SAE 40	55	C, D

Таблица 3.

Допущенные системные сорта масел для категорий топлива А, В, С и D. Моторные масла с показателем BN 30, перечисленные в таблице 3, разработаны для использования на установках, работающих на сырой нефти с низким содержанием серы (< 1% м/м) и, в отдельных случаях, при работе на тяжелом дизтопливе, например, на установках, оборудованных катализатором SCR.

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
BP	Energol IC-HFX 304	SAE 40	30	A, B, C, D
Castrol	TLX Plus 304	SAE 40	30	A, B, C, D
Cepsa	Troncoil 3040 PLUS	SAE 40	30	A, B, C, D
	Ertoil Koral 3040 SHF	SAE 30	30	A, B, C, D
Chevron (Texaco + Caltex + FAMM)	Taro 30 DP 40	SAE 40	30	A, B, C, D
	Delo 3000 Marine 40	SAE 40	30	A, B, C, D
Chinese Petroleum Corporation	Marilube Oil W 304	SAE 40	30	A, B, C, D
ENI S.p.A.	Cladium 300 S SAE 40	SAE 40	30	A, B, C, D
ExxonMobil	Exxmar 30 TP 40	SAE 40	30	A, B, C, D
	Mobilgard M 430	SAE 40	30	A, B, C, D
Indian Oil Corporation	Servo Marine K-3040	SAE 40	30	A, B, C, D
Morris Lubricants	Aquamor 130MD	SAE 40	30	A, B, C, D
Nippon Oil Corporation	Marine T304	SAE 40	30	A, B, C, D
Pertamina	Martron 430	SAE 40	30	A, B, C, D
	Salyx 430	SAE 40	30	A, B, C, D
Petrobras	Marbrax CCD-430	SAE 40	30	A, B, C, D
Petron	Petromar XC 3040	SAE 40	30	A, B, C, D

ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ	BN	КАТЕГОРИЯ ТОПЛИВА
Saudi Arabian Lubricating Oil Company (Petrolube)	Petromin Petropower 2-40	SAE 40	30	A, B, C, D
Shell	Argina T 40	SAE 40	30	A, B, C, D
Total / Lubmarine	Aurelia XL 4030	SAE 40	30	A, B, C, D

Прежде чем применять моторное масло, не указанное в таблице 1-3, необходимо обратиться к изготовителю двигателя. Не допущенные моторные масла должны быть испытаны в соответствии с процедурами изготовителя двигателя.

ДОПУЩЕННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА ДЛЯ ВАЛОПОВОРОТНОГО УСТРОЙСТВА

Рекомендуется в качестве смазочных масел для механизма проворачивания двигателя использовать трансмиссионные масла EP вязкостью 400 - 500 сСт при 40 °C = ISO VG 460.

СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА ДЛЯ МЕХАНИЗМА ПРОВОРАЧИВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ				
ПОСТАВЩИК	МАРКА	ВЯЗКОСТЬ сСт при 40°C	ВЯЗКОСТЬ сСт при 100°C	КОЭФФИЦИЕНТ ВЯЗКОСТИ (VI)
BP	Energol GR-XP 460	425	27.0	88
Castrol	Alpha SP 460	460	30.5	95
Chevron (Texaco + Caltex + FAMM)	Meropa 460	460	31.6	100
ENI S.p.A.	Blasia 320	300	23.0	95
ExxonMobil	Mobilgear 600 XP 460	460	30.6	96
	Mobilgear 634	437	27.8	96
Shell	Omala Oil 460	460	30.8	97
Total / Lubmarine	Epona Z 460	470	30.3	93

СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА ДЛЯ РЕГУЛЯТОРА / ПРИВОДА

Допускается применение масла класса вязкости SAE 30 или SAE 40, и обычно можно использовать то же масло, которое используется в двигателе. Масло для турбонагнетателя также можно использовать в регуляторе. При низкой температуре окружающей среды может понадобиться применение всесезонного масла (например, SAE 5W-40), чтобы обеспечить надежное управление во время пуска. Интервал замены масла: 2000 часов работы.

02С. Качество сырой воды

02С.1. Качество сырой воды и допущенные присадки к охлаждающей воде

V3

Редакция: d
Документ № 4V92A0765

для ДВИГАТЕЛЕЙ WDRTSICD ТИПА®32,

02С.2. Качество сырой воды

V1

Качество сырой воды для жидкостных систем охлаждения двигателя с замкнутым контуром должно соответствовать следующим требованиям.

Характеристика	Предел
рН	мин. 6,5
Жесткость	макс. 10°dH
Хлориды	макс. 80 мг/л
Сульфаты	макс. 150 мг/л

В качестве сырой воды обычно рекомендуется применять дистиллированную или водопроводную воду высокого качества. Если в процессе обратноосмотической обработки воды достигается указанное выше качество, то можно использовать и такую воду. Необработанная морская и пресная вода, а также дождевая вода для использования непригодна.

02C.3. Допущенные присадки к охлаждающей воде

V2

Изготовитель	Название присадки
S.A. Artec N.V. Technologiepark-Zwijnaarde 2 B-9052 Ghent/Zwijnaarde, Бельгия	Havoline XLi
Ashland Specialty Chemical Drew Industrial One Drew Plaza Boonton, NJ 07005, USA (США)	Drewgard 4109
Ashland Specialty Chemical Drew Marine One Drew Plaza Boonton, NJ 07005, USA (США)	Порошок DEWT-NC powder Liquidewt Maxigard
Chevron Global Lubricants 6101 Bollinger Canyon Road San Ramon, CA 94583	Havoline XLi
GE Water and Process Technologies Interleuvenlaan 25 B-3001 Heverlee, Бельгия GE Betz 4636 Somerton Road Trevose PA 19053, США	CorrShield NT 4293 CorrShield NT 4200
Houseman Ltd The Priory, Burnham Slough SL1 7LS, Великобритания	Cooltreat 651
Kuwait Petroleum (Дания) AS Hummetoftvej 49 DK-2830 Virum, Дания	Долговечный ингибитор коррозии Q8
Maritech AB Коробка 143 S-29122 Kristianstad, Швеция	Marisol CW
Nalco Chemical Company One Nalco Centre Naperville, Illinois 60566-1024 USA	Nalcoool 2000

Изготовитель	Название присадки
Nalfleet Marine Chemicals PO Box 11 Winnington Avenue, Northwich (Норвегия) Cheshire, CW8 4DX, UK (Великобритания)	Nalcool 2000 Nalfleet EWT 9-108
Rohm & Haas La Tour de Lyon 185, Rue de Bercy 75579 Paris, Cedex 12, France (Франция)	RD11 RD11M RD25
Suomen KL-Лдмпц Oy Keisarinviitta 22 33960 Pirkkala, Finland	Korrostop KV
Total Diamant B, 16, rue de la Rйpublique 92922 Paris La Dйfense Cedex, France (Франция)	WT Supra
Unitor ASA P.O. Box 300 Skйyen N-0212 Oslo, Norway (Норвегия)	Dieselguard NB Rocor NB liquid Cooltreat AL
Vecom Holding BV PO Box 27 3140 AA Maassluis, The Netherlands (Голландия)	Vecom CWT Diesel QC-2

Во избежание коррозии в жидкостной системе охлаждения необходимо строго соблюдать указания по дозировке и концентрации активных ингибиторов коррозии. Эта информация приведена в следующей таблице.

Название продукта	Дозировка на 1 м³ емкости системы	Концентрация активного ингибитора коррозии
Corrshield NT 4293 CorrShield NT 4200	10 литров	670 - 1000 промилле по NO ₂
Drewgard 4109	16 - 30 литров	640 - 1200 промилле по NO ₂
Порошок DEWT-NC powder	3 - 4,5 кг	1500 - 2250 промилле по NO ₂
Drewgard 4109	16 - 30 литров	640 - 1200 промилле по NO ₂
Liquidewt	8 - 12 литров	470 - 700 промилле по NO ₂
Maxigard	16 - 30 литров	640 - 1200 промилле по NO ₂
Cooltreat 651	5 литров	800 промилле по NO ₂
Долговечный ингибитор коррозии Q8	50 - 100 литров	1,8 – 3,7 Брикс° активного вещества измеренного на рефрактометре поставщика

Название продукта	Дозировка на 1 м³ емкости системы	Концентрация активного ингибитора коррозии
Marisol CW	6 - 9 литров	1000 - 1500 промилле по NO ₂
Nalco 39 (L)	16 - 36 литров	550 - 1200 промилле по NO ₂
Nalcool 2000	32 - 48 литров	1000 - 1500 промилле по NO ₂
Nalfleet EWT 9-108	2.25 - 3.4 литров	670 - 1000 промилле по NO ₂
Korrostop KV	20 - 25 литров	120 - 150 промилле по Мо
RD11 (RD11M)	5 кг	1250 промилле по NO ₂
RD25	50 литров	710 промилле по Мо
Havoline XLi	50 - 100 литров	1,8 – 3,7 Брикс° активного вещества измеренного на рефрактометре поставщика
WT Supra	50 - 100 литров	1,8 – 3,7 Брикс° активного вещества измеренного на рефрактометре поставщика
Dieselguard NB	2.0 - 4.8 кг	1000 - 2400 промилле по NO ₂
Rocor NB liquid	9.5 - 24 литров	1000 - 2400 промилле по NO ₂
Cooltreat AL	50 - 100 литров	1,8 – 3,7 Брикс° активного вещества измеренного на рефрактометре поставщика
Vecom CWT Diesel QC-2	6 - 10 литров	1500 - 2500 промилле по NO ₂



Примечание!

Для многих продуктов в этой таблице указаны рекомендуемые минимальный и максимальный пределы. Поскольку количество активных ингибиторов коррозии, особенно нитритов, уменьшается во время работы двигателей, изготовитель двигателей рекомендует начинать дозировку с верхней границы указанного диапазона.



Примечание!

Содержание нитритов для присадок к охлаждающей воде на базе нитритов обычно имеет тенденцию снижения с течением времени. Когда содержание нитритов падает ниже рекомендуемого уровня, существенно возрастает опасность локальной коррозии.



Примечание!

Изготовители присадок к охлаждающей воде могут указывать требуемое содержание нитритов, измеряемое или по нитриту натрия, NaNO_2 или по нитриту, NO_2 . 1 мг/л по NO_2 равен 1,5 мг/л по NaNO_2 .

02C.4.

Использование гликоля

V2

Если существует опасность замораживания, необходимо добавление к охлаждающей воде гликоля. Поскольку сам гликоль не защищает двигатель и систему жидкостного охлаждения от коррозии, необходимо всегда применять допущенные присадки к охлаждающей воде. Все допущенные присадки к охлаждающей воде совместимы с гликолем.

Не разрешается использовать готовые к применению смеси, содержащие гликоль и ингибиторы коррозии, так как они обычно рассчитаны на применение как в виде смесей (30 –) 50% / 50%. В то же время двигателям Wdrtsild для адекватной защиты системы охлаждения от замерзания обычно требуется значительно меньшее количество гликоля. Однако когда количество гликоля одновременно с концентрацией ингибиторов коррозии будет уменьшено до слишком низкого уровня, то возникнет риск возникновения коррозии.

Количество гликоля в замкнутой системе жидкостного охлаждения необходимо всегда сводить к минимуму, так как теплопередача воды, содержащей гликоль, существенно падает. Двигатель может демонстрировать дополнительное отклонение выходных параметров при использовании гликоля в охлаждающей воде, см. документ DAAE062266 для получения дополнительной информации.

В продаже имеется два типа гликоля, монопропилен-гликоль (MPG) и моноэтилен-гликоль (MEG). Применять можно так называемые промышленные количества обоих типов гликоля, но гликоль MPG считается более экологически чистым.

03. Пуск, останов и работа

03.1. Проворачивание коленвала

V2

Проворачивание производится с помощью электроприводного механизма проворачивания, установленного на двигателе.

03.1.1. Электроприводной механизм проворачивания

V2

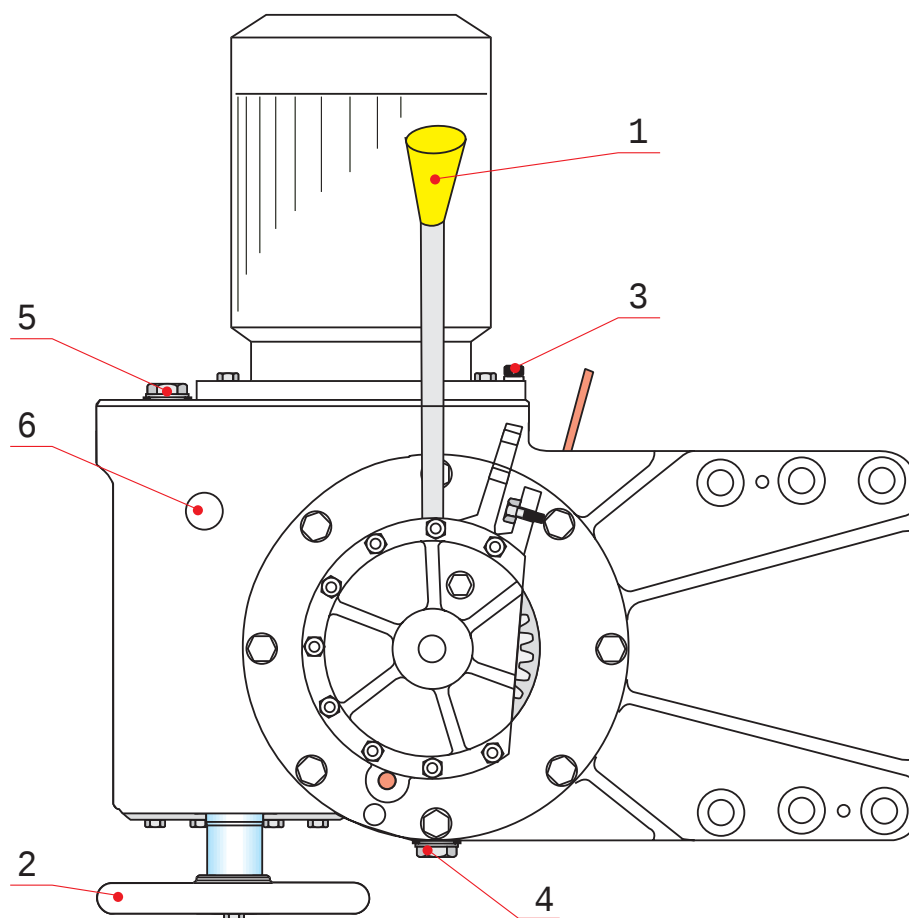
Валоповоротное устройство представляет собой электромотор, приводящий во вращение валоповоротную шестерню посредством зубчатой и червячной передачи. Доступен блок управления с кабелем, с помощью которого можно управлять проворачиванием коленвала с любого места вблизи двигателя. Частота вращения маховика составляет около 0,6 об/мин.

Зацепление и расцепление валоповоротной шестерни осуществляется рычагом (1) с желтой круглой ручкой. Валоповоротная шестерня подпружинивается наружу для предотвращения ее зацепления с маховиком при выходе из строя.

Валоповоротное устройство снабжено клапаном блокировки пуска, не допускающим пуска при зацепленной валоповоротной шестерне. См. главу [21](#).

Для точной регулировки положения коленвала имеется колесо (2), с помощью которого можно проворачивать вал вручную.

Электроприводной механизм проворачивания



1. Рычаг с желтой круглой ручкой 2. Маховичок 3. Вентиляционное отверстие 4. Сливное отверстие 5. Заправочное отверстие 6. Мерное стекло

Рис 03-1

400301 V1

03.2.

Пуск

V2

1. Дистанционный пуск
2. Пуск на месте
3. Аварийный запуск (соленоидный клапан)
4. Аварийный запуск (пусковой клапан)

Перед запуском двигателя проверьте, чтобы:

- уровень смазочного масла был правильным
- система питания была в рабочем состоянии (нормальный предварительный подогрев, требуемое давление, достаточная предварительная циркуляция для прогрева насосов впрыска топлива)
- оба контура системы охлаждения (НТ и ВТ) были в рабочем состоянии (правильное давление, циркулирующая вода прогрета и достаточно предварительно прокачена, чтобы разогреть двигатель)
- уровень масла в регуляторе был правильный
- давление пускового воздуха превышало 15 бар
- из системы пускового воздуха был слит конденсат
- сливная труба корпуса охладителя воздуха была открыта и из нее не было течи
- рычаг остановки находился в рабочей позиции
- насос предварительной смазки работал и давление было более 0,3 бар
- механизм проворачивания двигателя был отключен
- индикаторные клапаны были закрыты
- система автоматики сигнализировала о готовности к пуску.

Перед запуском необходимо установить и закрыть все крышки и защитные кожухи. Крышки иногда следует снимать для выполнения измерений и проверок. После чего они должны немедленно устанавливаться на место.



Примечание!

Никогда не снимайте крышки, когда двигатель работает.

03.2.1. Пуск на месте

V2

- 1** Запустите насос предварительной смазки для получения давления выше 0,3 бар в системе смазки.
- 2** Откройте клапан в системе подачи пускового воздуха и слейте конденсат через продувной клапан. Закройте продувной клапан, когда конденсат слит.

- 3** Поверните коленчатый вал, или на два оборота валоповоротным устройством, или на несколько оборотов пусковым воздухом, нажимая на кнопку на соленоидном клапане и удерживая **рычаг остановки в положении остановки** (красная круглая кнопка), а индикаторные клапана открытыми. При этом исключается риск возникновения водяных пробок. После продувки, закройте индикаторные клапана.
- 4** Отсоедините поворотную передачу от маховика (желтая круглая кнопка).
- 5** Проверьте пусковые блокировки на LDU. Снимите блокировки и вернитесь на главную страницу.
- 6** Проверьте, чтобы система автоматики сигнализировала о готовности к пуску.
- 7** Проверьте, чтобы рычаг остановки был в рабочем положении.
- 8** Переключатель Местное/Дистанционное в позиции Местное.
- 9** Нажмите кнопку пуска. Если двигатель не запускается при выполнении пусковой последовательности, то необходимо выяснить причины этого сбоя.
- 10** Проверьте, чтобы система автоматики указывала на работу двигателя и нормальные значения рабочих параметров.



Примечание!

При работе двигателя подача пускового воздуха должна быть открыта, иначе не будет работать система пневматической остановки.

03.2.2. Дистанционный и автоматический пуск

V1

См. специальные инструкции по эксплуатации установки.

03.2.3. Аварийный запуск

V2

В экстренных случаях двигатель можно включить вручную нажатием кнопки на пусковом соленоиде или главном пусковом клапане.

03.3.

Остановка

03.3.1. Ручная остановка двигателя

V2

- 1 Дать двигателю поработать 1 минуту на холостом ходу перед остановкой.
- 2 Остановить двигатель путем перемещения рычага останова в положение останова или нажатием кнопки останова (LCP). Во время замедления двигателя имеется хорошая возможность выявления возможных беспокоящих шумов.
- 3 Масляный насос предварительной смазки должен поработать 10 минут после останова.

03.3.2. Ручная остановка двигателя

V2

Двигатель может быть остановлен вручную в любой момент (с помощью рычага остановки) независимо от системы дистанционного управления или автоматики.



Осторожно!

Во время капремонта двигателя обязательно отключите автоматический пуск и пусковой насос. Также удостоверьтесь в том, что закрыт запорный клапан пускового воздуха, расположенный перед главным пусковым клапаном, а давление воздухопровода пускового воздуха сброшено. В противном случае может произойти повреждение двигателя и/или травма.

Перевести рычаг остановки в положение СТОП .

Если двигатель останавливается на продолжительное время , то закройте индикаторные клапаны. Также рекомендуется накрыть отверстие выхлопной трубы.

Система смазочного масла должна наполняться маслом на остановленном двигателе через день путем проворачивания двигателя. Одновременно происходит поворот коленчатого вала в новое положение. Это уменьшает риск возникновения **коррозии** на шейках и подшипниках, когда двигатель подвергается воздействию вибрации.

Один раз в неделю продувайте двигатель при открытых индикаторных клапанах и запускайте его для проверки, что все в порядке.

03.4.

Обслуживание при нормальной эксплуатации

V1

Достижение аварийного предела и активация аварийного сигнала говорит о серьезном состоянии двигателя. Следует принять все возможные меры по устранению аварийного состояния и возврата в нормальные условия. Так как ненормальные условия работы могут привести к повреждению двигателя, то следует приложить максимум усилий по возврату в обычные условия работы вместо ожидания автоматического останова двигателя.

Не существует автоматической системы контроля или устройства, которое бы заменила наблюдение квалифицированного инженера. **НАБЛЮДАЙТЕ и СЛУШАЙТЕ двигатель!**

Устойчивый проскок газов через поршни - это одно из наиболее опасных состояний, которые возникают в дизельном двигателе. При подозрении на проскок газов (например, при резком возрастании расхода смазочного масла) проверьте давление в картере. Если давление превышает 30 мм H₂O, проверьте систему вентиляции картера. Если она в порядке, то выньте поршни!

Непрерывную работу в режиме 20% от номинальной мощности следует ограничить периодом не более 100 часов непрерывной работы на тяжелом топливе, увеличивая нагрузку двигателя выше 70% номинального значения в течение одного часа перед тем, как продолжить работу с низкой нагрузкой и выключить двигатель. Работа двигателя на холостом ходу (выключено сцепление главного двигателя, отключен генераторный агрегат) должна быть строго ограничена. В разогреве двигателя в течение более 3 -5 минут перед его нагружением, а также в прогоне на холостом режиме в течение более 3 минут перед остановкой необходимости нет, и их следует избегать.

03.4.1. Через день либо через каждые 50 часов работы

V2

- 1 **Снимите все показания температуры и давления**, а также нагрузки на двигатель. Все температуры более-менее зависят от нагрузки, а давления смазочного масла и охлаждающей жидкости (встроенные насосы) - от оборотов. Поэтому всегда сравнивайте только те значения, которые были измерены в соответствии с нагрузками и оборотами из Протокола приемочных испытаний и графиков. **Примерные значения приведены в главе 01.**
Температура нагнетаемого воздуха должны быть, в принципе, максимально низкой, но не до такой степени, чтобы началась конденсация, см. [Рис 03-2](#)
- 2 **Проверьте перепад давления** на фильтре смазочного масла. Слишком большой перепад давления указывает на забивание свечей, что приводит к ухудшению фильтрации масла, когда открывается перепускной клапан. Ухудшение фильтрации масла вызывает повышенный износ. Замените свечи фильтра.
- 3 **Проверьте уровень масла** в маслоотстойнике/масляном баке. Оцените внешний вид и консистенцию масла. Простой способ проверки содержания воды: Капание масла на горячую поверхность (около 150°C), например, на горячую плиту. Если капля «ведет себя спокойно», то воды в ней нет; если она «бежит», то в ней есть вода. Компенсируйте расход масла, добавляя не более 10% свежего масла за один раз.
- 4 **Проверьте вентиляцию** (деаэрацию) системы охлаждения двигателя. Убедитесь, что утечка жидкости из контрольного отверстия насоса ХВ и ГВ находится в пределах нормы (небольшая).
- 5 **Проверьте величину утечки топлива** из сливных трубок и контрольного отверстия топливоподкачивающего насоса.
- 6 **Проверьте, чтобы сливные трубы** воздухоохладителей были открыты.
- 7 **Проверьте, чтобы контрольные отверстия** воздухоохладителей и радиаторов охлаждающей жидкости были открыты.
- 8 **Очистите нагнетательную сторону** турбоагрегата струей воды. См. инструкцию по эксплуатации турбоагрегата.
- 9 **Слейте из дневного топливного бака** воду и осадок и удалите воду из ресивера пускового воздуха.

Конденсация в охладителях нагнетаемого воздуха

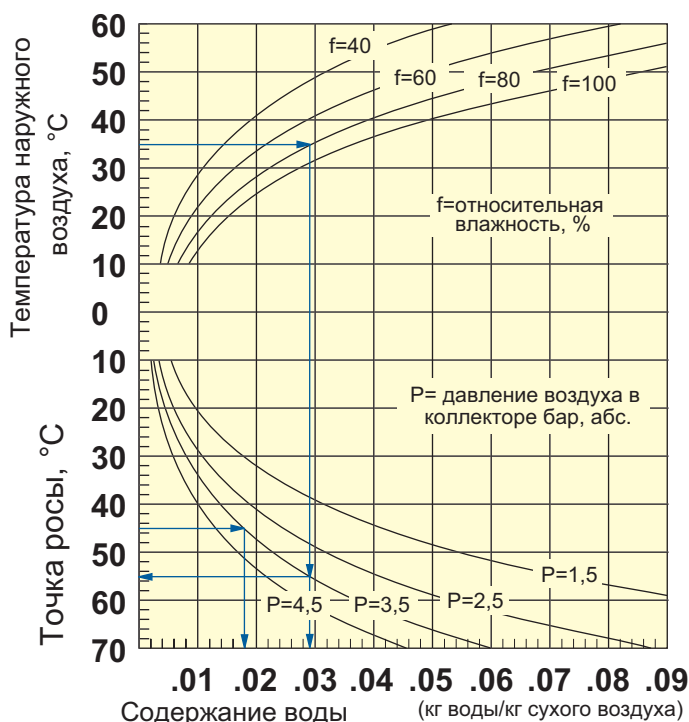


Рис 03-2

320352 V1

Пример: При температуре окружающего воздуха 35°C и относительной влажности 80% содержание воды в воздухе можно определить по диаграмме (0,029 кг воды/кг сухого воздуха). Если давление в воздушном коллекторе (давление приемника) при этих условиях равно 2,5 бар, т.е. абсолютное давление воздуха в воздушном коллекторе составляет примерно 3,5 бар (атмосферное давление + давление в воздушном коллекторе), то точка росы будет равна 55°C (согласно диаграмме). Если температура в воздушном коллекторе составляет лишь 45°C, то содержание воды в воздухе может быть только 0,018 кг/кг (см. диаграмму). Разница - 0,011 кг/кг (0,029-0,018) - конденсируется.

03.4.2. Другие операции техобслуживания

V1

Во избежание нарушений в работе двигателя требуется регулярно производить его техобслуживание, см. главу 04.

03.4.3. При проведении техобслуживания

V2

- 1 Зарегистрируйте следующие операции и рабочие часы в журнале двигателя:
 - отбор пробы смазочного масла (запишите также число часов, наработанных маслом). Результаты анализов масла без указания числа наработанных часов имеют ограниченную ценность (позволяют оценить лишь пригодность масла для дальнейшей работы)
 - замены смазочного масла
 - чистку центробежного масляного фильтра, см. раздел 18.7
 - чистку или замену автоматических маслофильтрационных свечей, см. раздел 18.6
 - замена деталей в связи с техобслуживанием, согласно главе. 04.

03.5.

Пуск после длительного простоя (более 8 часов)

03.5.1. Ручной пуск

V2

- 1 Проверить
 - уровень смазочного масла
 - уровень охлаждающей жидкости в расширительном баке
 - подача воды к теплообменникам
 - уровень топлива в расходном баке (вентиляция системы питания - это трудоемкая и длительная работа, если питающий насос всосал воздух!)
 - давление пускового воздуха - мин. 15 бар
 - детали системы управления подачей топлива и рейки впрыскивающих насосов должны двигаться свободно. **В противном случае возникает опасность превышения оборотов двигателя.**
- 2 Соблюдать все пункты в разделе 03.2.1. Пункт 3 становится тем важнее, чем дольше остановлен двигатель.
- 3 После запуска убедиться в отсутствии нагрева распределительных труб пускового воздуха ни на одном цилиндре (утечка через пусковой клапан в головке цилиндров).

03.6.

Пуск после разборки/сборки двигателя v2

- 1 **Проверьте, чтобы соединения** между регулятором оборотов, ограничителем сверхоборотов и инжекторными насосами были правильно смонтированы (обратить особое внимание на положение реек инжекторных насосов) и не заедали, чтобы все соединения были должным образом зафиксированы, а рейки свободно двигались в инжекторных насосах.
- 2 **Рычаг управления регулятором оборотов** установлен к макс. положение, рычаг остановки - в рабочее положение, а также нажата кнопка остановки на местной панели управления (LCP). Убедитесь, что все рейки топливных насосов перемещаются не более чем на 2 мм.
- 3 **При вмешательстве в инжекторные насосы**, регулировочные винты в направляющих втулках, распределительный вал и механизм его привода необходимо проверить синхронизацию впрыска.
- 4 **Проверьте систему охлаждения**, особенно на остутствие течей:
 - в охладителе масла
 - в охладителе нагнетаемого воздуха
- 5 **Проверьте/отрегулируйте зазоры клапанов.** Если распредвал или его приводной механизм подвергались разборке, то следует проверить синхронизацию клапана, по крайней мере, одного цилиндра (по одному цилиндру в каждом ряду V-образного двигателя). Контрольные величины см. в главе 06.
- 6 **Удалите воздух (прокачайте) топливную систему**, если она была открыта.
- 7 **Включите пусковой насос.** Удалите воздух из масляных фильтров. Убедитесь в том, что смазочное масло выступило из всех подшипников и смазочных форсунок, из выхода охлаждающего масла поршня и из клапанного механизма. Проверьте, чтобы не было утечки из соединений труб внутри и снаружи двигателя.



Примечание!

Имейте ввиду, что для того, чтобы прогнать масло через все шатуны, необходимо провернуть коленвал.

- 8 **Тряпки или инструмент, оставленные в картере двигателя**, незатянутые или незастопоренные болты и гайки (те, которые подлежат стопорению), изношенные самостопорящиеся гайки, **могут привести** к полной аварии.

Тщательная очистка масляных полостей (полости маслоотстойника и распредвала) помогает сберечь масляный насос и масляный фильтр.

- 9 **См. инструкции** в разделе 03.2 и 03.5.1 перед пуском.

03.7.

Наблюдение за работой двигателя после переборки

V2

- 1** При первом пуске тщательно прислушивайтесь к возможным дребезжащим звукам. Если есть какие-либо подозрения, немедленно остановите двигатель либо остановите его через 5 минут работы на нормальных холостых оборотах. По крайней мере, следует проверить температуры коренных и шатунных подшипников, а также всех подшипников, которые подвергались разборке. Если всё в порядке, повторно запустите двигатель.
- 2** Убедиться в отсутствии утечек газа, воды, топлива или смазочного масла. Обратите особое внимание на топливопроводы, инжекторные насосы и инжекторные клапаны. Обратите внимание на количество топлива, протекающее из сливных топливных трубок!
- 3** Проверить, чтобы распределительный блок пускового воздуха не был нагрет в любом из цилиндров (протекающий пусковой клапан). Это может вызвать взрыв!
- 4** После ремонта особую важность имеют следующие операции:
 - Проверьте показания температуры и давления
 - Проверьте автоматическую сигнализацию и стопорные устройства
 - Проверьте перепад давления на автоматическом масляном фильтре смазочной системы
 - Проверить уровень масла в маслоотстойнике/масляном баке. Оценить состояние масла
 - Проверьте вентиляцию (деаэрацию) системы охлаждения двигателя
 - Проверьте количество вытекающего топлива
 - Проверьте контрольные отверстия охладителей
 - Проверьте содержание присадок в охлаждающей воде
 - Проверьте давление на цилиндрах
 - Прислушайтесь к дребезжащим звукам
 - Проверьте давление в картере.

03.8.

Обкатка

V2

Обкатку нового двигателя следует производить согласно программе, приведенной на Рис 03-3. Рекомендуется также производить процедуру обкатки после следующих работ по обслуживанию.

- 1 После смены поршневых колец, поршней или гильз цилиндров, после хонингования гильз цилиндров как можно точнее следуйте программе, приведенной на Рис 03-3. Если программе следовать невозможно,

то не следует давать двигателю полную нагрузку в течение как минимум 10 ч.



Предупреждение!

Не производите обкатку при постоянной низкой нагрузке!

Важно несколько раз менять нагрузку. Кольцевая канавка будет иметь другой угол наклона на каждой стадии нагрузки а, следовательно, поршневое кольцо будет иметь различную линию соприкосновения с гильзой цилиндра.

Обкатку можно выполнять или на дистиллятном, или на тяжелом топливе, используя обычное смазочное масло, предписанное для двигателя.

Программа обкатки



Рис 03-3

400302 V1

03.9.

**Обслуживание механизма
проворачивания коленвала**

V2

Для валоповоротного устройства не требуется другое обслуживание, кроме замены смазочного масла редуктора и повторной смазки приводного вала. Смазочное масло редуктора необходимо заменить один раз в течение первого года эксплуатации. В дальнейшем масло следует заменять согласно указаниям в главе 04. Повторно смазывать приводной вал согласно указаниям в главе 04.

Перечень смазочных масел, допущенных изготовителями для использования в механизмах проворачивания двигателя, приведен в конце главы 02.

Убедиться в том, что вентиляционное отверстие (3), Рис 03-1, открыто.

- 1** **Слить старое масло** (желательно пока оно горячее) через сливное отверстие (4).
- 2** **Промойте редуктор** чистым, жидкотекучим маслом.
- 3** **Заполните редуктор маслом** (согласно таблице в разделе 01.1) через отверстие для заливки (5) до тех пор, пока уровень масла не достигнет уровня смотрового стекла (6). Следует соблюдать исключительную чистоту.
- 4** **Закройте масляные отверстия** и проверните вал на несколько оборотов с помощью механизма проворачивания.
- 5** **Проверьте уровень масла** и долейте при необходимости.

04. График технического обслуживания

v2

На необходимое для двигателя обслуживание будут иметь большое влияние рабочие условия и качество используемого топлива. Из-за сложностей в предсказании всех возможных рабочих условий, которые могут встретиться при эксплуатации двигателя, указанные в расписании периоды следует использовать только как ориентировочные. Однако их ни в коем случае нельзя превышать в течение гарантийного периода. Если возникают показания к более раннему, чем указано в расписании, обслуживанию, то благоразумный подход к промышленной эксплуатации требует выполнения такого обслуживания. Кроме этого, если при осмотре или наблюдении выясняется, что некоторые компоненты изношены или вышли за пределы указанных допусков, то эти компоненты следует менять немедленно.

См. также сведения о дополнительном оборудовании в отдельных книгах инструкций по турбонагнетателю и в главе [03](#).



Примечание!

Обратите внимание на раздел "Снижение риска" в главе [00A](#)



Примечание!

Обратите внимание на раздел "Охрана окружающей среды" в главе [02A](#)

- **Перед тем, как выполнять какие-либо действия**, внимательно изучите соответствующий раздел данной инструкции.
- **При выполнении обслуживания** поддерживайте исключительную чистоту и порядок.
- **Перед разборкой** проверьте **отсоединение и освобождение давления** из всех задействованных систем. После разборки немедленно закройте отверстия для смазочного масла, дизтоплива и воздуха лентой, пробками, чистыми тряпками и т.п..
- **При замене изношенных или поврежденных частей** с идентификационными отметками номеров цилиндров или подшипников, нанесите эти же номера на эти же места новых деталей. Каждая замена должна быть занесена в журнал двигателя вместе с подробной причиной замены.
- **При выполнении обслуживания** всегда устанавливайте новые прокладки, уплотнения и кольца О-образного сечения.



Примечание!

Кольцевые уплотнения системы охлаждающей жидкости нельзя смазывать никакими маслами. Используйте для этой цели мыло или подобные вещества.

- После сборки проверяйте, чтобы все болты и гайки были затянуты и, при необходимости, законтрены.



Осторожно!

Во время капремонта двигателя обязательно отключите автоматический пуск и пусковой насос. Убедитесь в закрытом состоянии отсечного клапана пускового воздуха, который установлен перед главным пусковым клапаном. Затем выпустите воздух из пусковой пневматической системы, чтобы избежать травмы и/или повреждения двигателя.



Осторожно!

При ремонте двигателя обязательно убедитесь в том, что силовой выключатель генератора/коробка передач не включены, чтобы не допустить случайного прокручивания двигателя.



Осторожно!

Случайное прокручивание двигателя может привести к повреждению двигателя и травмированию персонала.

04.1.

Как выбрать установку и качество топлива

V1

Два разных типа установки определены:

- Средняя нагрузка выше 75 % номинальной мощности двигателя.
- Средняя нагрузка ниже 75 % номинальной мощности двигателя

Различается три типа топлива:

- HFO 1 Тяжелое жидкое топливо нормального качества.
- HFO 2 Тяжелое топливо ниже нормального стандартного качества
- DO Дизельное топливо или легкое дистиллятное топливо (LFO).

Характеристики топлива, макс. пределы			
		HFO 1	HFO 2
Сера	масс. %	2.0	2,0 - 5,0
Зола	масс. %	0,05	0,05 - 0,20
Ванадий	мг/кг	100	100 - 600
Натрий	мг/кг	20	20 - 50
Al + Si	мг/кг	30	30 - 80
CCAI		850	850 - 870



Примечание!

Если одна из характеристик топлива превышает макс. значение для HFO 1, топливо следует считать топливом HFO 2.

04.2.

Через день

V1

Через день, независимо от того, работал ли двигатель или нет		
Автоматическая предварительная смазка	Проверить работу	03.2 18.8
Коленчатый вал	Судовой двигатель: На неработающем двигателе повернуть коленчатый вал в новое положение.	03.1

04.3.

Еженедельно

V1

Раз в неделю, независимо от того, работал ли двигатель		
Процесс пуска	Испытательные пуски (если двигатель находится в резервной готовности к работе).	03.2

04.4.

Период: Через каждые 50 часов работы_{v2}

Период: Через каждые 50 часов работы		
Воздухоохладители	Проверить слив из воздухоохладителей.	1.24.7
	Проверить, чтобы дренажная труба была открыта, проверить на отсутствие течи.	03.4.1
Система охлаждения	Проверить уровень жидкости в системе охлаждения.	19.2
	Проверить уровень жидкости в расширительном(ых) баке(ах) и/или статическое давление в контурах охлаждения двигателя.	
Шатун	Проверить затяжку болтов шатуна	11.3.4
	Проверить затяжку шпилек шатуна после первых 50 часов работы на новом двигателе и после капремонта — те шпильки, которые откручивались.	07.3
	Примечание! Накачать до указанного давления. По возможности затянуть. Не ослаблять!	
Коленчатый вал	Проверьте затяжку крепежных гаек противовесов	07.3
	Проверьте затяжку крепежных гаек противовесов после 50 часов работы. Накачать до указанного давления. По возможности подтянуть гайки. Не ослаблять.	
Измерительные приборы и индикаторы	Снимать показания	03.4.1
	Снимите и запишите (используя, например, формуляр № WV98V091) все показания температур и давлений, а также нагрузку двигателя.	
Регулятор, пускатель	Проверить уровень масла в регуляторе	02.2.4
	Проверить уровень масла и наличие утечки	22.4
Топливный фильтр	Проверьте перепад давления	
	Картриджи должны заменяться, когда индикатор перепада давления показывает слишком большой перепад давления. См. инструкцию завода-изготовителя	
Система инъекции и топливная система	Проверить количество подтекающего топлива	03.4.1
	Проверить количество течи топлива из ТНВД и форсунок.	17
Трубопроводы впрыскивания	Проверить затяжку подсоединений трубопроводов впрыскивания	16.3
	Проверку затяжки подсоединений трубопроводов впрыскивания производите на разогретом двигателе после первых 50 часов работы, когда двигатель новый, а после ремонта — тех подсоединений, которые были открыты.	07.1
Масляный фильтр	Проверьте перепад давления	03.4.1
	Вычистите или замените фильтрационные свечи, если имеется индикация большого перепада давления.	18.6
Поддон картера	Проверить уровень масла в поддоне	18.1
	Проверить уровень масла с помощью маслоизмерительного стержня, компенсировать расход.	02.2.1

Период: Через каждые 50 часов работы		
Коренные подшипники	Проверить затяжку болтов коренных подшипников.	10.2.3
	Проверить затяжку шпилек коренных подшипников после первых 50 часов работы на новом двигателе и после капремонта — те шпильки которые откручивались. Примечание! Накачать до указанного давления. По возможности затянуть. Не ослаблять!	07.3
Мультиканал	Проверьте затяжку винтов мультиканала	07.1
	Проверить затяжку шпилек мультиканала после первых 50 часов работы на новом двигателе и после капремонта — те винты, которые откручивались. Двигатель должен иметь нормальную рабочую температуру.	
Обкаточный фильтр	Удалите обкаточный фильтр	
	После первых 50 часов работы удалите обкаточный фильтр и поднимите гидравлический домкрат, затяните и закрепите винты гидравлического домкрата. Макс. время работы с обкаточными фильтрами - 100 часов.	
Турбонагнетатель	Промывка компрессора водой	1.1.24.3.5
	Промыть компрессор струей воды.	
Клапанный механизм	Проверить клапанные зазоры	12.5
	Проверить клапанные зазоры через 50 ч работы в новых двигателях и после капитального ремонта.	06.1

04.5. Период: Через каждые 100 часов работы.

V2

Период: Через каждые 100 часов работы.		
Турбонагнетатель	Промывка турбины водой	1.1.24.3.3
	Промойте турбину струей воды; при необходимости чаще.	

04.6. Период: Через каждые 500 часов работы

V2

Период: Через каждые 500 часов работы		
Центробежный фильтр	Очистить центробежный(е) фильтр(ы).	18.7.1
	При необходимости, чистите чаще. Помните, что после очистки нужно открывать клапан перед фильтром.	
Механизм управления	Обслуживание механизма управления	22.2
	Проверить легкость перемещения, очистить и смазать.	

Период: Через каждые 500 часов работы		
Охлаждающая жидкость	Проверить качество жидкости	19.6
	Проверить концентрацию присадок.	02.3
Давление в цилиндре	Проверить давление в цилиндрах	12.8
	Записать давления сгорания по цилиндрам.	03.4.3
Инжекторные насосы	Промывка инжекторных насосов, работающих на тяжелом топливе	16.2
	Промойте инжекторные насосы, работающих на тяжелом топливе, при помощи чистящего приспособления. Примечание! Если инжекторные насосы очень грязные, то перед использованием чистящего приспособления может потребоваться механическая чистка, открывание дренажных отверстий и пр .	
Смазочное масло	Отобрать пробу масла	02.2.3
	В течение первого года эксплуатации рекомендуется отбирать пробы смазочного масла через 500 часов работы. Пробу следует выслать поставщику масла для анализа. На основе полученных результатов можно определить целесообразный интервал замены масла. Частый анализы масла с интервалом 500 - 1000 часов работы рекомендуются также и по окончании первого года эксплуатации для обеспечения надежной работы двигателя. Срок службы моторного масла может быть продлен, пока результаты находятся в заданных пределах, установленны изготовителем двигателя. При замене масла очистить все масляные полости высококачественной неволокнистой тканью.	18.1

04.7. Период: Через каждые 1000 часов работы

V2

Период: Через каждые 1000 часов работы		
Воздушный фильтр (монтаж сверху)	Очистить воздушный фильтр турбонагнетателя	1.24.1
	Снять фильтр(ы) и очистить согласно инструкции завода-изготовителя (при необходимости чаще).	
Автоматика	Проверка функционирования автоматики	23.2
	Проверить работу устройств аварийной сигнализации и автоматической остановки.	01.2
Электрический топливный насос	Смените пластичную смазку электрического топливного насоса	
	Смазать насос в время работы.	

Период: Через каждые 1000 часов работы		
Упругая муфта Geislinger (маслонаполненная)	Замена масла/проверка муфты	
	По окончании первого интервала заменить масло в соединении. Проверять масло, соблюдая интервалы (1000 часов). См. инструкцию завода-изготовителя	
Топливный фильтр	Замена кассет топливного фильтра	
	Очистить металлическую сетку и корпус фильтра. Заменить картриджи фильтра. (Картриджи должны заменяться, когда индикатор разницы давления показывает слишком большой перепад). Смотрите инструкции производителя.	
Клапаны	Проверка состояния клапанов	12.5
	Проверить свободное перемещение впускных и выпускных клапанов в их направляющих. Желательно выполнять эту процедуру, если двигатель простаивал пару часов. Проверить клапанные зазоры	06.1
	Проверить герметичность цилиндров (клапаны, поршневые кольца) с помощью пневматического испытания.	12A

04.8. Период: Через каждые 2000 часов работы

V2

Период: Через каждые 2000 часов работы		
Воздухоохладитель(и)	Проверить водную сторону охладителя(ей) нагнетаемого воздуха	1.24.7
	Первоначальная проверка и возможная очистка стороны подачи воды . При хорошем состоянии и незначительном накоплении отложений следующий интервал через 4000 часов работы.	
Электропневматический предельный выключатель	Проверка электро-пневматического механизма ограничения сверхоборотов	22.1 23
	Проверьте работу и скорость срабатывания устройства ограничения сверхоборотов, контролируемое двигателем или автоматизацией производства .	06.1
Электропневматический предельный выключатель	Проверка электро-пневматического механизма ограничения сверхоборотов	22.1 23
	Проверьте работу и скорость срабатывания устройства ограничения сверхоборотов, контролируемое модулем реле .	06.1
Регулятор	Замена масла в регуляторе	02.2.4
	Заменить смазочное масло.	22.4

Период: Через каждые 2000 часов работы		
Инжекторные клапаны	Проверить форсунки	16.3.3
	Проверить величину давления открытия. Снимите и очистите распылители. Проверьте эффективность поднимания иглы. Проверить состояние пружин. Заменить кольцевые уплотнения. Проверить состояние форсунки при пробной накачке.	
	Если необходимо, произведите замену форсунок.	
Инжекторные клапаны Прямое впрыскивание воды	Проверить форсунки	16.4
	Проверить величину давления открытия. Снимите и очистите распылители. Проверьте эффективность поднимания иглы. Проверить состояние пружин. Заменить кольцевые уплотнения. Проверить состояние форсунки при пробной накачке.	
	Если необходимо, произведите замену форсунок.	
Измерительные приборы	Проверьте датчики	
	проверить датчики давления и температуры, Заменить неисправные детали.	
Валоповоротное устройство	Заменить смазку ведущего вала	02.2.6
	Заменить смазку ведущего вала, когда зацеплено валоповоротное устройство (на остановленном двигателе).	03.9

04.9. Период: Через каждые 4000 часов работы

V2

Период: Через каждые 4000 часов работы		
Воздухоохладитель(и)	Очистить охладители нагнетаемого воздуха	1.24.7
	Чистка и испытание под давлением. Внимательно проверьте на предмет коррозии. Убедиться в отсутствии утечки. При необходимости заменить детали.	
	Проверить при помощи U-образной трубки точный перепад давления в охладителе нагнетаемого воздуха (воздушная сторона).	
Автоматика	Проверка штепселей и кабелей	23.8
	Проверить крепление и соединения. Нанести контактную смазку на соприкасающиеся поверхности. Проверить затяжку и соединения. Проверить состояние кабелей, проводов и кабельных сальников. Заменить поврежденные соединители и кабели.	
Распределительный вал	Проверить рабочие поверхности кулачков распредвала	14.1.2
	Проверить контактные поверхности кулачков и роликов толкателей. Убедиться, что ролики вращаются. Провернуть двигатель при помощи валоповоротного приспособления.	03.1

Период: Через каждые 4000 часов работы		
Полости охлаждающей жидкости	Произведите осмотр высокотемпературной полости водяной рубашки в двигателе с охлаждаемым турбонагнетателем	1.24.1
	Осмотреть водопроводы охлаждающей жидкости турбонагнетателя на предмет отложений. Если отложения 1 мм и больше - очистить.	19.6 19.1
	Снять воздушную вентиляционную трубку и штепсель-переходник мультиканала, осмотреть водяную сторону канала. Если отложения превышают 1 мм - очистить все гильзы и водяное пространство блока двигателя. Улучшить подготовку охлаждающей жидкости.	2,3 10.4
	Произведите осмотр высокотемпературной полости водяной рубашки в двигателе с неохлаждаемым турбонагнетателем	1.24.1
	Снять воздушную вентиляционную трубку и штепсель-переходник мультиканала, осмотреть водяную сторону канала. Если отложения превышают 1 мм - очистить все гильзы и водяное пространство блока двигателя. Улучшить подготовку охлаждающей жидкости.	19.6 19.1 02.3, 10.4
Механизм управления	Проверка механизма управления	22.2
	Проверить износ всех соединительных звеньев между регулятором и всеми инжекторными насосами.	
Коленчатый вал	Проверка центровки коленвала	11.2.1
	Проверить выравнивание, использовать бланк WV98V036. Выравнивание проверяется на еще разогретом двигателе.	
Коленчатый вал	Проверить зазор в опорно-упорном подшипнике	11.2.2
	Проверить осевой зазор.	06.2
Коллектор выхлопных газов	Проверить на отсутствие утечек.	20.1
	Нужно ежегодно осуществлять проверку на предмет утечек. При необходимости заменить детали.	
Упругая муфта	Замена масла в муфте	
Geislinger (маслонаполненная)	Заменить масло в соединении. См. инструкцию завода-изготовителя	
Система питания	Произведите контроль и регулировку системы питания	17.
	Проверить регулировку топливной системы. Убедиться в отсутствии утечки. При необходимости заменить детали.	
Инжекторные клапаны	Проверить форсунки	16.4
	Проверить величину давления открытия. Снимите и очистите распылители. Проверьте эффективность поднимания иглы. Проверить состояние пружин.	
	Проверить и, при необходимости, заменить шток толкателя. Заменить кольцевые уплотнения. Проверить состояние форсунки при пробной накачке. HFO (тяжелое дизтопливо): Рекомендация: Заменять распылитель новым не реже каждые 6000 часов. DO (LFO) (легкое дизтопливо): Рекомендация: Заменять распылитель новым не реже каждые 8000 часов.	

Период: Через каждые 4000 часов работы		
Масляный охладитель	Произвести проверку масляного охладителя	18.4
	Убедитесь в том, что температура смазочного масла перед двигателем находится в пределах нормального диапазона (Раздел 01.1). Проверьте возможные утечки.	
Пусковой ограничитель топлива	Проверить пусковой ограничитель топлива	22.23
	Проверить функционирование.	

04.10. Интервал: 8000 часов работы

V2

Интервал: 8000 часов работы		
Упругая муфта Centax	Проверить упругую муфту	
	Визуально проверьте гибкие резиновые элементы в соответствии с инструкциями производителя. При необходимости, снимите.	
Автоматический масляный фильтр	Заменить масляные свечевые фильтры	18.6.1
	Дренируйте корпус фильтра. Очистить проволочную сетку. Заменить свечевые фильтры.	18.1
Масляный охладитель	Вычистить масляный охладитель	18.4
	Если температура смазочного масла до двигателя находится в пределах рабочего диапазона параметров (Раздел 01.1), то интервал может быть продлен. Следует избегать ненужного открывания охладителя. Очищайте охладитель до достижения предела аварийного предупреждения. Внимательно проверьте на предмет коррозии.	19.6
Автомат глушения	Проверьте работу дроссельного клапана и исполнительного механизма	
Перепускная заслонка	Проверить работу перепускного клапана и исполнительного механизма	
	Заменить контрольный клапан позиционера	

04.11. Период: Через каждые 12000 часов работы

V2

Период: Через каждые 12000 часов работы		
Система питания (Только V-образные двигатели)	Заменить топливопроводы между рядами А и В	17
	Топливопроводы между рядами А и В должны быть заменены.	
Ведущая шестерня регулятора	Проверка ведущей шестерни регулятора.	22.4
	При необходимости заменить детали.	06.2

Период: Через каждые 12000 часов работы		
Насос ВТ-охлаждающей жидкости	Осмотреть насос ВТ-контура	19.7
	Демонтировать и проверить. Заменить изношенные детали.	19.7.1
Привод насоса ВТ-контура	Осмотреть шестерни привода насоса ВТ-контура	19.7
	При необходимости заменить детали.	06.2
Терморегулирующий клапан ВТ-контура	Осмотреть и очистить терморегулирующий клапан ВТ-контура	19.8.2
	Вычистить и проверить термостатический элемент, конический кожух клапана и уплотнительные кольца О-образного сечения.	
Насос НТ-жидкости	Осмотреть насос НТ-контура охлаждения	19.7
	Демонтировать и проверить. Заменить изношенные детали.	19.7.1
Привод насоса НТ-контура	Осмотреть шестерни привода насоса НТ-контура охлаждения	19.7
	При необходимости заменить детали.	06.2
Терморегулирующий клапан НТ-контура	Осмотреть и очистить терморегулирующий клапан НТ-контура	19.8.1
	Вычистить и проверить термостатический элемент, конический кожух клапана и уплотнительные кольца О-образного сечения.	
Масляный насос	Осмотреть масляный насос	18.2.2
	При необходимости заменить детали.	
Привод масляного насоса	Осмотрите привод масляного насоса	18.2.2
	При необходимости заменить детали.	06.2
Терморегулирующий клапан масла	Очистить и осмотреть терморег. клапан масла	18.5
	Вычистить и проверить термостатический элемент, конический кожух клапана и уплотнительные кольца О-образного сечения.	
Насос предварительной смазки	Произвести осмотр насоса предварительной смазки	18.8.2
	При необходимости заменить детали.	
Турбонагнетатель	Очистка и проверка	1.24.1
	При необходимости механически очистите турбокомпрессор.	
Турбонагнетатель Нагнетатели TPL фирмы ABB	Проверить подшипники турбонагнетателя	1.24.1
	Осмотреть и, при необходимости, заменить подшипники.	
	Заменять подшипники новыми нужно не реже каждые 36000 часов.	
	См. инструкцию завода-изготовителя	
Турбонагнетатель Устройства Napier для ввода Na	Проверить подшипники турбонагнетателя	1.24.1
	Проверить и, при необходимости, заменить. См. инструкцию завода-изготовителя	

04.12.

Интервалы между ремонтами

V2

Топливо	Интервалы между ремонтами	
	Средняя нагрузка > 75 %	Средняя нагрузка < 75 %
HFO 2	12 000	16 000
HFO 1	16 000	20 000
DO	20 000	24 000

Интервал: см. таблицу выше

Шатуны	Заменить подшипники нижних головок шатунов	11.3.3
	Заменить подшипники нижних головок шатунов. Измерить диаметр отверстия в нижней головке шатуна, использовать форму 3211V017.	06.2
Шатуны	Замените болты шатунов	
	Замену болтов шатунов производите при каждом втором ремонте , охватывающем ремонт поршней с интервалами через 12 - 16 000 ч, и при каждом ремонте , когда производится ремонт поршней через интервалы более 16 000 ч.	11.3
Шатуны	Замена прокладок шатунов	
	Заменить прокладки шатунов при каждой второй переборке , если переборка поршней производится с интервалом 12000 - 16000 ч, и при каждой переборке , если переборка поршней производится с интервалом свыше 16000 ч.	11.3
Шатуны	Осмотреть подшипники верхних головок шатунов.	11.3.3
	Осмотреть подшипники верхних головок шатунов. При необходимости заменить.	06.2
Головка цилиндров	Ремонт головки цилиндров	12.3
	Демонтировать и очистить нижнюю часть, впускные и выпускные клапаны и отверстия. Осмотреть рубашку охлаждения и, при необходимости, очистить. Отшлифовать клапаны. Осмотреть вращатели клапанов. Проверить коромысла.	12.2, 12.7
	Заменить уплотнительные кольца в направляющих клапанов.	
	Заменять уплотнительные кольца в нижней части шпилек головки цилиндров при каждом капремонте .	
Гильзы цилиндров	Осмотреть гильзы цилиндров	10.4.1
	Измерить внутренний диаметр, используя форму № 3210V018, заменить гильзу при превышении допусков. Отхонинговать гильзы. Заменить антиполировочное кольцо.	06.2
Смазочное масло	Сменить смазочное масло	18.1
	Заменяйте машинное масло при каждой переборке поршней или каждые четыре года работы, независимо от результатов его анализа. При замене смазочного масла очистите все компоненты не оставляющей пыли и волокон тканью.	02.2.1

Интервал: см. таблицу выше		
Поршни	Проверить поршни	11.3.3
	Составные поршни должны быть демонтированы для осмотра сопрягающихся поверхностей между юбкой и головкой поршня. Проверить и очистить масляные полости.	
Поршень, поршневые кольца	Проверка поршней и поршневых колец	11.3.3
	Извлечь, осмотреть и очистить. Проверить глубину канавок под кольца (зазоры колец по высоте), использовать форму № 3211V022.	11.3 06.2
	Проверить стопорные кольца поршневых пальцев. Заменить комплект поршневых колец. Соблюдать программу приработки.	03.8
Пусковые клапаны	Проверить пусковые клапана	21.3
	Проверить пусковые клапаны в головке цилиндров. При необходимости заменить детали.	

04.13. Интервал: 12000 - 16000 часов работы v2

Интервал: 12000 - 16000 часов работы		
Электропневматический предельный выключатель	Переберите цилиндр устройства ограничения сверхоборотов на инжекторном насосе	22.3.3
	Заменить изношенные детали. Замените прокладку и кольцевое уплотнение.	
Инжекторные насосы	Переборка инжекторных насосов	16.2.5
	Очистить и проверить инжекторные насосы, заменить изношенные детали. Замените пробки защиты от эрозии	
Направляющий блок инжекционного насоса	Переберите направляющий блок инжекционного насоса	16.2
	Проверить толкатели. При необходимости замените изношенные/поврежденные детали.	

04.14. Период: Через каждые 16000 часов работы v2

Период: Через каждые 16000 часов работы		
Привод распредвала	Проверить промежуточные шестерни	13
	При необходимости заменить детали.	06.2
Упругая муфта (маслонаполненная)	Проверить упругую муфту	
	Демонтировать и проверить упругую муфту согласно рекомендациям завода-изготовителя.	

Период: Через каждые 16000 часов работы		
Топливоподкачивающий насос	Общая переборка топливоподкачивающего насоса	
	Разобрать и проверить. Заменить изношенные части. См. инструкцию завода-изготовителя	
Сервомотор пускового двигателя регулятора частоты вращения	Общий ремонт дополнительного серводвигателя	
	Заменить изношенные детали. См. инструкцию завода-изготовителя	
Привод регулятора	Проверка подшипника привода регулятора	22.4.1
	Проверить зазор подшипника ведущего вала регулятора на месте.	06.2
Регулятор	Общий ремонт регулятора частоты вращения	
	Можно выслать на завод-изготовитель двигателя для ремонта.	
Гидравлический домкрат для крышек коренных подшипников	Проверить работу	10.2.1
	Заменяйте кольцевые уплотнения на гидравлическом домкрате при каждой второй переборке.	
Валоповоротное устройство	Заменить масло в валоповоротном устройстве	02.2.5
	Обновите смазку ведущего вала.	03.9
Вибродемпфер Жидкостного типа	Отобрать пробу масла из вибродемпфера	11.2
	Отобрать пробу масла для анализа	
Вибродемпфер Гейслингер	Проверка гасителя вибрации	11.2
	Снять и проверить вибродемпфер через каждые 32000 часов.	

04.15. Интервалы между ремонтами

V2

Топливо	Интервалы между ремонтами	
	Средняя нагрузка > 75 %	Средняя нагрузка < 75 %
-	16 000	20 000

Интервал: См. таблицу выше		
Распределительный вал	Проверить подшипники распредвала	10.3.1
	При необходимости заменить.	06.2
Коленчатый вал	Проверить коренные подшипники	10.2.2
	Осмотреть один коренной подшипник, если состояние окажется плохим, то следует его заменить и проверить/заменить все коренные подшипники. Обратить внимание на тип используемого подшипника и выполнить осмотр соответствующим ему образом.	06.2
	Коренные подшипники нужно заменять при каждом втором капремонте.	
Клапанный механизм	Проверить детали клапанного механизма	14.1.2
	Проверить толкатели.	06.2

04.16. Период: Через каждые 24000 часов работы

V2

Период: Через каждые 24000 часов работы		
Крепежные болты двигателя	Проверить затяжку болтов крепления двигателя	07.3.1
	При необходимости подтяните	
Коллектор выхлопных газов	Проверить компенсаторы расширения	20.1.1
	При необходимости заменить.	
Упругая муфта (Подача масла из двигателя)	Проверить упругую муфту	
	Демонтировать и проверить упругую муфту согласно рекомендациям завода-изготовителя.	
Главный пусковой клапан	Общий ремонт главного пускового клапана	21.1
	Заменить изношенные детали.	
Распределитель пускового воздуха	Общий ремонт распределителя пускового воздуха	21.2.1
	Заменить изношенные детали.	
Турбонагнетатель Нагнетатели TPL фирмы ABB	Проверить подшипники турбонагнетателя	1.24.1
	Осмотреть кольцо сопла, диффузор турбины / закрывающее кольцо, газовые впускной/выпускной корпуса и при необходимости заменить. См. инструкцию завода-изготовителя	

04.17.

Период: Через каждые 48000 часов работы

V2

Период: Через каждые 48000 часов работы		
Привод распредвала	Заменить подшипник промежуточной шестерни	13
	Замените подшипники, при необходимости замените другие компоненты.	06.2
Коленчатый вал	Проверить коленвал	
	Проверить коленвал на отсутствия износа.	06.2
Фундамент двигателя	Проверить упругие элементы фундамента двигателя	
Упругая установка	При необходимости заменить.	
Упругая муфта	Проверить упругую муфту	
	Разобрать и проверить гибкое соединение согласно инструкциям изготовителя.	
	При необходимости заменить пакет пружин/внутреннюю звездочку.	
Турбонагнетатель	Заменить ротор и вращающиеся детали	1.24.1
	Срок службы зависит от рабочих условий.	
	См. инструкцию завода-изготовителя	

05. Инструменты для техобслуживания

v1

Для техобслуживания двигателя требуются некоторые специальные инструменты. Некоторые из этих инструментов поставляются в комплекте с двигателем, остальные можно заказать через наши станции техобслуживания.

Потребность в инструменте для различных установок может существенно отличаться в зависимости от области применения. Были разработаны стандартные наборы инструментов для удовлетворения основных потребностей.

В каталоге запасных частей приведен исчерпывающий перечень инструментов для двигателей Wärtsilä.

Наборы инструментов разделены на группы для упрощения выбора инструментов для проведения определенных операций техобслуживания. Это значительно облегчает работу конечных пользователей.

Сведения об инструментах для техобслуживания регулятора и турбонагнетателя см. в перечнях в отдельных инструкциях, прилагаемых к руководству по техобслуживанию.

05.1. Использование "Каталога запасных частей"

v1

- 1** Перед началом работ по техническому обслуживанию прочитайте соответствующий пункт в Руководстве по эксплуатации.
- 2** Используя список из Каталога запасных частей, проверьте наличие всех инструментов, необходимых для осуществления обслуживания.
- 3** Проверить наличие необходимых запчастей -и расходных деталей.

05.2. Заказ инструментов для техобслуживания

v1

- 1** Найти интересующие вас детали в Каталоге запасных частей.

- 2 **Выберите требуемые детали и приспособления:** обратите внимание, что входящие в стандартную поставку приспособления упоминаются в списке поставки, специфичном для данной установки.
- 3 **Отметьте спецификации** и другую информацию, представленную в списке вверху или в "Списке заказов/запросов".
- 4 **Отправьте заказ** в Отделение по обслуживанию Wartsila, адрес которого напечатан в списке заказа/запроса. Все коммерческие условия указаны в списке заказа/запроса.



Примечание!

Все доступные приспособления перечислены в Каталоге запасных деталей. Смотрите также списки приспособлений, специфичные для каждой установки. Некоторые инструменты используются только для двигателей с определенным количеством цилиндров и заданным оборудованием, установленным на двигателе.

Для своевременной доставки запчастей, пожалуйста, указывайте номер запчасти и название детали в соответствии с Каталогом запасных частей. Указывайте также при заказе тип двигателя, спецификации и номер двигателя. Эти данные можно найти на пластине с названием двигателя.

При заказе специального оборудования или приспособлений, которые не включены в Каталог запасных частей или Руководство по эксплуатации, пожалуйста, приводите обозначение, используемое производителем, и серийный номер инструмента. Если эта информация отсутствует, то опишите инструмент максимально подробно и/или приложите к заказу его изображение.

Кроме этого должны быть указаны получатель и покупатель, их точные адреса и способ транспортировки. **Все заказы, сделанные по телефону, должны подтверждаться письмом по обычной или электронной почте.**

Требуемые инструменты должны заказываться прямо в компании Wartsila. Ее адрес и телефоны приведены на титульной странице этого руководства.

В заполненном заказе инструментов для техобслуживания должны быть указаны следующие сведения (пример):

Тип двигателя	Wärtsilä 9L20
Номер спецификации	173176
Номер двигателя	PAAE035380
Номер инструмента	832 004
Название детали	Подъемное приспособление для головки цилиндра
Количество	1

Получатель	Engineer A. Clipper
	M/S Brigitte
	C/O Seaforwarding
	Sea Port, Hull
Способ доставки	Экспресс-авиапочта
Покупатель	Shipowner Atlanta
	Head Square,
	Birmingham E.C.

06. Регулировочные данные, зазоры и пределы износа

06.1. Регулировочные данные

V2

Фазы газораспределения

Фазы газораспределения фиксированы, и их нельзя изменять индивидуально по цилиндрам.

Фазы газораспределения

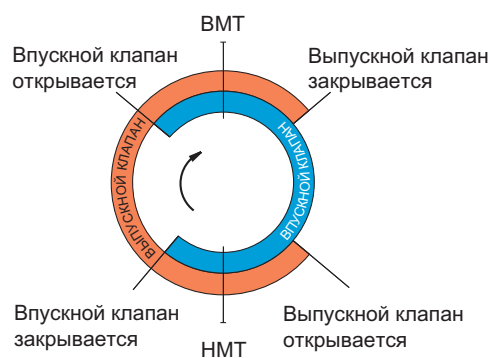


Рис 06-1

400603 V1

Уставки:

- Клапанные зазоры: впускные клапаны 0,4 мм выпускные клапаны 0,8 мм
- Момент начала впрыска топлива: См. результаты испытаний
- Давление открытия топливной форсунки: 600 бар (без общей магистрали «коммон рейл»)

Частота вращения, обуславливающая электропневматическое отключение (стандартные двигатели):		
Номинальная частота вращения	WECS или станционная автоматика	Релейный модуль
720 об/мин	820 ± 10 об/мин	840 ± 10 об/мин
750 об/мин	860 ± 10 об/мин	880 ± 10 об/мин

Частота вращения, обуславливающая отключение (двигатели с общей магистралью «коммон рейл»):		
Номинальная частота вращения	WECS 2000	WECS 7500
720 об/мин	820 ± 10 об/мин	850 ± 10 об/мин
750 об/мин	860 ± 10 об/мин	885 ± 10 об/мин

06.2. Зазоры и пределы износа (при 20 °С)

V2

Деталь, место замера		Нормальный зазор (мм)	Допуск. предел (мм)
10	Зазор коренного подшипника (также подшипника маховика)	0.225-0.346	
	Диаметр коренной шейки		339.85
	Овальность коренной шейки		0,05
	Конусность коренной шейки		0,025/100
	Толщина вкладыша коренного подшипника		Раздел
	Вкладыши из трехслойного металла		10.2.2
	Вкладыши из двухслойного металла		7.35 мм
	Диаметр смонтированного подшипника		340.360
	Осевой зазор в опорно-упорном подшипнике	0.30 -0.50	0.80
	Толщина упорного полукольца		14,60
	Зазор в подшипнике распредвала (блок подшипника распределительного вала: 230 мм)	0.160-0.269	
	Зазор в подшипнике распредвала (блок подшипника распределительного вала: 190 мм)	0.150-0.255	
	Диаметр гнезда подшипника в сборе (вертикальное направление)		230.350
	Осевой зазор опорно-упорного подшипника распредвала (распределительный вал: 230 мм)	0,250-0,700	1,0
	Осевой зазор опорно-упорного подшипника распредвала (распределительный вал: 190 мм)	0.350-0.600	
	Диаметр гильзы цилиндра		Верх: 320.80 низ: 320.30
	Овальность гильзы цилиндра в ВМТ		0,25

Деталь, место замера		Нормальный зазор (мм)	Допуск. предел (мм)
11	Зазор в подшипнике нижней головки шатуна	0.210-0.307	
	Овальность шатунной шейки		0,05
	Конусность шатунной шейки		0.035/100
	Толщина вкладыша подшипника нижней головки шатуна		Раздел 11.3.3
	Вкладыши из трехслойного металла		7.37
	Вкладыши из двухслойного металла		
	Отверстие нижней головки шатуна		324.90
	овальность		0,10
	Диаметр гнезда подшипника в сборе (шатун в сборе)		310.400
	Зазор в подшипнике поршневого пальца	0.09-0.159	
	Диаметр смонтированного подшипника		150.180
	Осевой зазор шатуна в поршне	0.5 -1.0	
	Зазор между пальцем и поршнем	0.050-0.084	
	Диаметр отверстия в поршне		135.1
	Зазор в замке поршневого кольца I (Зажим Ø 320)	0.7 -1.1	
	Зазор в замке поршневого кольца II (Зажим Ø 320)	1.3 -1.6	
	Зазор в замке маслосъемного кольца I (Зажим Ø 320)	1.2 - 1.5	
	Зазор поршневого кольца по высоте:		
	Компрессионное кольцо I (C84)	0.143-0.185	0.50
	Компрессионное кольцо II (C99)	0.143-0.185	0.50
	Маслосъемное кольцо (C79)	0.063-0.105	0.35
12	Высота канавки поршневого кольца: Канавка I		8.50
	Канавка II		8.50
	Канавка III		8.30
	Диаметр смонтированной направляющей клапана		24,25
	Диаметр штока клапана		23.90
	Зазор между стержнем клапана и его направляющей	0,100-0,156	00.30

Деталь, место замера		Нормальный зазор (мм)	Допуск. предел (мм)
13	Промежуточная шестерня привода распределительного вала (распределительный вал: 230 мм) зазор в подшипнике осевой разбег	0.160-0.269 0.35-0.55	0.35 0.9
	Боковой зазор зубчатой передачи привода распредвала:		
	Зубчатое колесо коленвала (6)/ большое промежуточное зубчатое колесо (3)	0.33-0.76	
	Малое промежуточное зубчатое колесо (5)/ зубчатое колесо распредвала (1)	0.33-0.66	
13	Промежуточная шестерня привода распределительного вала (распределительный вал: 190 мм) зазор в подшипнике осевой разбег	0.160-0.269 0.4-0.6	0.35 0.9
	Боковой зазор зубчатой передачи привода распредвала:		
	Зубчатое колесо коленвала (6)/ большое промежуточное зубчатое колесо (3)	0.25-0.55	
	Малое промежуточное зубчатое колесо (5)/ зубчатое колесо распредвала (1)	0.25-0.55	
14	Толкатель клапана, зазор по диаметру	0.072-0.161	
	Внутренний диаметр втулки		40.09
	Палец втулки-толкателя зазора подшипника ранее 08/1999 после 08/1999	0.034-0.066 0.059-0.091	
	Отверстие в коромысле		75.35
	Зазор, клапанное коромысло-вал	0.01-0.075	
	Диаметр отверстия траверсы		30,1
	Перекладина, зазор по диаметру	0.065-0.103	

Деталь, место замера		Нормальный зазор (мм)	Допуск. предел (мм)
16	Подъем иглы распылителя (стандартные двигатели)	0.68-0.72	0.77
	Промаркированные распылители, ранее 04/99	0.83-0.87	0.92
	Промаркированные распылители, после 04/99		
	Подъем иглы распылителя (DWI, дизель)	0.85-0.90	0.95
	Подъем иглы распылителя (DWI, вода)	0.70-0.75	0.80
	Толкатель инжекторного насоса	80 ±0.05	
	Расстояние (X) между регулировочным винтом и верхней поверхностью корпуса толкателя, см. Рис. 16-1.		
	Предварительный подъем толкателя	6	
16 CR	Подъем иглы распылителя (двигатели с общей магистралью «коммон рейл»)	0,85 ±0.02	0,95
	Предварительный подъем насоса высокого давления (двигатели с топливной системой высокого давления)	5,8	
17	Окружной зазор зубчатой передачи привода топливopодкачивающего насоса - L32	0.26-0.61	
	Длина основной касательной более трех (3) зубцов, сцеплена - L32	62.027-61.939	
18	Зазор подшипника масляного насоса - L32	0.13-0.17	0,20
	- V32	0.19-0.25	0,30
	Осевой разбег	0.20-0.40	
	Боковой зазор ведущей шестерни - L32	0.24-0.62	
	- V32	0.27-0.75	
	Длина основной касательной (ведущая шестерня)	86.312-86.4	
	более четырех (4) зубцов, растянутый - L32	160.084-160.156	
	более семи (7) зубцов, растянутый - V32		
	Зазор подшипника насоса предварительной смазки - L32	0.01-0.10	
	- V32	0.02-0.17	
18A	Осевой зазор - L32	0.07-0.15	
	- V32	0.10-0.30	
	Боковой зазор шестерни насоса - L32	0.10-0.30	
	- V32	0.15-0.40	
18A	Давление масла в системе управления в двигателях с общей магистралью «коммон рейл»	200 ±2,5 бар	
	Окружной зазор зубчатой передачи масляного насоса системы управления	0.35-0.72	

Деталь, место замера		Нормальный зазор (мм)	Допуск. предел (мм)
19	Окружной зазор приводной шестерни водяного насоса - L32 - V32	0.35-0.72 0.30-0.63	
	Длина общей нормали по трем (3) зубьям, в зацеплении	61.939-62.027	
22	Зазор подшипника на ведущем валу регулятора	0.08-0.121	00.15
	Осевой разбег	0.2-0.5	
	Окружной зазор ведущей шестерни	0.10-0.40	
	Зазор подшипника вала управления	0.010-0.126	0,25

07. Моменты затяжки и применение гидравлических приспособлений

07.1. Моменты затяжки шпилек, болтов и гаек_{V1}



Примечание!

См. раздел [07.3](#) Гидравлическая затяжка!

Номера позиций, приведенные в таблице внизу, относятся к соответствующим обозначениям от А до К, которые располагаются на двигателе, как показано на [Рис 07-1](#). Всегда затягивайте до момента, указанного в таблицах. Ослабленные винтовые соединения могут стать причинами серьезных повреждений или травм персонала. Резьбы и контактные поверхности гаек и винтов должны быть смазаны моторным маслом, если не указано обратное. Обратите внимание, что в некоторых случаях используются фиксирующие мастики.



Примечание!

Не следует использовать Molycote и другие смазки с низким трением для всех винтов и гаек. Большой риск перетяжки винтов.

$$1 \text{ Нм} = 0,102 \text{ кгс.м}$$

Моменты затяжки

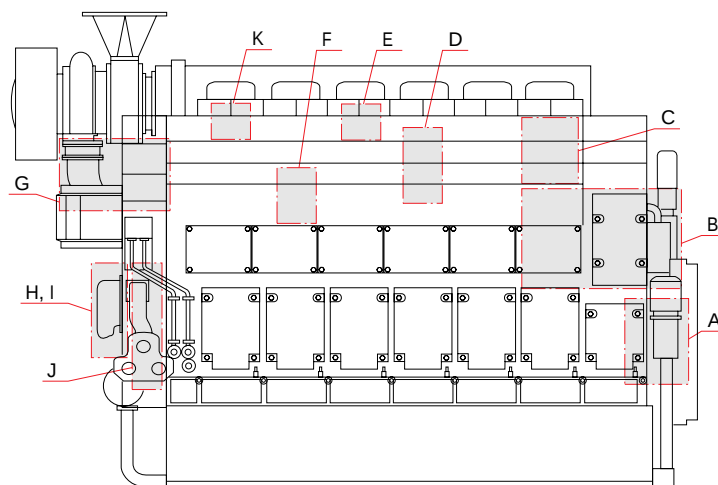


Рис 07-1

400701 V1

07.1.1. А: Коленвал и маховик

V2

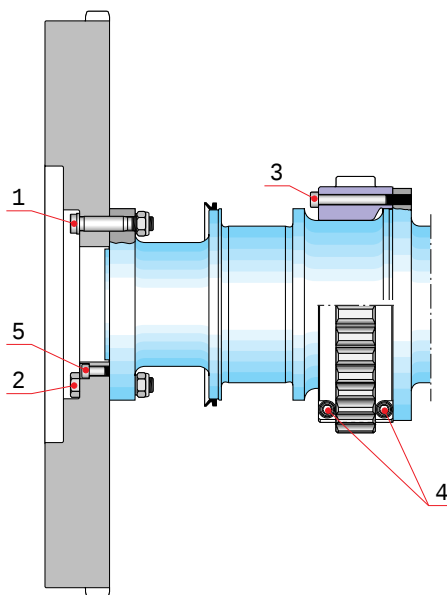


Рис 07-2

400702 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Болты маховика, установленные болты, М30	600±30
2.	Болты растяжения для маховика, М30	1200±60
3.	Разъемное зубчатое колесо на коленчатом валу, винты М20*190, 10.9 (М ₂)	550±30
	Настройка динамометрического ключа (М ₁) с комбинацией инструментов, см. Рис 07-3	488
	Смазать резьбы смазочным моторным маслом.	
4.	Разъемное зубчатое колесо на коленчатом валу, винты М20*120, 12.9 (М ₂)	600±30
	Настройка динамометрического ключа (М ₁) с комбинацией инструментов, см. Рис 07-3	532
	Смазать резьбы смазочным моторным маслом.	
5.	Монтажные болты маховика, М20	390±20



Примечание!

Настройка динамометрического ключа должна быть пересчитана, если для винтов разъемного зубчатого колеса используется другая комбинация инструментов вместо приводимой на Рис 07-3 ниже.

Динамометрический ключ

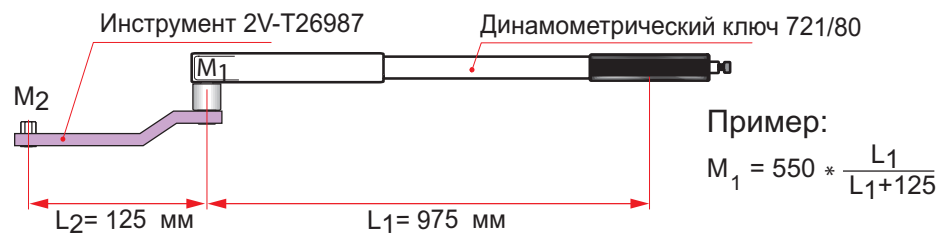


Рис 07-3

400716 V1

07.1.2. В: Промежуточная шестерня и распредел V2

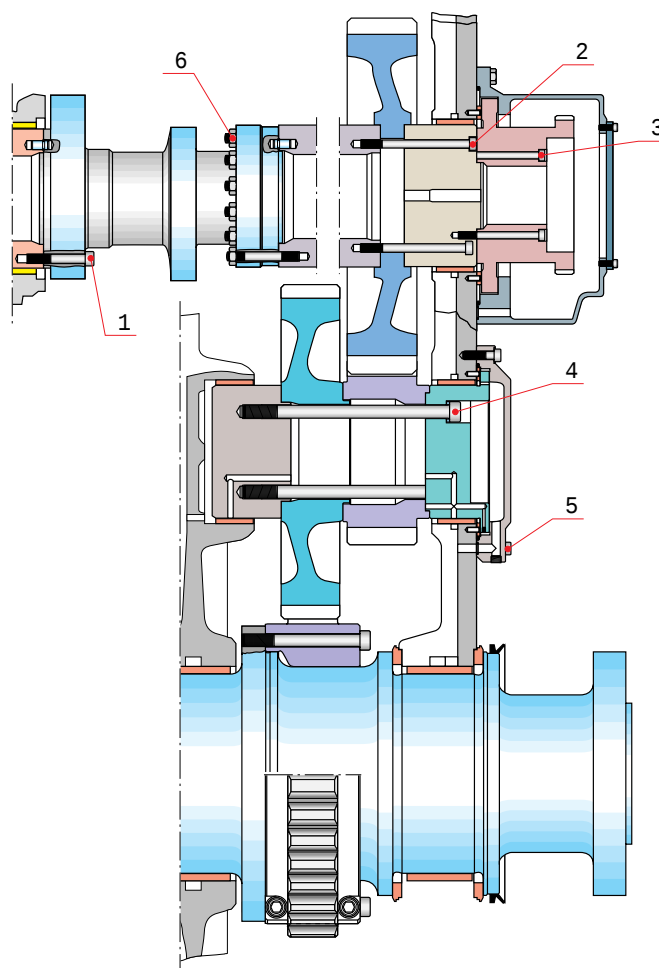


Рис 07-4

400704 V1

Поз	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты крепления фланца распредела	290±10
2.	Винты приводной шестерни распредела	290±10
3.	Винты зубчатого колеса регулятора	117±10
4.	Винты промежуточного зубчатого колеса	560±30
	Винт с гидравлическим натяжением, см. раздел 07.3	
5.	Винты крепления фланца	80±5
6.	Гайки крепления фланца распредела	290±10



Примечание!

Информацию о промежуточных шестернях и приводе распределителя см. в разделе [13.1](#).

В: Привод регулятора

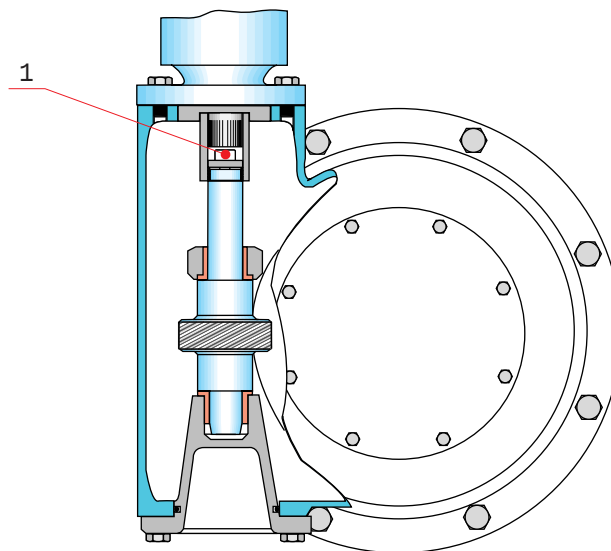


Рис 07-5

400714 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винт приводного вала регулятора	80±5

07.1.3. С: Головка цилиндров

V2

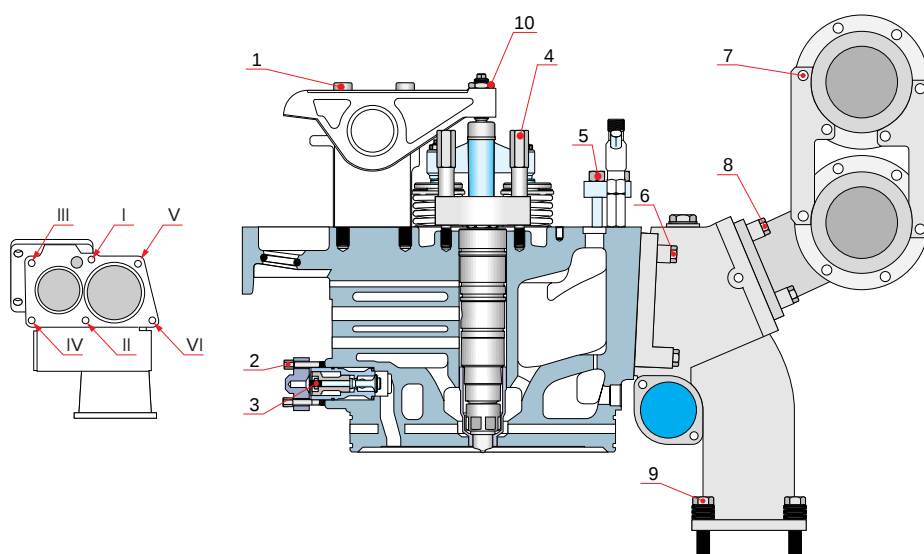


Рис 07-6

400705 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Стойка коромысла, винты крепления	400±20
2.	Крепежные винты пускового клапана	55±5
3.	Гайка для стержня пускового клапана	35±5
4.	Гайки для форсунки	125±10
5.	Предохранительный клапан в головке цилиндров, крепежные гайки	85±5
6.	Винты крепления, головка цилиндра/мультикорпус	195±10
	Примечание! Порядок затяжки. Повторная проверка болтов. Нанести на резьбу Nova Lube или аналогичную термостойчивую смазку.	
7.	Крепежные винты для фланцевых соединений	79±5
8.	Винты крепления, мультиканал/выхлопной коллектор	195±10
9.	Крепежные винты, мультиканал/блок цилиндров	195±10
10.	Крепежные винты, коромысла	300

07.1.4. D: Инжекторный насос

V2

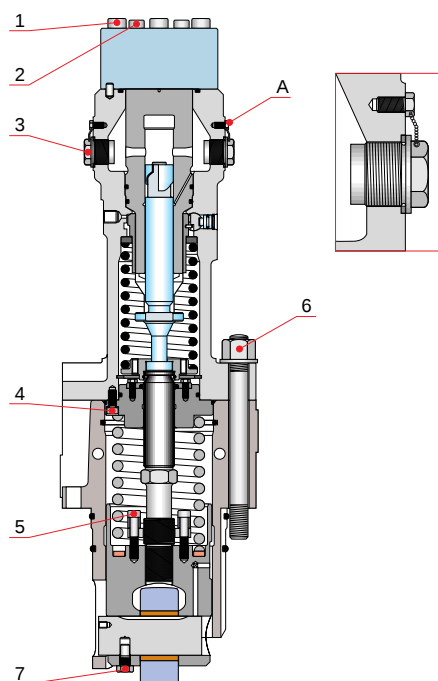


Рис 07-7

400706 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)	
		DELPHI	L'Orange
1.	Крепежные винты для головной части, M16	105±10	160±10
2.	Крепежные винты для головной части, M12		120±10
3.	Противокавитационные пробки	215±10	200±10
	Внимание! Противокавитационные пробки должны быть зафиксированы! См. раздел 16.2.5		
4.	Винты крепления фланца	19±3	30±5
5.	Стопорные винты регулировочного винта впрыскивающего насоса	50±5	50±5
6.	Крепёжные гайки для инжекторного насоса	400±20	400±20
	Смазать резьбу и соприкасающиеся поверхности моторным маслом.		
7.	Стопорный винт роликового штифта	80±5	80±5
	Нанести на резьбу мастику "Loctite 2701", см. раздел 07.2.		

D: Впрыскивающий насос, общая магистраль «коммон рейл»

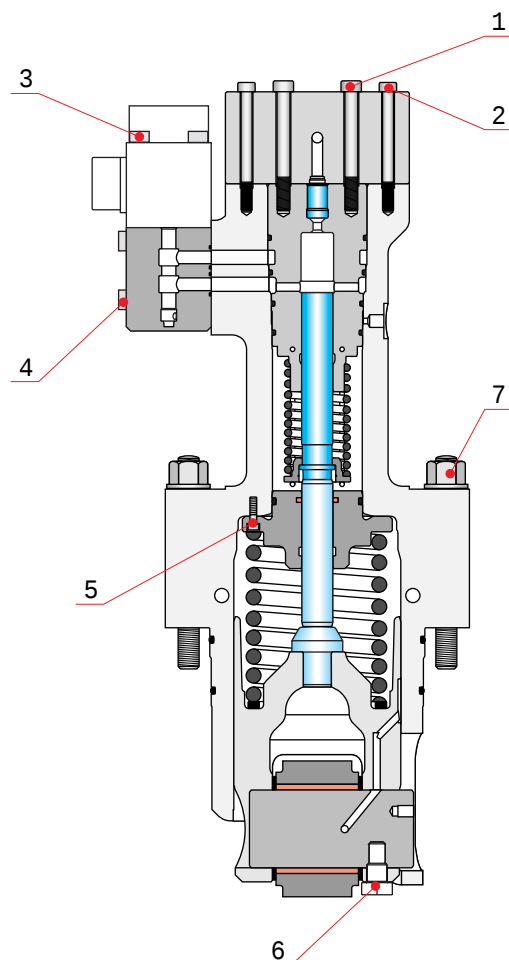


Рис 07-8

400734 V1

Поз.	Резбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Крепежный винт для насосного элемента, M10.	80±8
2.	Крепежный винт для головной части M8 .	33±3
	Крепежный винт для головной части M10 .	60±6
3.	Крепежный винт для катушки распределительного клапана.	11±1
4.	Крепежные винты для распределительного клапана.	39±4
5.	Крепежный винт держателя пружины.	9±1
6.	Стопорный винт роликового штифта.	70±7
	Нанести на резьбу мастику "Loctite 2701", см. раздел 07.2.	
7.	Крепежная гайка для инжекторного насоса	400±20
	Смазать резьбу и соприкасающиеся поверхности моторным маслом	

D: Корпус толкателя клапана

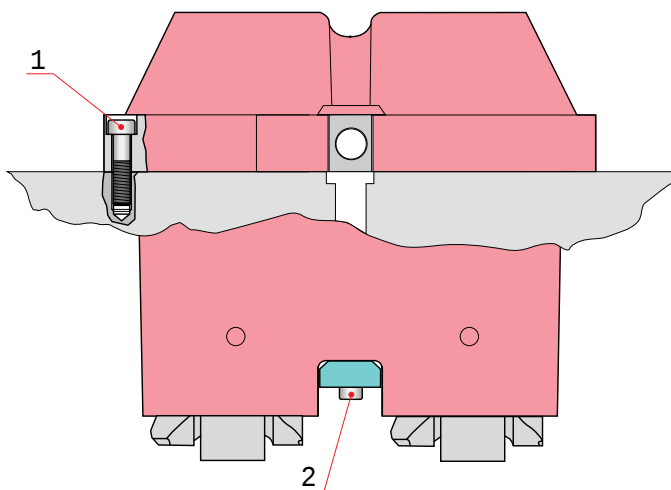


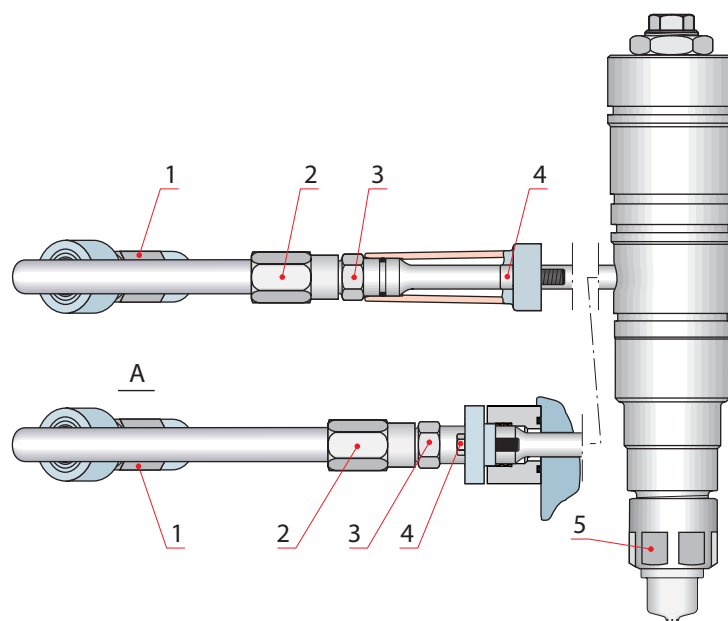
Рис 07-9

400713 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винт крепления корпуса толкателя клапана	200±10
2.	Крепежный винт направляющей пластины	23±5
	Нанести на резьбу мастику "Loctite 242", см. раздел 07.2.	

07.1.5. Е: Топливный инжекторный клапан

V2



А. Фрикционное кольцо

Рис 07-10

400707 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к насосу	140±10
2.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к соединительной детали	90±10
3.	Переходник на держатель форсунки	160±10
4.	Винты для защитной трубки	80±5
5.	Колпачковая гайка распылителя (L'Orange)	450±20
5.	Колпачковая гайка распылителя (Woodward)	678±40

Трубопровод впрыскивания топлива типа фрикционного кольца		
Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к насосу	265±10
2.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к соединительной детали	180±10
3.	Переходник на держатель форсунки	160±10
4.	Винты для фланца	80±5
5.	Колпачковая гайка распылителя (L'Orange)	450±20
5.	Колпачковая гайка распылителя (Woodward)	678±40

Е: Топливная форсунка, DWI

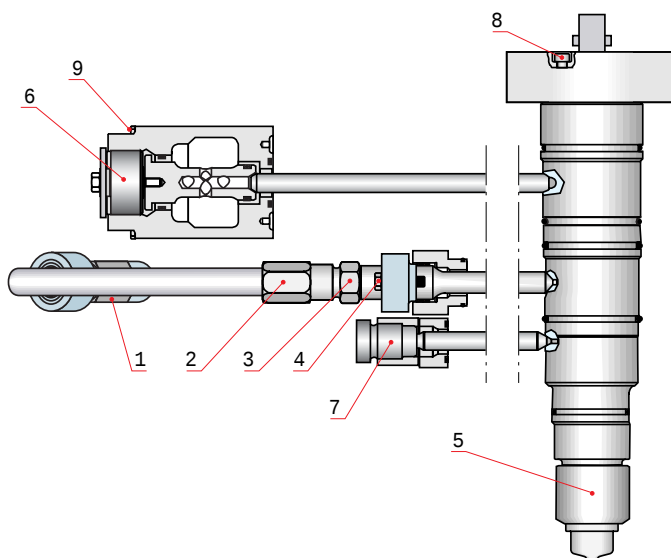


Рис 07-11

400729 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к насосу	265±10
2.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к соединительной детали	180±10
3.	Переходник на держатель форсунки	70±5
4.	Винты для фланца	80±5
5.	Колпачковая гайка распылителя	600±20
6.	Винт для подсоединения воды высокого давления	100±10
	Смазать Molykote G-Rapid Plus	
7.	Винт для подсоединения вытекшей воды	35±5
	Смазать Molykote G-Rapid Plus	
8.	Винты для корпуса форсунки	70±5
9.	Крепежные винты водяного аккумулятора	75±5
	Смазать Molykote G-Rapid Plus	

Е: Топливная форсунка, общая магистраль «коммон рейл»

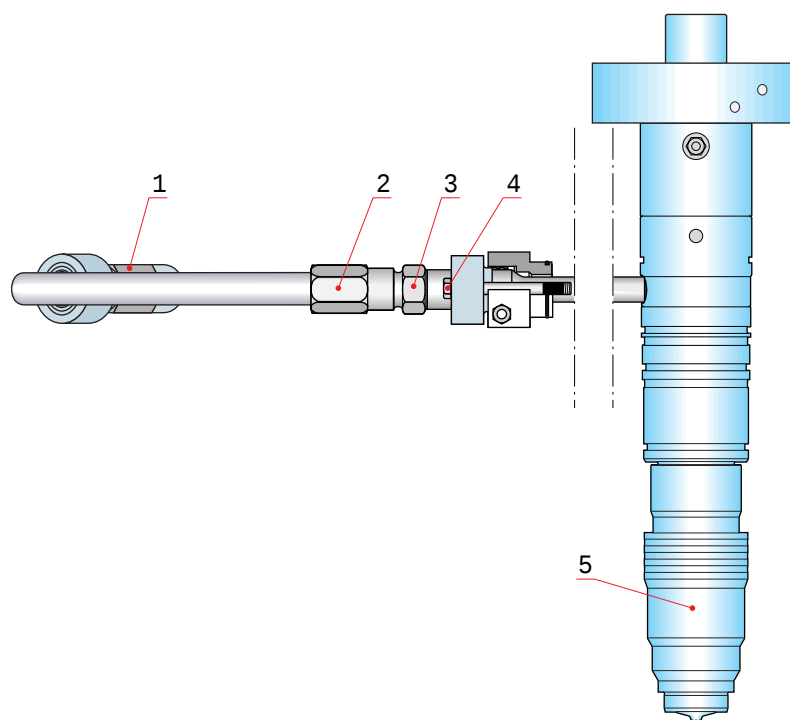


Рис 07-12

400743 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к насосу	290±30
2.	Колпачковая гайка трубопровода впрыскивания к соединительной детали	210±20
	Нанести моторное масло на резьбы и конусные гнезда.	
3.	Переходник на держатель форсунки	160±10
4.	Винты для защитной трубки	80±5
5.	Колпачковая гайка распылителя	600±20

Е: Ограничитель расхода впрыскиваемой воды, DWI

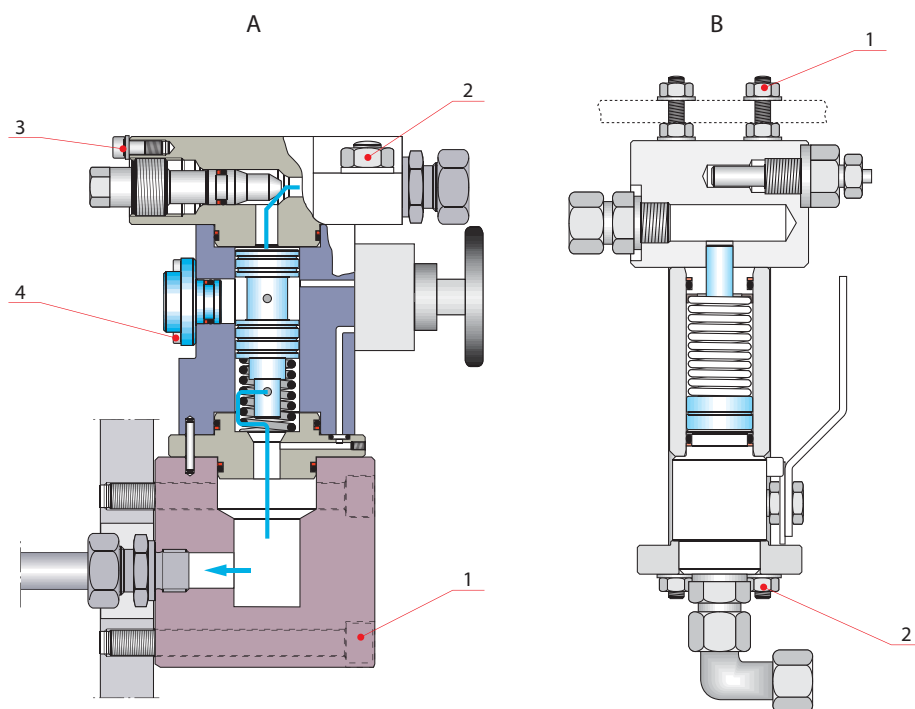


Рис 07-13

400732 V1

А: Ограничитель расхода №5		
Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Крепежный винт	79±5
2.	Крепежная гайка	80±5
3.	Винт ограничителя для отсечного штока	5±1
4.	Винт крепления пробки	7±1

В: Ограничитель расхода №7		
Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Крепежная гайка	25±2
2.	Гайка	34±2

Е: Трубки высокого давления, "коммон рейл"

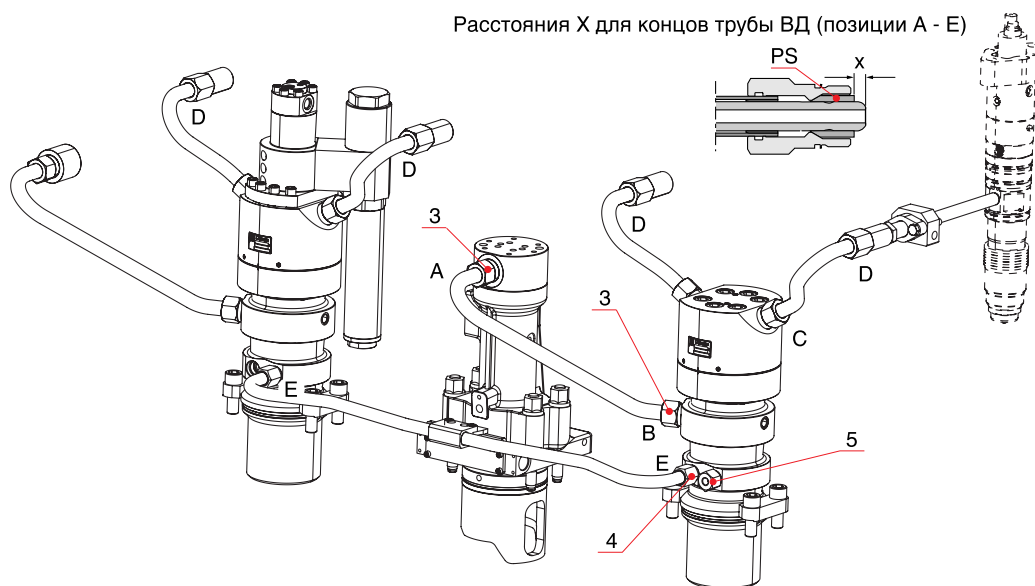


Рис 07-14

400733 V1

Поз.	Соединение	Момент (Нм)
3.	Колпачковая гайка трубопровода аккумулятора и насоса	290±30
	Нанести моторное масло на резьбы и конусные гнезда.	
4.	Колпачковая гайка трубопровода к аккумулятору	140±15
	Нанести моторное масло на резьбы и конусные гнезда.	
5.	Пробка	140±15
	Резьбу смазать моторным маслом	

Поз.	Соединение	Расстояние X (мм)
A.	Расстояние (X) торец трубы - напорный штуцер (PS). Нанести на резьбу Loctite 2701 .	7,8(+0,5/-0)
B.	Расстояние (X) торец трубы - напорный штуцер (PS). Нанести на резьбу Loctite 2701 .	6,4(+0,5/-0)
C.	Расстояние (X) торец трубы - напорный штуцер (PS). Нанести на резьбу Loctite 2701 .	7,8(+0,5/-0)
D.	Расстояние (X) торец трубы - напорный штуцер (PS). Нанести на резьбу Loctite 2701 .	10,9(+0,5/-0)
E.	Расстояние (X) торец трубы - напорный штуцер (PS). Нанести на резьбу Loctite 2701 .	7,6(+0,5/-0)



Примечание!

Трубопроводы высокого давления должны повторно затягиваться с интервалами, указанными в главе 04, процедуры описаны в главе 16.

Е: Аккумулятор системы «коммон рейл»

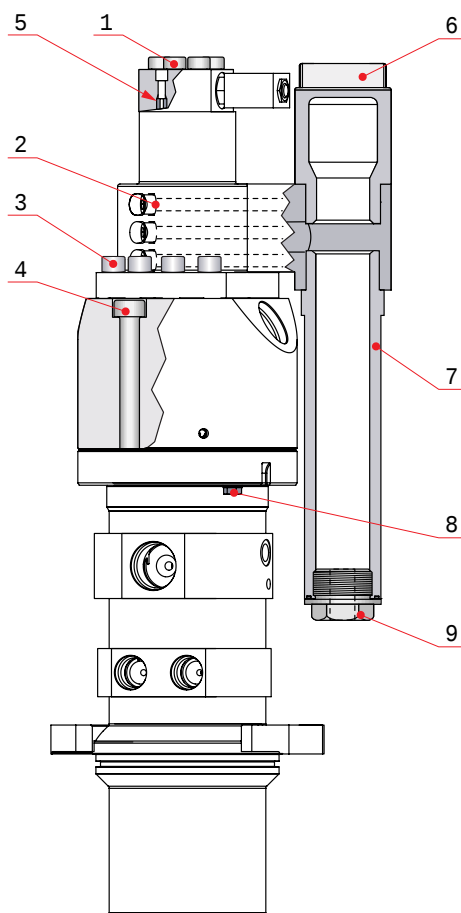


Рис 07-15

400735 V1

Поз.	Соединение	Момент (Нм)
1.	Крепежный винт соединительной детали SSV-клапана	80±5
	Резьбу смазать Loctite 243 .	
2.	Винты крепления баллона со сжатым воздухом	80±5
3.	Винты крепления клапана SSV.	110±10
4.	Крепежные винты для головной части.	520±20
5.	Редукционная пробка На резьбу нанесите Loctite 542 .	1±0,1
6.	Головка баллона со сжатым воздухом.	350±20

Поз.	Соединение	Момент (Нм)
7.	Баллон со сжатым воздухом.	350±20
8.	Винты крепления кольца обнаружения утечки.	20±5
9.	Донная пробка баллона со сжатым воздухом.	270±10

07.1.6. F: Поршень

V2

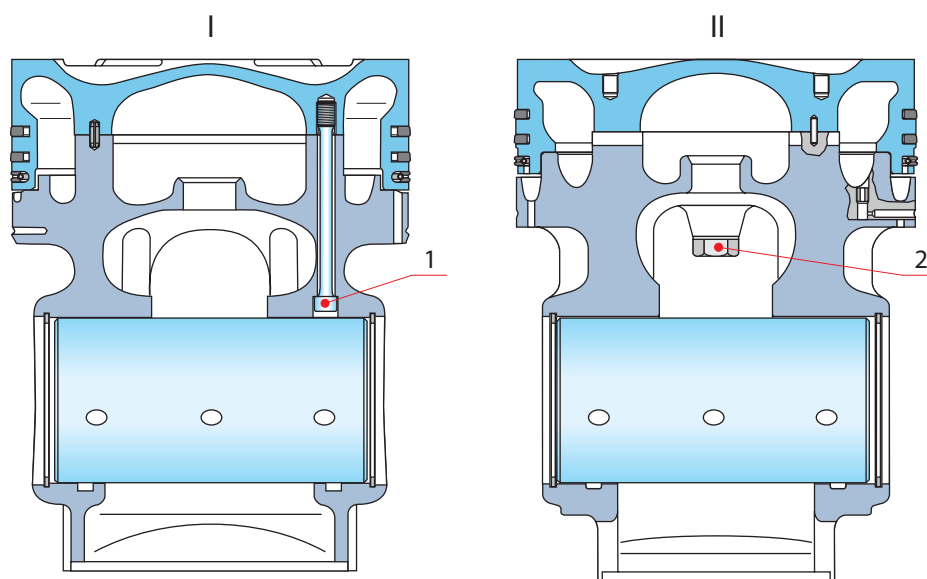


Рис 07-16

400708 V1

I: Поршень типа 1 (поршень с 4 винтами)		
Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты крепления головки поршня.	
	1. Смазать резьбу и соприкасающиеся поверхности моторным маслом.	
	2. Затянуть винты перекрестно.	155 Нм
	3. Ослабить винты.	
	4. Предварительно перекрестно затянуть винты.	40 Нм
	5. Подтянуть винты перекрестно до угла	$80^{\circ} \pm 5^{\circ}$
	6. Проверить правильность затяжки. Винт не должен двигаться при затяжке с моментом 125 Нм.	
	Примечание! При замене головки поршня замените винты новыми, если их общая длина превышает 169,5 мм .	

II: Поршень типа 2 (поршень с 2 винтами)		
Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
2.	Винты крепления головки поршня.	
	1. Смазать резьбу и соприкасающиеся поверхности моторным маслом.	
	2. Слегка затянуть винты.	250Нм
	3. Ослабить винты.	
	4. Слегка затянуть винты.	80 Нм
	5. Подтянуть винты до угла	90°(+0°/-10°)
	7. Проверить правильность затяжки. Винт не должен двигаться при затяжке с моментом 250 Нм.	
	Примечание! При замене головки поршня замените винты новыми, если их общая длина превышает 131,4 мм .	

F: Поршень

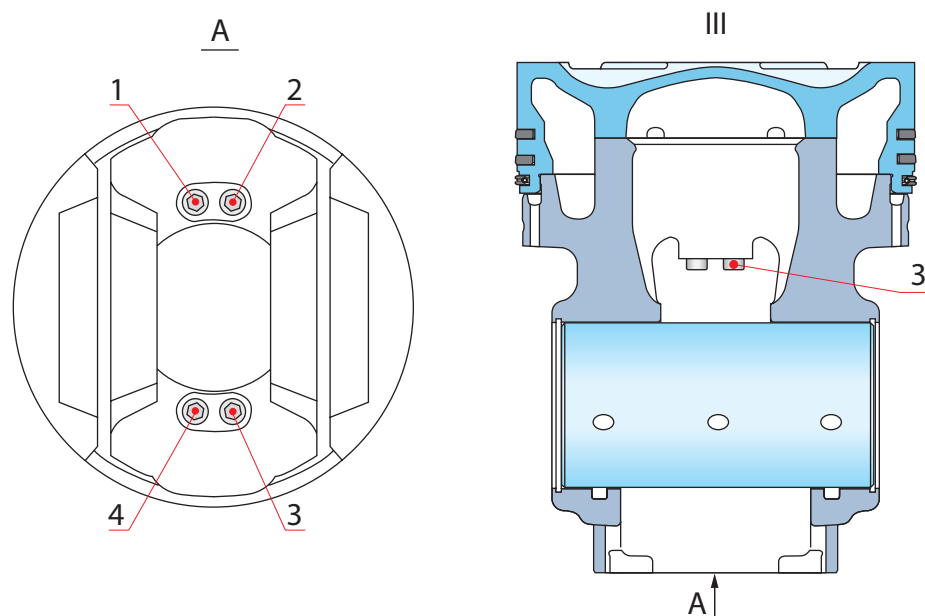


Рис 07-17

400730 V1

III: Поршень типа 3 (поршень с 4 винтами)		
Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
3.	Винты крепления головки поршня.	
	1. Смазать резьбу и соприкасающиеся поверхности моторным маслом.	
	2. Затянуть все винты.	30±1 Нм
	3. Подтянуть все винты до угла	96° (+5°/-0°)
	4. Ослабить винты 1 и 3.	
	5. Затянуть винты 1 и 3.	30±1 Нм
	6. Подтянуть винты 1 и 3 до угла	81° (+5°/-0°)
	7. Ослабить винты 2 и 4.	
	8. Затянуть винты 2 и 4.	30±1 Нм
	9. Подтянуть винты 2 и 4 до угла	81° (+5°/-0°)
	10. Проверить правильность затяжки. Винт не должен двигаться при затяжке с моментом 165 Нм.	
	Примечание! При замене головки поршня заменить все винты.	

07.1.7. G: Болты крепления турбоагнетателя

V2

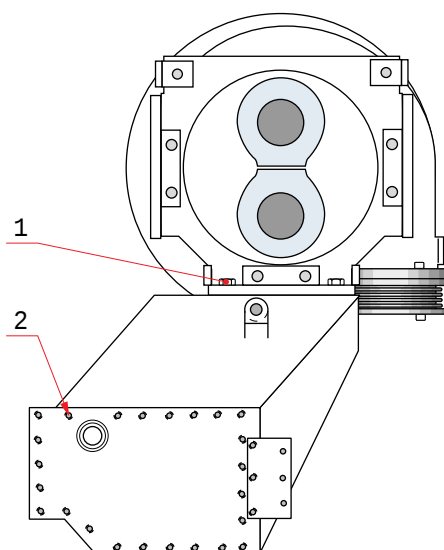


Рис 07-18

400712 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винт крепления турбоагнетателя	
	- TPL61, TPL65, M20	560±20
	- NA295, NA297, M20	560±30
	- NA355, M24	650±30
	- TPL69, M24	920±40
	- NA357, M24	920±40
2.	Крепежные винты для кронштейна турбоагнетателя	
	- L32, M16	195±10
	- V32, M24	650±30

07.1.8. Н, I: Насосы с приводом от двигателя

V2

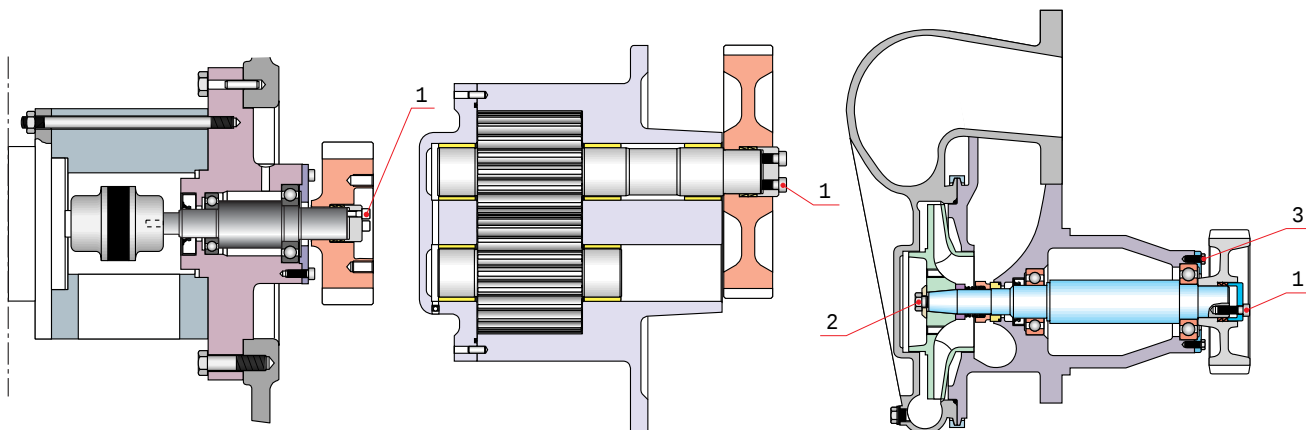


Рис 07-19

400709 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Ведущая передача ведущих насосов двигателя:	
	Затянуть винты перекрестно	
	- Топливоподкачивающий насос (*)	32±2
	- Насос смазывающего масла L32 (*)	75±5
	- Насос смазывающего масла V32 (*)	150±5
	- Водяной насос L32 (*)	32±2
	- Водяной насос V32 (*)	50±2
	Затянуть винты перекрестно ((0 - 20 - 40 - 50 Нм)	
2.	(*) Винты обработаны фиксирующим составом и могут использоваться только один раз. Замените винты новыми, обработанными. Допускается использование только Drilloc 201 или Drilloc 211.	
	Винт крыльчатки для водяного насоса ГВ и ХВ	
	Тип насоса WD-90/ -91/ -120:	85±5
	Тип насоса WD-121:	110±5
3.	Нанести на резьбу мастику "Loctite 2701", см. раздел 07.2.	
	Винты для фиксатора подшипника	10±3
	Нанести на резьбу мастику "Loctite 242", см. раздел 07.2.	



Примечание!

Во избежание повреждения резьбы (поз. 2 и 3) нагреть винты перед откручиванием.

Н, I Приводимый от двигателя насос регулирования масла,
«коммон рейл»

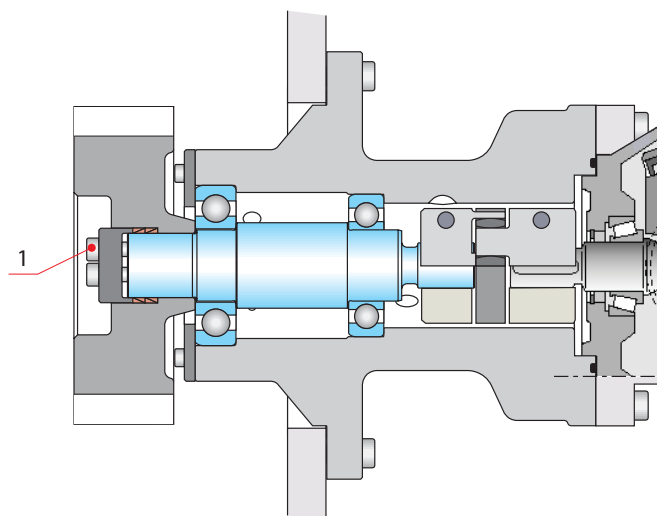


Рис 07-20

400736 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Крепежные винты для ведущей шестерни Затянуть винты перекрестно. Винты обработаны фиксирующим составом и могут использоваться только один раз. Замените винты новыми, обработанными. Допускается использование только Drilloc 201 или Drilloc 211.	35±2

07.1.9. J: Свободный конец коленвала

V2

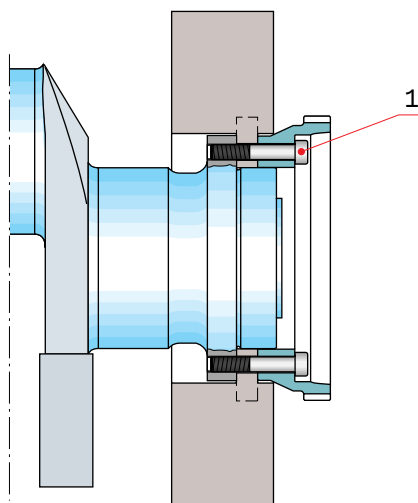


Рис 07-21

400710 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Болты крепления шестерни привода насосов у заднего конца коленчатого вала. Смазать резьбы смазочным моторным маслом.	1800±25

Мы рекомендуем использовать динамометрический инструмент также и при затяжке других винтов и гаек. К винтам класса прочности 8.8 прикладываются следующие моменты затяжки: при смазке смазочным маслом и обработке мастикой "Loctite".

Размер болта	Размер между противоположащими гранями 6-гранной головки болта (мм)	Размер ключа для винтов с головкой с 6-гранным углублением под ключ (мм)	Момент	
			(Нм)	(кгсм)
M8	13	6	23	2,3
M10	17	8	45	4,6
M12	19	10	80	8,1
M16	24	14	190	19,3
M20	30	17	370	37,5
M24	36	19	640	65,0

07.2.

Применение стопорящей жидкости

V2

При применении стопорящей жидкости ("Локтайт") все детали тщательно очистить обезжиривающей жидкостью, и дать им полностью просохнуть перед нанесением стопорящей жидкости.

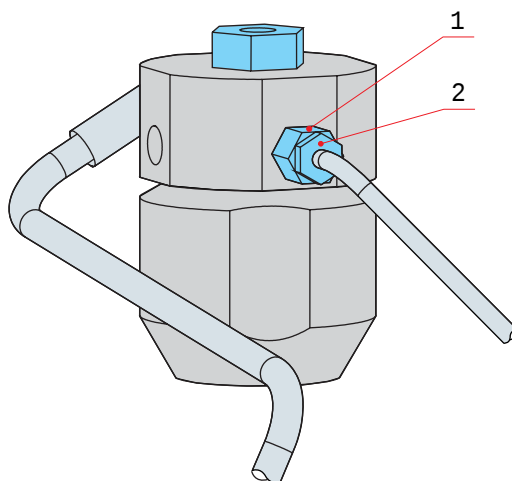
К: Датчики для воды ГВ-контура

Рис 07-22

400745 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Гнездо датчика температуры	40±5
2.	Гнездо датчика температуры	1.2

07.3. Соединения с гидравлической затяжкой^{V2}

07.3.1. Давления затяжки

V2

Соединения с гидравлической затяжкой

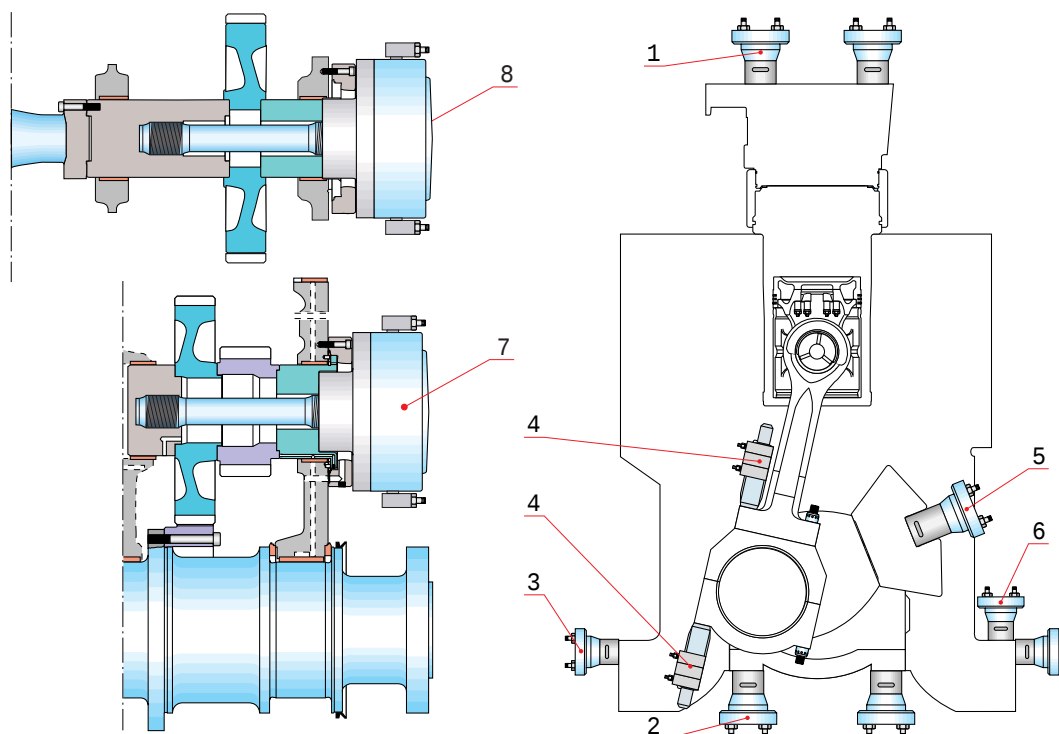


Рис 07-23

400715 V1

Поз.	Резьбовое соединение	Макс.гидравл. давление (бар)		Гидроцилиндр
		затяжка	ослабление	
1.	Винты M56 головки цилиндров в два этапа:			800047
	Первый этап	520		
	Второй этап	520	540	
2.	Винты M56 коренных подшипников в два этапа:			800046
	Первый этап	250		
	Второй этап	615	635	
3.	Боковые винты M42 коренных подшипников в два этапа:			800041
	Первый этап	250		
	Второй этап	615	635	

Поз.	Резьбовое соединение	Макс.гидравл. давление (бар)		Гидроцилиндр
		затяжка	ослабление	
4.	Винты шатуна :			800020
	M27, верхнего и нижнего шатунов в два этапа:			
	Первый этап	400		
	Второй этап	800	820	
5.	Винты M42 противовеса в два этапа:			800041
	V32 Первый этап	300		
	Второй этап	700	720	
5.	L32 (на винте выбито: 940) Первый этап	300		800041
	Второй этап	700	720	
	L32 (на винте выбито: 1569) Первый этап	400		800041
	Второй этап	800	820	
6.	Болты крепления двигателя	x)		
7.	M80, промежуточных шестерен в два этапа:			800112
8.	M80, приводной шестерни распредвала в два этапа:			800112
	Первый этап	760		
	Второй этап	760	780	

X) Поз. 6, см. инструкции по установке.
Моменты затяжки шпилек к отливке:

Размер болта	Момент затяжки (Нм)
M56 Головка цилиндров	400±20
M56 Коренной подшипник	300±10
Все шпильки M27 на шатуне	100±10
M42 и M48 x 3	200±10
M80 Промежуточная шестерня	200±10



Примечание!

Винты в поз. 3 и 6. Поз. 3 - см. главу 10, раздел [10.2.3](#).



Осторожно!

При превышении максимального гидравлического давления шпильки будут перегружены. Болты рекомендуется заменить, если по какой-либо причине максимальное гидравлическое давление будет превышено.

07.3.2. Техника безопасности при работе с гидравлическими приспособлениями

V2

Поскольку гидравлические приспособления работают с высоким давлением и создают большие усилия, во избежание опасности получения травм и повреждения оборудования во время работы на двигателе и в мастерской необходимо принимать соответствующие меры предосторожности.

Срок службы гидравлических приспособлений	
Приспособление	Циклы нагрузки (прибл.)
Поршень цилиндрического гидроинструмента (см. Рис 07-25)	1 000
Винты в гидроинструменте "сдвоенный цилиндр" (см. Рис 07-24)	1 000
Гидравлические шланги и муфты	10 000

Существует два типа гидроинструмента для шпилек шатуна, см. Рис 07-24. Винты и гайки в инструменте **новой конструкции** (представленной в 2001 году) необходимо заменять до достижения **1000** циклов нагрузки, т.е. 1000-кратного поднятия давления до номинального значения).

Винты и гайки **предшествующей конструкции**, см. Рис 07-24, нужно заменять до достижения **250** циклов нагрузки.

Если затянутые гидравлически гайки трудно открутить при подаче максимального гидравлического давления, необходимо проверить наличие коррозии на резьбе, состояние приспособления и погрешность манометра.

Гидравлическое приспособление для затяжки винтов хвостовиков шатунов

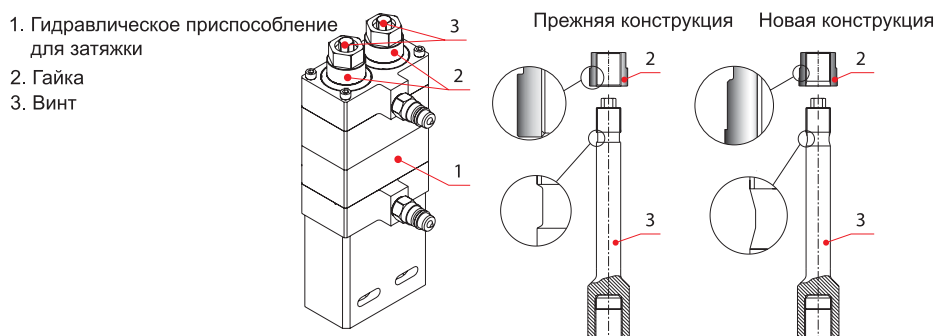
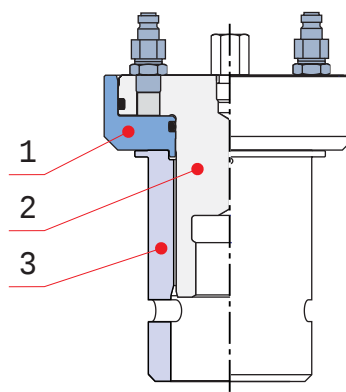


Рис 07-24

400731 V1

Цилиндрический гидравлический инструмент



1. Цилиндр 2. Поршень 3. Втулка

Рис 07-25

400744 V1

07.3.3. Заполнение и проверка комплекта гидравлических приспособлений и выпуск воздуха из них

V2

Гидравлическое приспособление состоит из ручного насоса высокого давления со встроенным маслобаком, шлангов с быстродействующими муфтами и обратными клапанами, цилиндров и манометра, смонтированного на ручном насосе, но не соединенного с напорной стороной насоса.

Компоненты соединены последовательно, а манометр подсоединен последним, что обеспечивает создание правильного давления в каждом цилиндре.

Невозвратные клапаны в шлангах интегрированы с быстроразъемными соединениями и открываются штифтами, расположенными в центре охватывающей и охватываемой деталей. Если эти штифты изнашиваются, то соединение нужно заменить во избежание риска блокировки.

- В гидравлическом приспособлении высокого давления рекомендуется использовать специальное гидравлическое масло или по крайней мере масло с вязкостью около 12 сСт при 20°C.
- При наполнении контейнера насоса высокого давления рекомендуется соединять приспособление в соответствии со схемой В, [Рис 07-26](#). Перед наполнением нужно открыть

выпускной клапан (2) и опустошить цилиндры (4), одновременно прижав поршень и цилиндр. После этого контейнер можно наполнить через заливную пробку (1).

- После наполнения провентилируйте систему, нажав пальцем центральный штифт охватывающей детали последнего быстроразъемного соединения, когда соединение отсоединено от манометра. Нагнетайте давление, пока весь свободный воздух не выйдет из соединения.
- Регулярно проверяйте манометр гидроустройства. Для этой цели поставляется сравнительный манометр. Этот манометр можно подсоединить к отверстию под пробку (7), тогда выпускной шланг насоса подсоединяется прямо к манометру.

07.3.3.1. Инструкция по гидравлическому приспособлению высокого давления

V2



Осторожно!

При пользовании гидравлическим приспособлением высокого давления и при уходе за ним особое внимание уделяйте чистоте и выполняйте работу с осторожностью.

- Когда шланги находятся под давлением, не допускается производство никаких операций техобслуживания, регулировок или ремонтов, ни даже дозатяжек соединений.
- Перед повышением давления в приспособлении высокого давления требуется выпустить воздух из всех гидравлических устройств (насоса, трубопроводов, шлангов, блоков регулирования).
- Превышение максимально допустимого давления самых слабых узлов не допускается.
- Ведите журнал или подобные записи о гидравлическом приспособлении.

07.3.4. Разборка резьбовых соединений, затянутых гидравлически

V2



Предупреждение!

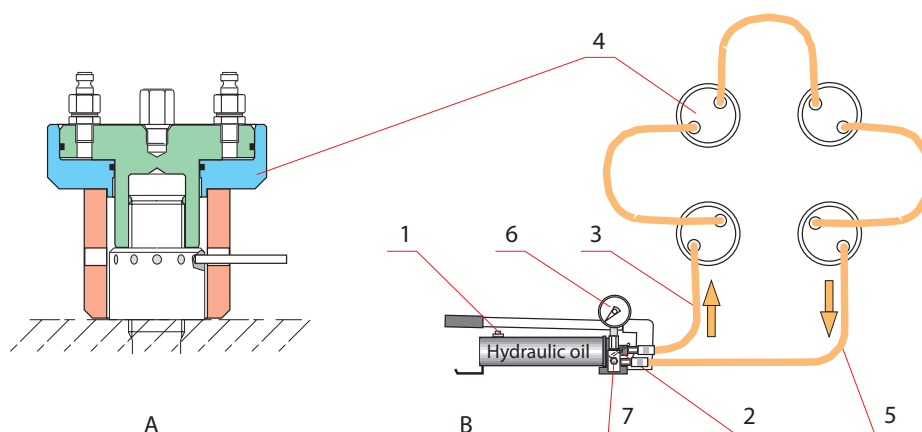
Не стойте в непосредственной близости к гидравлическому приспособлению под давлением.

1

Присоединить распорную втулку и гидравлические цилиндры в соответствии с [Рис 07-26 А](#). Закрутить цилиндры от руки.

- 2** Подсоединить шланги к насосу и цилиндрам в соответствии с Рис 07-26 В. Открыть предохранительный клапан (2) и закрутить цилиндры по часовой стрелке для вытеснения попавшего масла.
- 3** Поверните цилиндры против часовой стрелки примерно на полоборота (180°), в противном случае гайка застопорена цилиндром, и её невозможно ослабить.
- 4** Закройте выпускной клапан и накачайте давление до заданной величины.
- 5** Поверните гайку против часовой стрелки примерно на полоборота с помощью штифта.
- 6** Открыть разгрузочный клапан и снять гидроустройство.
- 7** Отвернуть гайки рукой.

Гидравлический цилиндр



1. Заправочная пробка 2. Разгрузочный клапан 3. Шланг 4. Гидроцилиндр 5. Шланг 6. Манометр 7. Отверстие под пробку

Рис 07-26

320752 V1

07.3.5. Повторная сборка резьбовых соединений, затянутых гидравлически

V2

Проверить, что резьбы и контактные поверхности чистые и свободны от частиц.

- 1** Навинтите гайки и смонтируйте разделительные втулки. Навинтите цилиндры вручную.
- 2** Подсоедините шланги к насосу и цилиндрам. Проверьте, чтобы выпускной клапан был открыт, и вкрутите цилиндры по часовой стрелке, чтобы вытеснить возможные остатки масла.

- 3** Закройте выпускной клапан и накачайте давление до заданной величины.
- 4** Закрутите гайки по часовой стрелке до плотного контакта с поверхностью. С помощью штифта, предназначенного для этой цели, затяните гайку насколько возможно, не сломав штифт. Поддерживайте давление постоянным на заданном уровне.
- 5** Открыть разгрузочный клапан и снять гидроустройство. С целью обеспечения правильной затяжки гайки давление можно повышать в два этапа. Осуществить нагнетание давления в соответствии с разделом [07.3.1](#) и закрутить гайку в направлении по часовой стрелке до достижения плотного прилегания к поверхности. Еще увеличить давление вплоть до указанного и снова закрутить гайку до достижения плотного прилегания к поверхности. На этот раз гайку нужно повернуть лишь на небольшой угол, который приблизительно одинаков для всех гаек одного типа.



Примечание!

Перед пуском двигателя убедиться в том, что все винтовые соединения, которые были открыты, надлежащим образом затянуты и зафиксированы.

07.4.

Пользование цилиндром гидравлического съемника

V2

Для выполнения некоторых рабочих операций, требующих больших усилий, используют гидравлический цилиндр-съемник 800063. При работе с ним применяют гидравлический ручной насос высокого давления, схема соединения согласно [Рис 07-27](#).

Гидравлический цилиндр-съёмник

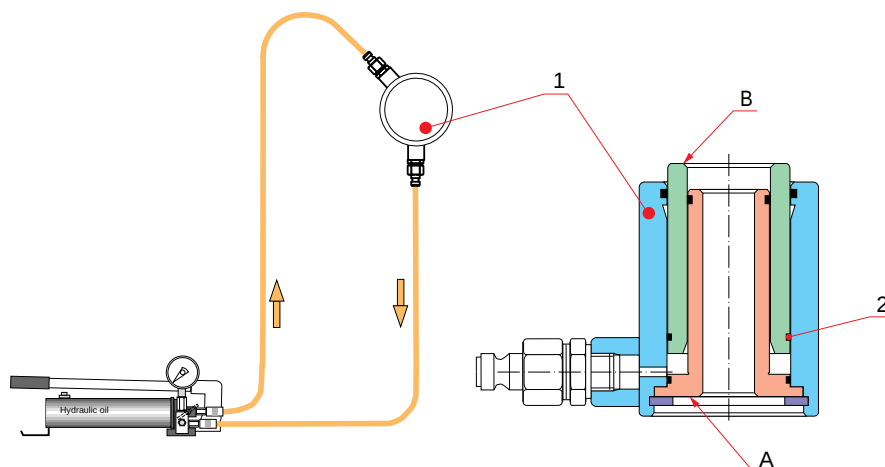


Рис 07-27

320753 V1

Согласно конструкции съёмника внешний цилиндр (1) не должен подвергаться действию нагрузки, а сила создается между поверхностями А и В.

Разжимное кольцо (2) предотвращает выход поршня из цилиндра. Прочность этого кольца ограничена, и рекомендуется соблюдать осторожность в конце хода поршня.

Эффективная площадь поршня - $32,2 \text{ см}^2$, что дает нижеприведённую связь между давлением и усилием (при помощи инструмента 2V83E0186), см. [Рис 07-28](#), (1)

У предыдущего инструмента (с маркировкой 3V83E0061) эффективная площадь поршня равна $14,42 \text{ см}^2$. Соотношение между давлением и силой показано на [Рис 07-28](#), (2).

Соотношение между давлением и силой

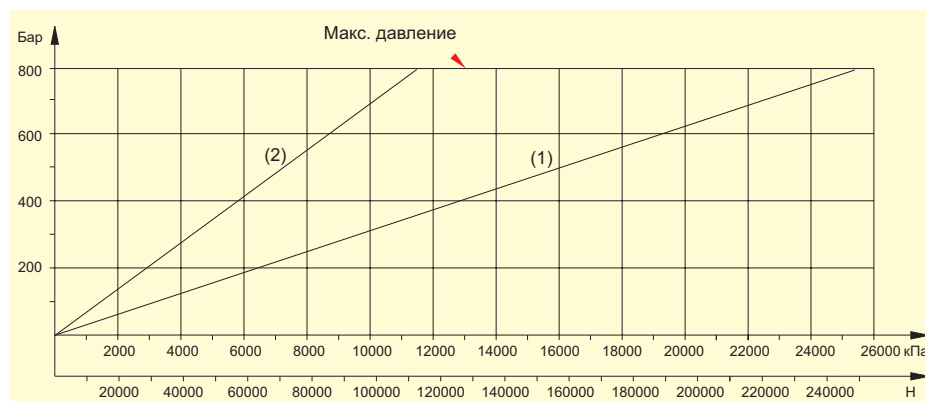


Рис 07-28

400727 V1

07.5.

Насос низкого давления для подъемных операций в картере

V2

Для подъемных инструментов, используемых для коленчатого вала, поставляется специальный насос 800 059 низкого давления (150 бар). В этом насосе должно использоваться обычное моторное масло, применяемое в смазочной системе двигателя (поддоне), поскольку сливное масло из инструментов попадает в поддон двигателя.

08. Эксплуатационные неполадки, работа в аварийном режиме

08.1. Устранение неисправностей

V2

Профилактические меры смотрите в главе 03 и 04. Некоторые возможные неисправности в работе требуют грамотного вмешательства. Операторы должны ознакомиться с информацией в этом разделе, чтобы немедленно выполнять необходимые меры.

	Проблема Возможная причина	См. главу, раздел
1.	Коленвал не проворачивается при попытке пуска	
а)	Подсоединено поворотное устройство.	03.1.1, 21
	ВНИМАНИЕ! Если поворотное устройство подсоединено, то запустить двигатель будет невозможно. Тем не менее, перед пуском нужно всегда удостовериться, что поворотное устройство отсоединено.	
б)	Давление пускового воздуха слишком низкое, отсечной клапан в трубопроводе подачи пускового воздуха закрыт	21, 21.4
в)	Заедание пускового клапана в головке цилиндров	21.3
г)	Заедание поршня распределителя пускового воздуха	21.2
д)	Заедание блокирующего клапана на механизме проворачивания коленвала	21
е)	Неисправен соленоидный клапан подачи пускового воздуха	21.1
ж)	Заедание в открытом состоянии впускного или выпускного клапана. «Отрицательный» зазор в клапане (сильный шум продувки).	12
з)	Пусковая автоматика на внешней стороне двигателя неисправна	03.2, 23.1
2.	Коленвал вращается, но зажигание в цилиндрах отсутствует	
а)	Слишком малая частота вращения (1b),	
б)	Автоматическое закрывающее устройство не в пусковой позиции	
в)	Заданное значение предельной нагрузки на вал управления или регулятор слишком малое.	Рис 22-1
г)	Неправильная регулировка топливного пускового ограничителя	
д)	Какая-то часть механизма регулирования подачи топлива заедает и препятствует поступлению топлива	22.1
е)	Не удален воздух из топливной системы и системы инжекции, соединения труб между инжекторными насосами и клапанами не герметичны	16.3, 17
ж)	Забит топливный фильтр снаружи двигателя	

2.	Коленвал вращается, но зажигание в цилиндрах отсутствует	
з)	Трехпозиционный кран топливного фильтра неправильно установлен, во впускной топливной трубе закрыт, расходный топливный бак пустой, насос подачи топлива не запущен или неисправен	
и)	Рычаг остановки в позиции Стоп	
к)	Очень низкая температура воздуха и двигателя (произвести предразогрев циркулирующей воды!) в сочетании с использованием топлива с низкой воспламеняемостью	02.1
л)	Топливо недостаточно подогрето или проциркулировано	02.1 Рис 02-1
л)	Слишком низкое давление сжатия (1f)	

3.	Зажигание в цилиндрах двигателя нерегулярное, в некоторых цилиндрах зажигание не происходит вообще	
а)	См. пункты 1f, 2f, g, h, k, l, 4d	
б)	Рейка управления инжекторного насоса неправильно отрегулирована	
в)	Втулка управления инжекторного насоса не зацепляется как следует с рейкой (может вызывать разгон двигателя, если смещена в направлении повышенного количества топлива)	22.3.1
г)	Инжекторный насос неисправен (плунжер или толкатель заедает; сломана пружина клапана подачи, клапан подачи заедает, течет выпускной клапан постоянного давления)	16
д)	Неисправен инжекторный клапан; отверстия форсунки засорены	16
е)	Поршневые кольца разрушены: слишком низкое давление сжатия	11.3.2
ж)	8... 18-цилиндровые двигатели. Из-за малого количества требуемого топлива может быть проблематичным вызвать горение во всех цилиндрах на холостом ходу. При обычной работе это допустимо. В особых случаях, в двигателях, которые длительное время работают на холостых оборотах (несколько часов), по некоторым причинам рекомендуется осторожно отрегулировать положения топливной рейки (несколько уменьшить положение рейки на тех цилиндрах, которые имеют более высокую температуру выхлопных газов, и несколько увеличить на цилиндрах, в которых нет сгорания). Эта настройка должна выполняться с небольшим шагом. Разница в положениях топливной рейки на различных цилиндрах не должна превышать 0,5 мм.	

4.	Обороты двигателя нестабильны	
а)	Неправильная настройка регулятора (обычно слишком малая компенсация)	22.4
б)	См. пункт 2f	
в)	Слишком низкое давление подачи топлива	01.2
г)	Вода в предварительно нагретом топливе (паровая пробка во впрыскивающем насосе)	
д)	Автоматика нагрузки (например, на винт с регулируемым шагом) на внешней стороне двигателя неисправна	23.1

5.	В двигателе наблюдаются толчки или детонация (если причину не удастся обнаружить немедленно, то двигатель нужно остано- вить!)	
а)	Зазор подшипника большой головки шатуна слишком большой (ослабьте болты!)	06.2 пол. 11, 07.3, 11.3.3
б)	Пружины клапанов или пружина толкателя инжекторного насоса сломаны	12, 16
в)	Впускной или выпускной клапан заедает в открытом состоянии	
г)	Слишком большие зазоры клапанов	06.1, 12.6
д)	Один или несколько цилиндров сильно перегружены (3б, с)	
е)	Впрыскивающий насос или направляющая втулка толкателя клапана ослаблены	16.3, 14.1.2.3, 07.1
ж)	Начальная фаза заедания поршня	
з)	Недостаточный предварительный подогрев двигателя в сочетании с использова- нием топлива с низкой воспламеняемостью	
и)	Неправильные фазы впрыска топлива. См. пункт 9в.	

6.	Выхлопные газы темные	
а)	Поздняя инжекция (неправильно отрегулирован привод распредвала)	06.1, 16.2.2, 13.1.2
б)	См. пункты 3б, в, г, д	
в)	Недостаточное давление нагнетаемого воздуха: - засорен воздухозабор - загрязнен компрессор турбонагнетателя - охладитель нагнетаемого воздуха загрязнен с воздушной стороны - турбина турбонагнетателя сильно засорена Примечание! Двигатели, которые запускаются на тяжелом топливе, на холостых оборотах могут дымить.	Протоколы испытаний 1.24.1 1.24.1, 1.1.24.3.7 15.4.3

7.	Выхлопные газы двигателя сине-белого или серо-белого цвета	
а)	Черезмерный расход смазочного масла, вызванный следующим: прорыв газа че- рез поршневые кольца; изношенные либо сломанные маслосъемные кольца или изношенные гильзы цилиндров; компрессионные кольца выступают; компрессион- ные кольца перевернуты наоборот; заедание колец (прижеги на поверхностях скольжения)	03.4, 11.3.2
б)	Иногда отработавшие газы могут иметь сине-белый цвет, если двигатель длитель- ное время работал в холостом режиме или при низкой окружающей температуре, или в течение короткого времени после пуска	
в)	Серо-белые отработавшие газы по причине утечки воды из утилизационного котла, турбонагнетателя/воды в топливе	

8.	Черезмерно высокая температура выхлопных газов от всех цилиндров	
а)	Двигатель сильно перегружен (проверьте положения реек впрыскивающих насосов)	Протоколы испытаний
б)	См. пункт 6с	
в)	Температура нагнетаемого воздуха слишком высока - охладитель нагнетаемого воздуха засорен с водяной стороны или загрязнен с воздушной стороны - температура воды в воздушном охладителе слишком высока, количество воды недостаточно - температура моторного отсека слишком высока	Протокол испытаний, 01.2 01.3 01.3
г)	Черезмерные отложения во впускных или выпускных отверстиях головки блока цилиндров	1.24.5
д)	Высокое давление в выхлопной трубе после турбины	

9.	Температура выхлопных газов от одного цилиндра выше нормы	Протоколы испытаний
а)	Ошибочное измерение температуры отработавших газов	03.4.1
б)	Выпускной клапан - при открывании заклинивает - "отрицательный" зазор клапана - уплотнительные поверхности прогорели (обожжены)	
в)	Неисправен инжекторный клапан - давление открывания слишком низкое - заедание иглы форсунки при открывании - сломана пружина - трещина в форсунке	06.1 16.4.4
г)	Запоздалое впрыскивание	06.1, 16.2.3
д)	Подача топлива недостаточна (забит фильтр)	17.2
е)	Неисправен впрыскивающий насос, топливная рейка застревает вверху	16
ж)	Ослаблен винт кулачка впрыскивающего насоса	16.2

10.	Температура выхлопных газов от одного цилиндра ниже нормы	
а)	Неисправен датчик температуры отработавших газов	„ 03.4.1
б)	См. пункты 2f, h, 3b, c, d, e	
в)	Протекает труба инжекции или её подсоединения	16.3
г)	На холостом ходу, см. пункт 3ж	03.4.1

11.	Очень неровная температура отработавших газов	
а)	См. пункты 9а, с, е	
б)	Слишком низкое давление подачи топлива; слишком низкий поток через инжекторные насосы. (см. пункты 2h, i). Может стать причиной значительных различий в нагрузке между цилиндрами несмотря на одинаковые положения рейки топливного насоса. Опасно! Является причиной высокой термической перегрузки в отдельных цилиндрах.	01.2
в)	См. пункты 1f, 6b	
г)	На холостом ходу, см. пункт 3ж	
д)	Частично забиты труба выпуска ОГ или кольцо распылителя	
е)	Относится к 8- и 16- цилиндровым двигателям. Разница между температурой отработавших газов двух цилиндров обычно выше.	

12.	Давление смазочного масла недостаточное или слишком низкое	01.2
а)	Неисправны датчики давления	
б)	Уровень масла в маслоотстойнике слишком низкий	01.1 , 18.1
в)	Контрольный клапан смазочного масла разрегулирован или заедает	18.4
г)	Течь в соединениях всасывающего маслопровода	18
д)	Масло сильно разбавлено дизельным топливом, вязкость масла слишком малая	02.2.1 , 02.2.3
е)	Маслопроводы внутри двигателя незакреплены или сломаны	18
ж)	Забит масляный фильтр смазочной системы	18

13.	Слишком высокое давление масла	
а)	См. пункты 12а и в	

14.	Слишком высокая температура масла	01.2
а)	Неисправен термометр	
б)	Недостаточный поток охлаждающей воды через маслоохладитель (неисправен насос, воздух в системе, клапан закрыт), слишком высокая температура сырой воды	19.3 01.3
в)	Засорен маслоохладитель, отложения на трубах	18.5
г)	Неисправен термостатический клапан	18.6

15.	Ненормально высокая температуры выходящей охлаждающей жидкости, слишком высокая разница между температурой входящей или выходящей охлаждающей жидкости	01.2
а)	Неисправен один из датчиков температуры	
б)	Засорен охладитель воды, отложения на трубах	
в)	Недостаточный поток охлаждающей воды через двигатель (неисправен обратный водяной насос), воздух в системе, клапаны закрыты	19.7 03.4.1
г)	Неисправен термостатический клапан	19.8

16.	Вода в смазочном масле	02.2.3 , 03.4.1
а)	Течь в маслоохладителе	18.5
б)	Неисправен сепаратор смазочного масла. См. инструкции к сепаратору!	02.2.3
17.	Вода в ресивере нагнетаемого воздуха (удаляется через сливную трубку в корпусе воздушного охладителя)	1.24.7
а)	Протекают воздухоохладители	
б)	Конденсация (слишком низкая температура воды охлаждения нагнетаемого воздуха)	03.4.1, Рис 03-2
18.	Двигатель теряет частоту вращения при постоянной или увеличивающейся нагрузке	
а)	Двигатель перегружен, дальнейшему увеличению подачи топлива препятствует механический ограничитель нагрузки	22.1, Рис 22-1 поз. 11
б)	См. пункты 2с, f, g, h, i	
в)	См. пункты 4с, d, 5g	
19.	Двигатель останавливается	
а)	Нехватка топлива, см. пункты 2h, i	
б)	Сработало устройство автоматического останова	
в)	Неисправен регулятор или привод регулятора	22.4
г)	Неисправно питание системы автоматики	
20.	Двигатель не останавливается, несмотря на то, что стопорный рычаг установлен в положение остановки либо подан дистанционный сигнал остановки	
а)	Неправильная настройка рейки управления впрыскивающим насосом (3b, c) Блок подвода топлива как можно ближе к двигателю (например, около трехходового крана топливного фильтра). Перед повторным пуском двигателя неисправность должна быть обнаружена и устранена. Большой риск заброса оборотов.	
б)	Неисправность автоматики остановки. Остановка путем рычага остановки	
в)	Двигатель, приводимый в действие генератором или пропеллером либо другим двигателем, подсоединенным к тому же редуктору	

21.	Превышение оборотов двигателя и отсутствие остановки, хотя сработал предельный выключатель оборотов	
а)	Управляющая рейка инжекторного насоса неправильно установлена (3б, в). По возможности, нагрузите двигатель. Заблокируйте подачу топлива, например, с помощью трехпозиционного крана топливного фильтра.	
б)	Превысивший обороты двигатель тяжело останавливается. Поэтому, регулярно проверяйте настройку механизма управления (положения рейки инжекторного насоса):	22.3.1
	1) рычаг остановки находится в положении остановки или сработал предельный выключатель сверхоборотов, а регулятор оборотов в положении макс. впрыска топлива	
	2) рычаг остановки и предельный выключатель сверхоборотов в рабочем положении, а регулятор оборотов в положении остановки. Эта проверка должна выполняться всякий раз, когда затрагивается механизм управления или инжекторные насосы.	

08.2. Работа в аварийном режиме

08.2.1. Работа с неисправным(и) воздухоохладителем(ями)

V2

Если водяные трубки, идущие к охладителю воздуха, имеют дефекты, то охлаждающая вода может попасть в цилиндры. Если из сливной трубки внизу корпуса охладителя вытекает вода или выходит водяной туман, то необходимо проверить, является ли эта вода сырой, или возникает из-за конденсации. Если это конденсат, то необходимо уменьшить охлаждение (смотрите раздел 03, [Рис 03-2](#)). Если вытекает сырая вода, то как можно быстрее остановите двигатель и установите запасной охладитель.

Если запасного охладителя нет, в качестве экстренной меры можно проделать следующее:

- a)** Если для демонтажа и починки дефектного охладителя недостаточно времени, то перекройте подающие и возвратные трубы воды.
- b)** Работа с частично забитым или отключенным охладителем или без него. Выходная мощность двигателя должна быть ограничена так, чтобы нормальная температура отработавших газов при полной нагрузке не была превышена. До достижения предельно допустимой температуры отработавших газов в турбонагнетателе может произойти толчок. В таком случае нагрузку двигателя требуется уменьшить еще более, чтобы предупредить повторные толчки.-

08.2.2. Работа с неисправным(и) турбонагнетателем(ями)

V2

С неисправным турбонагнетателем надо обращаться в соответствии с указаниями по техобслуживанию, приводимыми в инструкции по турбонагнетателю (блокировка ротора, перекрытие турбонагнетателя и т. д.). См. главу 15, раздел [1.24.5](#).

08.2.3. Работа с неисправными кулачками

V2

Если секция распределительного вала с поврежденными кулачками не может быть снята и заменена новой, двигатель может продолжать работать после принятия следующих мер:

a) Кулачки впрыскивающего насоса:

Зафиксируйте толкатель впрыскивающего насоса в верхней позиции с помощью стопорной пластины 800066, входящей в комплект инструментов.



Примечание!

О крутильных колебаниях и вибрациях см. в разделе [08.2.5](#)

При работе с перекрытым впрыскивающим насосом в течение продолжительного времени штанги впускных и выпускных клапанов подлежат снятию, а индикаторный клапан на соответствующем цилиндре требуется открывать один раз в час, чтобы дать выход накопившемуся маслу.

Если неисправен один цилиндр, уменьшите нагрузку, чтобы предупредить превышение температурой отработавших газов из отальных цилиндров ее нормальной величины, соответствующей полной нагрузке.

b) Кулачки клапана

Прекратите впрыскивание топлива в данный цилиндр, см. главу [16.1](#). Снимите штанги клапанов и подвесьте толкатель в верхней позиции за стопорные штифты 800067, входящие в комплект инструментов. Установите трубки, покрывающие штанги клапанов. Установите трубки, покрывающие толкатели.



Осторожно!

Отметьте, что при нахождении толкателя насоса зафиксированным в верхней позиции штанги клапанов должны быть удалены, ибо в противном случае поршень будет соприкасаться с клапанами.



Примечание!

О крутильных колебаниях и вибрациях см. в разделе [08.2.5](#)

Если неисправен один цилиндр, уменьшите нагрузку, чтобы предупредить превышение температурой отработавших газов из отальных цилиндров ее величины, соответствующей полной нагрузке.

08.2.4. Работа со снятыми поршнем и шатуном

V2

Если повреждение поршня, шатуна или подшипника нижней головки шатуна устранить не удастся, для работы в аварийном режиме можно проделать следующее:

- 1 Демонтировать поршень и шатун.
- 2 Закрывать отверстие для смазывающего масла в шейке коленвала подходящим хомутом для шланга и зафиксировать.
- 3 Установить полностью собранную головку блока цилиндров за исключением штока толкателя клапана.
- 4 Предотвратить попадание пускового воздуха в головку блока цилиндров, удалив трубку воздуха системы управления.
- 5 Установите толкатель инжекторного насоса и толкатели клапанов в соответствии с инструкциями из главы [8.2.3](#)



Примечание!

О крутильных колебаниях и вибрациях см. в разделе [08.2.5](#)

Если неисправен один цилиндр, уменьшите нагрузку, чтобы предупредить превышение температурой отработавших газов из остальных цилиндров ее нормальной величины, соответствующей полной нагрузке.

Если турбонагнетатель(и) работает(ют) толчками, еще более уменьшите нагрузку, чтобы предупредить повторные толчки.

Работа с демонтированным поршнем и шатуном в одном или нескольких цилиндрах допускается только в исключительно экстренных ситуациях, когда отсутствуют какие-либо другие возможности продвижения своим ходом.

08.2.5. Крутильные вибрации

V1

При работе двигателя с одним или несколькими неработающими цилиндрами нарушается балансировка двигателя, и могут возникнуть сильные и даже опасные вибрации. На практике характер вибрации зависит от типа установки.

В общем случае при наличии неисправных цилиндров рекомендуется:

- В наибольшей возможной степени уменьшить нагрузку.
- Поддерживать частоту вращения в благоприятном диапазоне (полностью зависящем от типа установки).
- Если демонтирован один или несколько цилиндров, следует использовать по возможности самую малую частоту вращения.

09. Данные конкретной установки

09.1. Судовые установки

v1

Глава 09 зарезервирована для данных конкретной установки.

В зависимости от установки, данные конкретной установки могут также находиться в отдельной папке "Приложения".

09.2. Генераторные установки

v1

Отчеты по всем тестам и сертификаты собраны в Записях качества, серия 8. Данные конкретной установки можно найти на крепежной детали 7A 02 01.

10. Блок цилиндров с подшипниками, масляный поддон и гильза цилиндра

V2

Технические данные и размеры

Материал:

Чугун с шаровидным графитом

Вес (сухой):

9 100 кг (6L32)

12 000 кг (8L32)

13 600 кг (9L32)

12 000 кг (12V32)

16 000 кг (16V32)

18 000 кг (18V32)

20 000 кг (20V34SG)

Блок двигателя - цельнолитой. В блок двигателя встроены трубки распределения смазочного масла и основного водяного контура, а также ресивер наддуваемого воздуха. Крышки коренных подшипников, которые поддерживают подвешенный коленчатый вал, фиксируются болтами с затяжкой гидравлическим инструментом: двумя - внизу, и двумя - горизонтально. Для обеспечения правильной сборки вкладыши подшипников выравниваются в продольном направлении бобышками.

Комбинированный подшипник маховика/осевой располагается с передней стороны. Вкладыши подшипника маховика такие же, что и у коренных подшипников. В продольном направлении коленчатый вал выравнивается четырьмя направляющими осевыми шайбами.

Втулки подшипников распределителя смонтированы в корпусах, выточенных прямо в мотоблоке.

Гильзы цилиндров сделаны из специального легированного чугуна. Гильза оснащена антиполировочным кольцом в верхней части отверстия цилиндра, предотвращающим опасность полирования стенок.

Все крышки, в том числе и крышка картера, установлены на блоке двигателя с резиновыми уплотнениями на четырех винтах каждая. На одной стороне двигателя крышки картера имеют предохранительные клапана, которые сбрасывают избыточное давление при взрыве картера. В дальнейшем на картер устанавливалась вентиляционная трубка. Эта трубка должна быть выведена из отсека двигателя.

10.1.

Масляный поддон

V2

Технические данные и размеры

Материал:

Стальные пластины

Грузик:

930 кг (6L32)

1200 кг (8L32)

1400 кг (9L32)

1300 кг (12V32)

1700 кг (16V32)

1900 кг (18V32)

2100 кг (20V34SG)

К блоку двигателя прикреплен легкий сварной масляный поддон, загерметизированный резиновым уплотнителем. В масляный поддон встроены всасывающие трубки, ведущие к насосу смазочного масла и к сепаратору (если он используется), а также к главному распределительному трубопроводу смазочного масла для подшипников коленчатого вала.

Из главного распределительного маслопровода машинное масло направляется к коренному подшипнику через гидравлический подъемник, с помощью которого можно поднимать и опускать крышку подшипника, например, при осмотре подшипников.

В блоке двигателя имеется масломерный щуп. Масломерный щуп показывает максимальный и минимальный пределы, в которых может изменяться уровень масла. Нужно поддерживать уровень масла вблизи максимальной отметки и никогда не позволять ему опускаться ниже минимальной. Эти пределы касаются уровня масла в работающем двигателе. На одну из сторон масломерного щупа нанесены сантиметровые деления. Эту линейку можно использовать для проверки потребления смазочного масла.

**Примечание!**

Для судовых установок; Уровень масла нужно проверять только при одинаковом крене корабля.

10.2.

Коренные подшипники

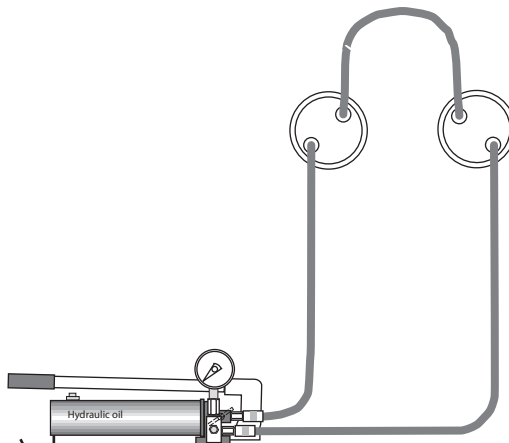
10.2.1. Демонтаж коренного подшипника

V2

- 1 Снять крышки картера на каждой стороне подшипника, на обеих сторонах двигателя.
- 2 Снять температурный датчик коренного подшипника и зажимы кабелей.
- 3 Установить распорную втулку 800042 и гидроинструмент 800041 в соответствующее положение на боковой шпильке (А), см. Рис 10-3. Можно ослаблять одну или две гайки одновременно.

- 4** Отверните гайки боковых болтов, как это показано на [Рис. 10-1](#).

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Установить цилиндры. 2. Присоединить шланги и открыть клапан сброса давления. Затянуть цилиндры, чтобы вытеснить из них масло. 3. Повернуть цилиндры на 180° против часовой стрелки. 4. Закрыть выпускной клапан и накачать давление до заданной величины. 5. Открутить гайки приблизительно на пол оборота. 6. Открыть разгрузочный клапан и снять приспособление.

Рис 10-1

HYD2A V1

- 5** Повернуть коленвал до НМТ данного цилиндра.
- 6** Установить распорную втулку 800095 на ее место в шпильке коренного подшипника (B_1) и вставить штифт 800049, см. [Рис 10-3](#).
- 7** Установить гидроинструмент 800046 в ту же шпильку коренного подшипника с помощью инструмента 800051.
- 8** Установить втулку и гидроцилиндр на шпильку коренного подшипника (B_2), следуя той же процедуре.
- 9** Открутить гайки шпильки коренного подшипника, как показано на рисунке. Обе гайки нужно ослаблять одновременно.
- 10** Демонтировать гидроинструмент.
- 11** Отвернуть гайки винтов коренного подшипника.
- 12** Подсоединить шланги к гидравлическому насосу 800059 и к стороне гидродомкрата, которая обозначена "НИЗ", см. [Рис 10-2](#). Подключить возвратный клапан к стороне, обозначенной "ВЕРХ", а дополнительную обхватываемую часть быстроразъемного соединения - к свободному концу возвратного шланга, после чего поместить этот конец в коленчатый вал.

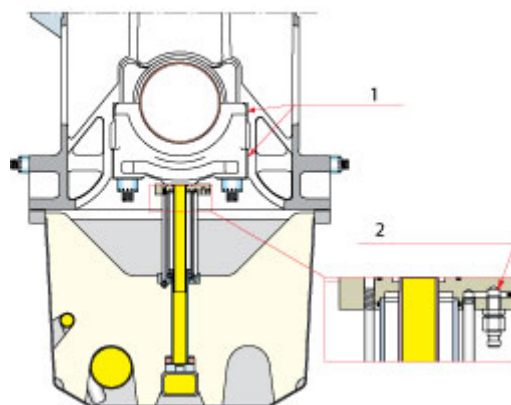
- 13** Открутить боковые винты крышки коренного подшипника, которая должна опускаться. Использовать гайковерт 800044.
- 14** Опустить крышку коренного подшипника путем закачивания гидронасосом масла в гидродомкрат.
- 15** Вынуть нижний вкладыш подшипника.
- 16** Вставить валоповоротное устройство 800004 в радиальное смазочное отверстие шейки коренного подшипника.
- 17** Осторожно поворачивать коленчатый вал, пока шейка подшипника не повернется на 180° и ее можно будет снять. Снять валоповоротное устройство.
- 18** С помощью ленты закройте радиальные смазочные отверстия в коренной шейке.



Примечание!

По меньшей мере, каждый третий коренной подшипник должен всегда оставаться на месте для поддержки коленчатого вала.

Гидравлический домкрат

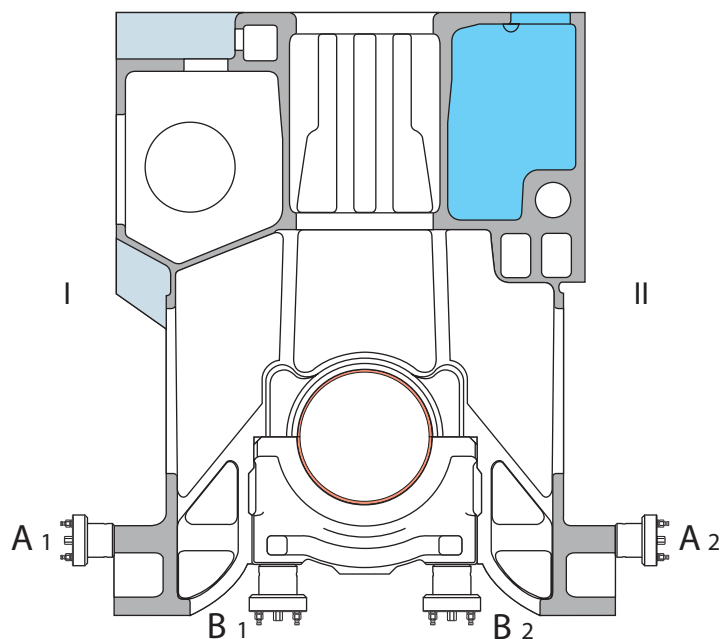


1. Ровная сторона крышки коренного подшипника (ВНИЗ)
2. Штуцер "DOWN"

Рис 10-2

401002 V1

Пользуйтесь гидравлическими цилиндрами



I Сторона управления II Задняя сторона

Рис 10-3

401001 V2

Комбинации гидроцилиндров		
Винт	A1 A2	B1 B2
Гидравлическое приспособление	Винты коренного подшипника и упорного подшипника	Винты коренного подшипника
Цилиндр	800041 (3V86B78)	800046 (3V86B218)
Втулка	800042 (3V86B46)	800095 (3V86B333)
Штифт	800043 (4V86B11)	800049 (4V86B02)

Комбинации гидроцилиндров			
Действие/винт		Примечания	Гидравлическое давление
Откручивание	A1 A2	По одному в порядке свободного выбора. С каждой стороны можно отдавать по две гайки одновременно	615...635 бар
	B1 B2	Всегда откручивать одновременно	615...635 бар
Затяжка	B1 B2	Затягивать одновременно от руки с помощью штифта 4V86B02	
	A2	Вначале затягивается болт A2 с гидравлическим давлением 100 бар, а гайка поворачивается штифтом до прилегания	100 бар
	B1 B2	1. Затягивать одновременно с гидравлическим давлением 250 бар.	250 бар
		2. Снизить давление	0 бар
		3. Затягивать одновременно с гидравлическим давлением 615 бар.	615 бар
	A2	Затягивать одновременно по одной или две гайки с одной и той же стороны с гидравлическим давлением 250 бар на первом этапе	250 бар
	A1	Затягивать одновременно по одной или две гайки с одной и той же стороны с гидравлическим давлением 250 бар на первом этапе	250 бар
	A2	Затягивать одновременно по одной или две гайки с одной и той же стороны с гидравлическим давлением 615 бар на втором этапе	615 бар
	A1	Затягивать одновременно по одной или две гайки с одной и той же стороны с гидравлическим давлением 615 бар на втором этапе	615 бар

10.2.2. Проверка коренных подшипников и шеек

V2

Очистите корпуса подшипников и проверьте наличие износа, задиров и других повреждений.

а) Триметаллические подшипники могут использоваться до тех пор, пока частично не изнашивается внешний слой. Когда никелевая подложка или материал покрытия становится видной везде, подшипник необходимо заменить.



Предупреждение!

Никогда не устанавливайте обратно подшипник с обнаженным никелевым слоем в какой-либо части корпуса подшипника.

б) Биметаллические подшипники. Величина износа определяется путем измерения толщины нижних вкладышей подшипников. Для этого может применяться микрометр с шариковым измери-

тельным наконечником. Соблюдать пределы износа, указанные в разделе 06.2. Если толщина нижних вкладышей подшипника не достигла предела износа, а разница толщины всех нижних вкладышей подшипников не превышает 0,03 мм, допускается дальнейшая эксплуатация вкладышей.

**Предупреждение!**

Маркируйте новые подшипники соответствующими номерами.

При шлифовании поверхности необходимо осмотреть коренные шейки коленчатого вала. Поврежденные шейки с шершавой поверхностью, царапинами, отметками от ударов и т.д. необходимо зашлифовать. Если после длительного срока эксплуатации появляется заметно неравномерный износ (смотрите раздел 06.2), то коленчатый вал можно переточить и использовать вместе с утолщенными вкладышами, см. Каталог запасных частей.

Царапины и другие повреждения вкладышей и крышек не допускаются. Допускается лишь незначительная шлифовка заусенцев.

10.2.3. Сборка коренного подшипника

V2

- 1** Тщательно очистите вкладыши коренных подшипников, крышку и шейку.
- 2** Снять защитную ленту со смазочных отверстий шейки и смазать шейку чистым машинным маслом.
- 3** Смажьте поверхность подшипника, заднюю сторону и торцевые поверхности верхнего вкладыша чистым моторным маслом.

**Предупреждение!**

Вкладыш подшипника может быть полностью испорчен (деформирован) во время установки, если он недостаточно смазан.

- 4** Вставьте торец вкладыша в гнездо между шейкой и отверстием для подшипника так, чтобы выступ был направлен по смазочной канавке, и подайте его рукой вперед как можно дальше (рекомендуется на 2/3 его длины).

- 5 Вставьте валоповоротное устройство 800004** в радиальное смазочное отверстие коренной шейки и осторожно поверните коленчатый вал до поворота вкладыша подшипника на место. Следите за тем, чтобы выступ вкладыша скользил по смазочной канавке не повреждаясь.



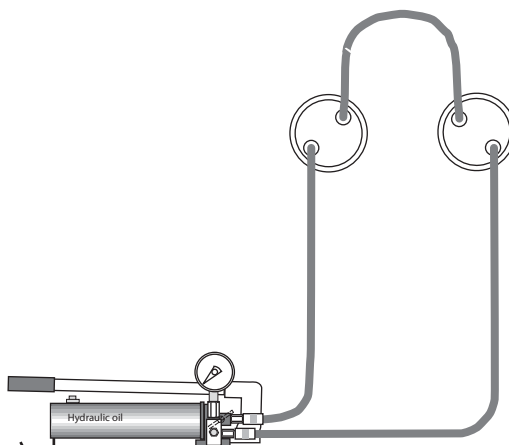
Осторожно!

Если при монтаже корпуса подшипника применять силу, то он может быть полностью выведен из строя.

- 6 Убрать поворотное устройство.**
- 7 Смазать рабочую поверхность** нижнего вкладыша подшипника чистым смазочным маслом и поместить вкладыш в крышку подшипника.
- 8 Снять быстросъемное соединение с обратного шланга** и перевести подачу масла на гидравлический домкрат. Присоединить охватываемую деталь быстросъемного соединения к свободному концу шланга и поместить его в картер.
- 9 Снять крышку коренного подшипника** путем закачивания гидронасосом масла в гидравлический домкрат. Вручную установить гайки главного подшипника. Отсоединить шланги от гидравлического насоса.
- 10 Установить боковые винты** в крышку коренного подшипника. Смазать ту часть резьбы винтов, которая входит в крышку подшипника. Внимание! Нужно заменить кольца О-образного сечения боковых винтов.
- 11 Затянуть боковые винты** при помощи гайковерта 800044. Вручную установить гайки.
- 12 Установите распорные втулки 800042** и гидравлическое приспособление 800041 в требуемое положение на боковой винт (A_2) на задней стороне рядного двигателя, или на стороне В V-образного двигателя, т.е. на прямой стороне крышки подшипника, см. [Рис 10-2](#). На этой стороне можно одновременно затянуть одну или две гайки, см. [Рис 10-3](#).
- 13 Увеличить давление в гидроинструменте** до 100 бар и повернуть гайку до достижения контакта штифтом 800043.
- 14 Установить распорную втулку 800095** на ее место в шпильке коренного подшипника (B_1) и вставить штифт 800049, см. [Рис 10-3](#).
- 15 Установить гидроинструмент 800046** в ту же шпильку коренного подшипника с помощью инструмента 800051.
- 16 Установить втулку и гидроцилиндр** на шпильку коренного подшипника (B_2), следуя той же процедуре.

- 17** Затяните гайки болтов коренного подшипника, как показано на Рис. 10-4. Оба винта должны затягиваться одновременно в два приема. Поверните гайки штифтом 800049.

Сборка с гидравлическими инструментами



1. Накрутить гайки, распорные втулки и цилиндры. 2. Присоединить шланги, открыть клапан сброса давления. Затянуть цилиндры, чтобы вытеснить масло. 3. Закрыть клапан и накачать давление до указанного для шага 1 значения. 4. Закручивать гайки до плотного соприкосновения. 5. Сбросить давление, открывая клапан. 6. Закрыть клапан и накачать давление до полного указанного значения. 7. Закручивать гайки до плотного соприкосновения. 8. Открыть клапан и убрать комплект приспособлений.

Рис 10-4

HYD2A V1



Примечание!

Во время затяжки гаек гидравлическое давление в приспособлении должно оставаться стабильным.

- 18** Подсоединить гидронасос и шланг к инструменту, закрепленному на уже предварительно затянутом боковом винте (A_2), см. Рис 10-3.
- 19** Увеличить давление в гидроинструменте до 250 бар и повернуть гайку до достижения контакта штифтом 800043.
- 20** Установите распорную втулку 800042 и гидравлическое приспособление 800041 в требуемое положение на винте противоположной стороны (A_1).
- 21** Поднять давление в гидроинструменте до 250 бар и повернуть гайку (A_1) до контакта.
- 22** Затянуть боковой винт (A_2) до полного указанного давления.
- 23** Затянуть боковой винт (A_1) до полного указанного давления.

- 24** Демонтировать инструменты, установить температурный датчик коренного подшипника, клеммы кабелей и крышки картера.

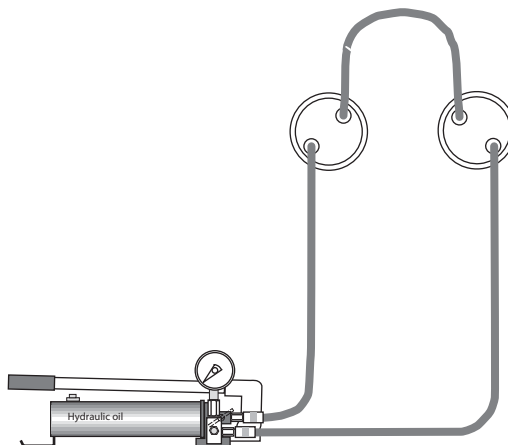
10.3. Маховиковый/упорный подшипник

10.3.1. Демонтаж маховикового/упорного подшипника

V2

- 1** Снять крышки коленчатого вала рядом с концом маховика, с обеих сторон двигателя.
- 2** Снять температурный датчик коренного подшипника и зажимы кабелей.
- 3** Установить распорную втулку 800042 и гидроинструмент 800041 в соответствующее положение на боковой шпильке (А), см. [Рис 10-3](#). Можно ослаблять одну или две гайки одновременно.
- 4** Отверните гайки боковых болтов, как это показано на [Рис. 10-5](#).

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Установить цилиндры. 2. Присоединить шланги и открыть клапан сброса давления. Затянуть цилиндры, чтобы вытеснить из них масло. 3. Повернуть цилиндры на 180° против часовой стрелки. 4. Закрывать выпускной клапан и накачать давление до заданной величины. 5. Открутить гайки приблизительно на пол оборота. 6. Открыть разгрузочный клапан и снять приспособление.

Рис 10-5

HYD2A V1

- 5** Установить распорную втулку 800095 на ее место в шпильке коренного подшипника (B_1) и вставить штифт 800049, см. [Рис 10-3](#).
- 6** Установить гидроинструмент 800046 в ту же шпильку коренного подшипника с помощью инструмента 800051.
- 7** Установить втулку и гидроцилиндр на шпильку коренного подшипника (B_2), следуя той же процедуре.
- 8** Открутить гайки шпильки коренного подшипника, как показано на рисунке. Обе гайки нужно ослаблять одновременно.
- 9** Демонтировать гидроинструмент.
- 10** Снять гайки шпилек подшипника маховика/упорного подшипника.
- 11** Подсоединить шланги к гидравлическому насосу 800059 и к стороне гидродомкрата, которая обозначена "НИЗ", см. [Рис 10-2](#). Подключить возвратный клапан к стороне, обозначенной "ВЕРХ", а дополнительную обхватываемую часть быстроразъемного соединения - к свободному концу возвратного шланга, после чего поместить этот конец в коленчатый вал.
- 12** Открутить боковые винты крышки подшипника маховика/упорного подшипника. Использовать гайковерт 800044.
- 13** Опустить крышку подшипника путем закачивания гидронасосом масла в гидродомкрат.
- 14** Снять нижний вкладыш подшипника и упорные кольца. Упорное кольцо, прилегающее к приводному концу, можно снять, применив отвертку М6 к каждому концу кольца, см. [Рис 10-6](#).
- 15** Вставить валоповоротное устройство 800005 в радиальное смазочное отверстие шейки подшипника.
- 16** Осторожно поворачивать коленчатый вал, пока шейка подшипника не повернется на 180° и ее можно будет снять. Снять валоповоротное устройство.
- 17** Снять упорные кольца.
- 18** Закрыть изолентой радиальные смазочные отверстия шейки подшипника.

- 19** Проверить подшипник таким же образом, как коренные подшипники, раздел 10.2.2. Упорные кольца с одной стороны нужно заменять парами.

Упорный подшипник

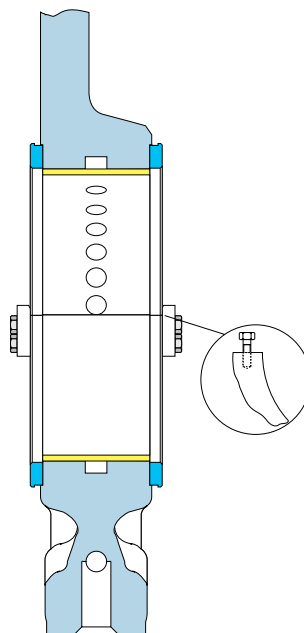


Рис 10-6

401006 V1

10.3.2. Монтаж маховикового/упорного подшипника

V2

- 1** Очистить вкладыши подшипника, шайбы, крышку и шейку при соблюдении максимальной аккуратности.
- 2** Снять защитную ленту со смазочных отверстий шейки главного подшипника и смазать шейку чистым машинным маслом.
- 3** Смазать рабочую поверхность, обратную сторону и торцевые поверхности вкладыша верхнего подшипника чистым машинным маслом.
- 4** Поместить торец вкладыша подшипника в щель между шейкой и гнездом подшипника, а затем вручную втолкнуть как можно дальше (рекомендуется на 2/3 его длины).

- 5 Вставить поворотное устройство 800005 в радиальное смазочное отверстие шейки подшипника и осторожно повернуть коленчатый вал, чтобы вкладыш подшипника встал на свое место.



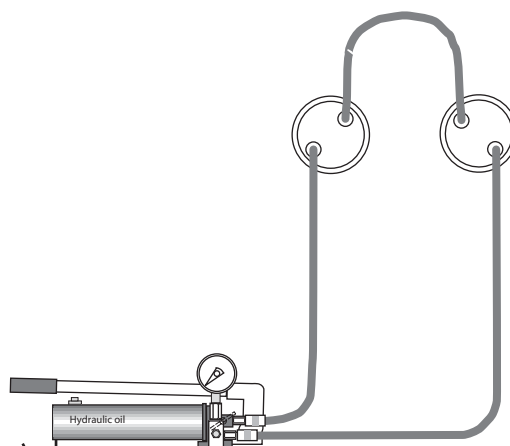
Осторожно!

При применении силы для установки вкладыша подшипника на место, деформация может вызвать его полное разрушение.

- 6 Убрать поворотное устройство.
- 7 Смазать рабочие поверхности и обратные стороны верхних упорных колец, после чего вручную втолкнуть кольца на место. Для облегчения установки кольца коленчатый вал можно смещать по оси во всех направлениях.
- 8 Смазать рабочие поверхности нижних упорных колец и вдавить их на место в направляющих штифтах в крышке подшипника. Для установки упорного кольца рядом с передним концом, к каждой стороне кольца может быть прикреплен винт М6, см. Рис 10-6.
- 9 Смазать рабочую поверхность нижнего вкладыша подшипника чистым смазочным маслом и поместить вкладыш в крышку подшипника.
- 10 Снять быстроразъемное соединение с обратного шланга и перевести подачу масла на гидравлический домкрат. Присоединить охватываемую деталь быстроразъемного соединения к свободному концу шланга и поместить его в картер.
- 11 Снять крышку коренного подшипника путем закачивания гидронасосом масла в гидравлический домкрат. Вручную установить гайки главного подшипника. Отсоединить шланги от гидравлического насоса.
- 12 Установить боковые винты в крышку коренного подшипника. Смазать ту часть резьбы винтов, которая входит в крышку подшипника. Внимание! Нужно заменить кольца О-образного сечения боковых винтов.
- 13 Затянуть боковые винты при помощи гайковерта 800044. Вручную установить гайки.
- 14 Установить распорные втулки 800042 и гидроинструмент 800041 на их место на боковых винтах (A_2) с задней стороны однорядного двигателя или блока В V-образного двигателя, т.е. с ровной стороны крышки подшипника, см. Рис 10-2. Один или два боковых винта (A_2) с одной и той же стороны можно затягивать одновременно, см. Рис 10-3.
- 15 Увеличить давление в гидроинструменте до 100 бар и повернуть гайку до достижения контакта с штифтом 800043.
- 16 Установить распорную втулку 800095 на ее место в шпильке коренного подшипника (B_1) и вставить штифт 800049, см. Рис 10-3.

- 17** Установить гидроинструмент 800046 в ту же шпильку коренного подшипника с помощью инструмента 800051.
- 18** Установить втулку и гидроцилиндр на шпильку коренного подшипника (B_2), следуя той же процедуре.
- 19** Затяните гайки болтов коренного подшипника, как показано на Рис. 10-7. Оба винта нужно затягивать одновременно и в два приема, см. Рис 10-3. Повернуть гайки при помощи штифта 800049.

Сборка с гидравлическими инструментами



1. Накрутить гайки, распорные втулки и цилиндры. 2. Присоединить шланги, открыть клапан сброса давления. Затянуть цилиндры, чтобы вытеснить масло. 3. Закрыть клапан и накачать давление до указанного для шага 1 значения. 4. Закручивать гайки до плотного соприкосновения. 5. Сбросить давление, открывая клапан. 6. Закрыть клапан и накачать давление до полного указанного значения. 7. Закручивать гайки до плотного соприкосновения. 8. Открыть клапан и убрать комплект приспособлений.

Рис 10-7

HYD2A V1



Примечание!

Во время затяжки гаек гидравлическое давление в приспособлении должно оставаться стабильным.

- 20** Подсоединить гидронасос и шланг к инструменту, закрепленному на уже предварительно затянутом боковом винте (A_2), см. Рис 10-3.
- 21** Увеличить давление в гидроинструменте до 250 бар и повернуть гайку до достижения контакта штифтом 800043.
- 22** Установить распорную втулку 800042 и гидроинструмент 800041 на место на противоположной стороне шпильки (A_1), см. Рис 10-3.

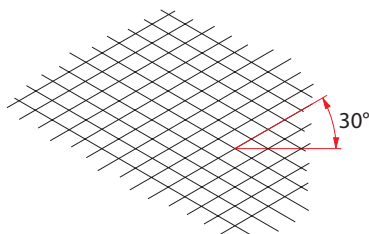
- 23** Поднять давление в гидроинструменте до 250 бар и повернуть гайку (A1) до контакта.
- 24** Затянуть боковой винт (A2) до полного указанного давления.
- 25** Затянуть боковой винт (A1) до полного указанного давления.
- 26** Демонтировать инструменты, установить температурный датчик коренного подшипника, клеммы кабелей и крышки картера.

10.4. Гильза цилиндра

10.4.1. Обслуживание гильзы цилиндра

v2

Технические данные и размеры
Материал:
Специальный серый чугун
Масса: 238 кг



- 1 **Хонингование калибра гильзы цилиндра** Всегда хонингуйте гильзу цилиндра при установке нового поршневого кольца. Обычно достаточно легкого хонингования. Если хонингование выполняется на установленной в блоке цилиндров гильзе, то коленчатый вал под данной гильзой цилиндра должен быть покрыт пластиковой пленкой. Следует избегать попадания стружки от хоны в масляный поддон двигателя. В процессе хонингования следует выполнять следующие инструкции:
 - Обработку следует производить методом плосковершинного хонингования.
 - Следует использовать только керамические хоны с зернистостью 80 и 400. Следует выполнить примерно 20 проходов хонами с зернистостью 80 или до полировки поцарапанных областей цилиндра. Следует выполнить примерно 30 проходов хонами с зернистостью 400 для достижения требуемой полировки поверхности.
 - Угол между линиями хонингования по отношению к поперечной нарезке д.б. примерно 30°, что достигается сочетанием, например, скорости хонингования 40 ходов/мин со скоростью вращения 100 об/мин.
 - В качестве охладителя рекомендуется хонинговальное масло, но допускается также легкое топливо с вязкостью 2-15 сСт.
 - После хонингования калибр цилиндра следует очистить подходящей кистью, водой (желательно горячей) с мылом или чистящей жидкостью, или, в качестве альтернативы, легким дизтопливом. Затем поверхность следует вытереть ветошью и смазать моторным маслом для защиты от коррозии.

Оборудование для хонингования 800008 входит в комплект поставки двигателя.

- 2 Проверьте внутренний диаметр гильзы цилиндра.
- 3 Чистка охлаждающих отверстий гильзы цилиндра Охлаждающие отверстия во втулке могут быть просверлены подходящей дрелью ((Ø 9,5 - 10 мм).

10.4.2. Демонтаж гильзы цилиндра

v2

- 1 Слить охлаждающую воду из двигателя и снять головку цилиндра и поршень вместе с верхней частью шатуна. См. разделы 12.2 и 11.3.1.
- 2 Снять защитную крышку и собрать подъемный инструмент 800007, см. Рис 1.
- 3 Открутить стопорные винты из водяной рубашки.
- 4 Поднять гильзу цилиндра вместе с водяной рубашкой на 15-20 см, чтобы можно было снять датчики.
- 5 Снять датчики температуры
- 6 Осторожно опустить гильзу обратно в отверстие в блок цилиндров.
- 7 Затянуть стопорные винты руками.
- 8 Отдать крепежный винт (5) (только в альтернативной конструкции).
- 9 Подняв гильзу цилиндра, вынуть ее.
- 10 Снять водяную рубашку (1), см. Рис 1.

10.4.3. ERROR: Mounting of the cylinder liner

v



Error!

ERROR: The file 'ErrorMap.xml' does not exist.If this is a ditamap, you probably forgot to add <topicref format='ditamap'>

11. Кривошипный механизм: Коленчатый вал, шатун, поршень

11.1. Балансировка коленвала

V2

Коленчатый вал уравнивается посредством грузов на щеках коленчатого вала. В двигателях Wärtsilä 32 противовесы установлены на всех щеках.

11.2. Коленчатый вал

V2

Коленчатый вал откован монолитно и снабжен противовесами, закрепленными с помощью гидравлически затянутых винтов.

С передней стороны коленвал снабжен кольцом V-образного сечения для уплотнения полости картера, комбинированным подшипником маховика и опорно-упорным коренным подшипником, а также разъемной шестерней привода распределительного вала.

На свободном конце имеется шестерня для привода насосов, а также, обечно, гаситель вибрации.

Коленвал можно вращать с помощью электрического валоповоротного устройства с приводом на маховик. Если двигатель оснащен гасителем вибрации, то к нему прилагается отдельная инструкция.

11.2.1. Выверка коленчатого вала

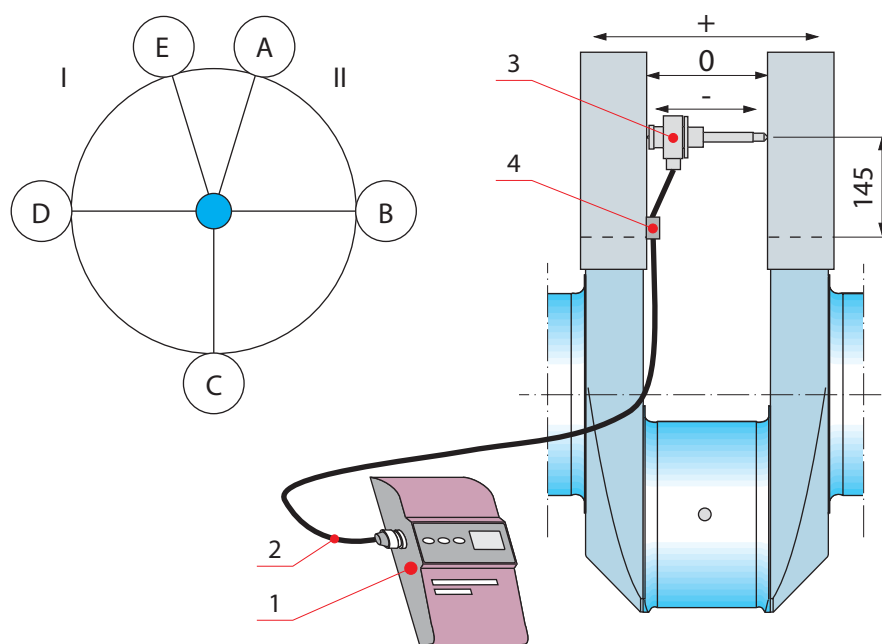
V2

Выверка коленчатого вала выполняется всегда на хорошо прогретом двигателе, немедленно после его остановки. Выверку коленвала следует выполнять быстро, но аккуратно. Нужно снять только крышку картера на измеряемом цилиндре, которую следует закрыть немедленно после измерения. Рекомендуется отключить имеющуюся принудительную вентиляцию вблизи двигателя.

- 1 Подсоединить удлинители к датчику до требуемой длины.
- 2 Кабель подсоединить к измерительному блоку.

- 3 Включить измерительный блок нажатием кнопки "Power" (Питание). Нажать "Light", если необходимо.
 - 4 Вернуть измерительный блок в исходное состояние нажатием кнопки возврата.
 - 5 Повернув колено первого цилиндра, установить его около НМТ (нижней мёртвой точки) и закрепить датчик по центровым меткам (нанесенным желтой краской) между двумя щеками коленвала. Расстояние между центральной меткой и контактной поверхностью противовеса и щеки коленвала составляет 145 мм, см. Рис 11-1.
- Расстояние между датчиком и шатуном должно быть как можно меньшим. Закрепить кабель на щеке коленвала с помощью подходящей ленты или магнитного держателя (4), см. Рис 11-1
- 6 Настроить датчик на показания между +0,500 и -0,500 и нажать на "Zero" (Ноль).

Положение датчика и выверка коленвала



1. Измерительный блок 2. Кабель 3. Датчик 4. Держатель кабеля
I Сторона управления II Задняя сторона (вид со стороны маховика)

Рис 11-1

401107 V1

- 7** Поворачивая колено, снять показания отклонений в отмеченных позициях согласно Рис 11-1 . Исходной точкой для вращения двигателя по часовой стрелке служит точка измерения "А", а для вращения против часовой стрелки - точка измерения "Е". В - боковая сторона, С - ВМТ (верхняя мёртвая точка), D - сторона управления, А и Е являются НМТ (нижней мёртвой точкой). Записать показания в журнал измерений: "Выверка коленвала".



Примечание!

В процессе выверки коленчатого вала его следует проворачивать лишь в направлении вращения.

- 8** Повторить измерения на остальных цилиндрах.

- 9 Следующие пределы выверочных отклонений установлены для двигателя, имеющего нормальную рабочую температуру (в течение 10 мин после работы под 60%-ной или большей нагрузкой в течение 6 ч или больше):

Для оценки вертикальной выверки следует использовать разницу между С и ее противоположном показанием, т. е. среднее значение Е и А.

а) на одном и том же колене разница между показаниями в двух диаметрально противоположных точках не должна превышать 0,08 мм после настройки или повторной выверки. Повторная выверка необходима, если этот предел превышен более чем на 0,04 мм. **За исключением коленьев у обоих концов.**

б) на двух смежных коленях, разница между двумя соответствующими показаниями не должна превышать 0,06 мм, для коленьев №1 и №2 — 0,08 мм при гибком соединении и 0,06 мм при жестком соединении. Повторная выверка необходима, если эти пределы превышены более чем на 0,02 мм.

с) Когда шатунная шейка для цилиндра 1 находится в положении ВМТ, показание должно быть негативным, макс. -0,12 мм (-0,13 мм, при упругой муфте).

г) когда последняя шатунная шейка у свободного торца находится в ВМТ в случае с коробкой отбора мощности с опорным подшипником, показание должно быть положительным, макс. 0,13 мм.

Перед повторной выверкой коленвала двигателя и приводимых им механизмов необходимо произвести контрольный обмер коренных подшипников.



Примечание!

Для двигателя, работающего при нормальной температуре окружающей среды, соответствующая оценка должна быть сделана на основе опыта эксплуатации данной установки.

11.2.2. Замер осевого разбега в опорно-упорном коренном подшипнике

V2

- 1 Смажьте подшипники, запустив насос предварительной смазки на несколько минут.
- 2 Вставьте измеритель малых перемещений, например, напротив торцевой поверхности маховика.
- 3 Поверните коленчатый вал подходящим рычагом в любом направлении до контакта с упорным подшипником.
- 4 Установите индикатор малых перемещений на ноль.

- 5** Поверните коленчатый вал в противоположном направлении и измерьте продольный зазор при помощи индикатора.



Примечание!

Повторите перемещение коленчатого вала для проверки полученного значения.

11.3.

Шатун и поршень

V2

Шатун имеют составную конструкцию из трех частей, так называемый "судовой шатун". Силы сгорания распределяются по максимальной опорной поверхности. Относительные перемещения между соприкасающимися поверхностями сведены к минимуму.

Шатун изготовлен из легированной стали ковкой с механической обработкой и горизонтально разделен на три части, чтобы обеспечить возможность демонтажа деталей поршня и шатуна. Все винты шатунов затягиваются гидравлически.

Поршень имеет составную конструкцию с юбкой из зернистого чугуна и кованую стальную головку, соединенные между собой резьбовым соединением. В пространство между головкой и юбкой подается смазочное масло для охлаждения головки за счет эффекта коктейльного шейкера. Смазочное масло поступает из коренного подшипника через отверстие в коленвале на подшипник нижней головки и далее, через отверстие в шатуне, поршневой палец и юбку поршня, вверх на охлаждающую рубашку, откуда затем сливается обратно в масляный поддон.

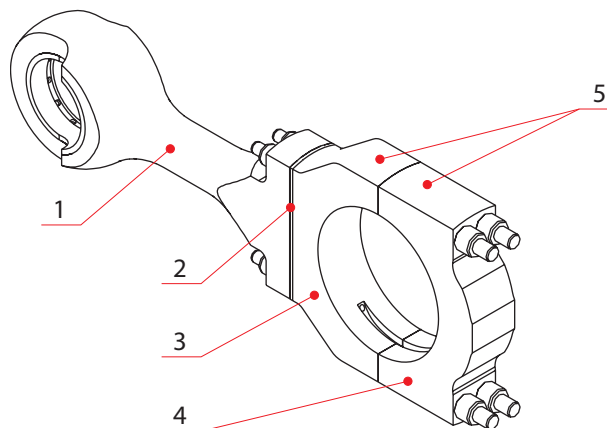


Примечание!

Всегда осторожно обращаться с поршнями.

Набор поршневых колец состоит из двух хромированных компрессионных колец и одного нагруженного пружиной маслосъемного кольца.

Части шатуна



1. Шатун, верхняя часть 2. Прокладка 3. Нижняя головка, верхняя половина 4. Нижняя головка, нижняя половина 5. Нижняя головка

Рис 11-2

401101 V1

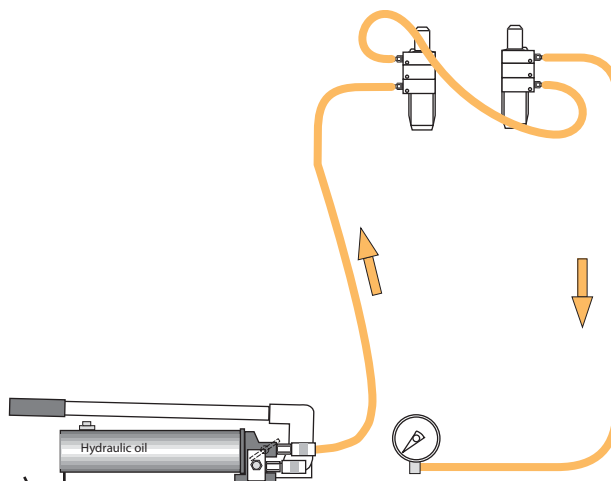
11.3.1. Демонтаж поршня и верхней части шатуна для ремонта

V2

- 1 Снимите обе крышки картера с обеих сторон двигателя возле требуемого шатуна.
- 2 Снимите головку цилиндра как описано в разделе [12.2](#).
- 3 Установите крепежное приспособление для гильзы цилиндра 800123, см. [Рис 1](#).
- 4 Снять антиполировочное кольцо. Вставить приспособление 800009 в цилиндр, повернуть вал двигателя, и поршень вытолкнет антиполировочное кольцо наружу, см. [Рис 11-4](#).
- 5 Очистить резьбовое отверстие(я) в головке поршня и закрепить подъемный инструмент 800012 используя шестигранные винты M12X40 (6).
- 6 Повернуть коленчатый вал до НМТ требуемого цилиндра.
- 7 Разъединить верхнее соединение, подняв дистанционные втулки и гидравлические приспособления в заданное положение, см. [Рис 11-4](#).

- 8** Подсоединить шланги гидравлического насоса 800053 и продолжать до разъединения верхнего соединения, как показано на Рис. 11-3.

Разборка с гидравлическими инструментами



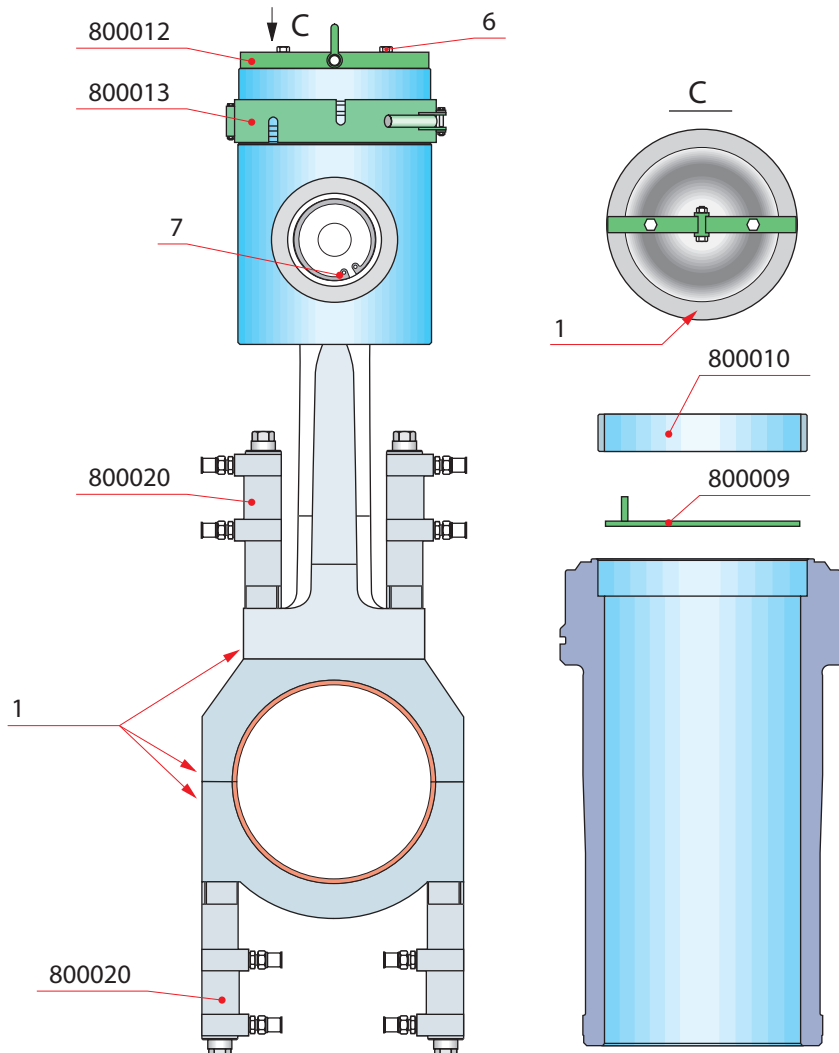
1. Поднимите распорную втулку.
2. Поднять гидравлический цилиндр и винты в сборе в требуемое положение.
3. Присоединить шланги, открыть клапан.
4. Затянуть собранное приспособление, пока поршень и цилиндр не будут на одном уровне, открутить гайки на 180° .
5. Закрыть клапана, накачать до требуемого давления. Открутить гайки приблизительно на пол оборота.
6. Медленно открыть клапан и убрать приспособление.

Рис 11-3

HYD5A V1

- 9 Нагрузить винты увеличением давления до значения, указанного в разделе 07.3 и продолжить откручивание гаек

Узел поршня и шатуна



1. Цил. ном. 6. Винт 7. Стопорное кольцо

800009 Съемное приспособление для антиполировального кольца

800010 Приспособление для поршня 800012 Подъемное приспособление для поршня 800013 Зажимное приспособление для поршневых колец

800020 Гидравлический затяжной инструмент для гаек шатунов

Рис 11-4

401105 V1



Осторожно!

При превышении максимального гидравлического давления винты будут перегружены. По этой причине рекомендуется менять винты в случае превышения максимального давления.

- 10 Медленно сбросьте давление и отсоедините шланги, открутите крепежные гайки и снимите гидравлический инструмент в сборе.
- 11 Снимите гайки.
- 12 Повернуть шатунную шейку требуемого цилиндра в ВМТ.
- 13 Отделить верхнюю часть (1) от большой головки (5), подняв поршень.



Предупреждение!

Поддержать верхнюю часть шатуна, чтобы избежать повреждения гильзы цилиндра.



Примечание!

Чтобы избежать повреждения направляющих штифтов, отделение верхней части (1) от большой головки (5) следует проводить соосно.

- 14 Снять прокладку (2), см. Рис 11-2.



Примечание!

Не перепутайте прокладки (2) с другими прокладками шатуна.

- 15 Установить в отверстие винта на верхней части шатуна направляющую пробку 800017, см. Рис 11-8.
- 16 Поднять поршень и верхнюю часть шатуна.
- 17 Повторить приведенные выше операции для остальных шатунов на той же коренной шейке на V-образном двигателе.

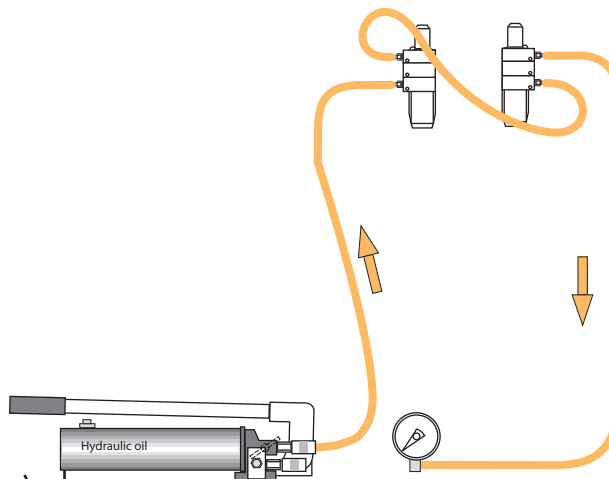
11.3.2. Замена подшипников нижней головки шатуна

V2

- 1 Снимите обе крышки картера с обеих сторон двигателя возле требуемого шатуна.
- 2 Повернуть коленчатый вал до НМТ требуемого цилиндра.
- 3 Разъединить верхнее соединение, подняв дистанционные втулки и гидравлические приспособления в заданное положение, см. Рис 11-4.

- 4** Подсоединить шланги гидравлического насоса 800053 и продолжать до разъединения верхнего соединения, как показано на Рис. 11-5.

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Поднимите распорную втулку. 2. Поднять гидравлический цилиндр и винты в сборе в требуемое положение. 3. Присоединить шланги, открыть клапан. 4. Затянуть собранное приспособление, пока поршень и цилиндр не будут на одном уровне, открутить гайки на 180°. 5. Закрыть клапана, накачать до требуемого давления. Открутить гайки приблизительно на пол оборота. 6. Медленно открыть клапан и убрать приспособление.

Рис 11-5

HYD5A V1

- 5** Создать напряжение винтов, повысив давление до значения, указанного в разделе 07.3, и выполнить операцию откручивания гаек.



Осторожно!

При превышении максимального гидравлического давления шпильки будут перегружены. Шпильки рекомендуется заменить, если по какой-либо причине максимальное гидравлическое давление будет превышено.

- 6** Медленно сбросьте давление и отсоедините шланги, открутите крепежные гайки и снимите гидравлический инструмент в сборе.
- 7** Снимите гайки.
- 8** Повернуть шатунную шейку требуемого цилиндра в ВМТ.
- 9** Установить ограничитель 800018 в нижней части гильзы цилиндра и затянуть винт, см. Рис 11-8.

- 10** Отделить верхнюю часть от большой головки (5), повернув коленчатый вал к НМТ.



Предупреждение!

Поддерживать верхнюю часть шатуна, чтобы избежать повреждения гильзы цилиндра.



Примечание!

Чтобы избежать повреждения направляющих штифтов, отделение верхней части (1) от большой головки (5) следует проводить соосно.

- 11** Удалить прокладку (2), см. [Рис 11-2](#).



Примечание!

Не путать прокладки (2) с другими прокладками шатунов.



Предупреждение!

При установке монтажного желоба или/и ограничителя в картере всегда соблюдать чрезвычайную осторожность, когда используется валоповоротное устройство.

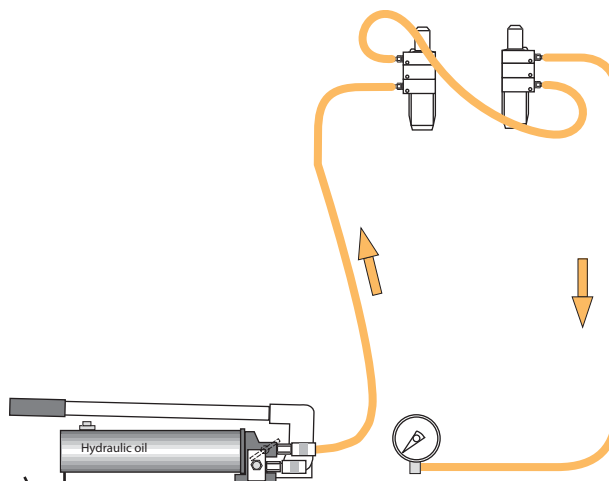
- 12** Повернуть коленвал в направлении стороны управления в положение 55° от ВМТ при помощи валоповоротного устройства.

- 13** Установить монтажную опору 800102 на верхнюю шпильку крышки картера, см. [Рис 11-8](#). Затянуть гайку.

- 14** Поднять гидравлическое приспособление 800020 в рабочее положение.

- 15** Подсоединить шланги гидравлического насоса 800053 и продолжать до разъединения верхнего соединения, как показано на Рис. 11-6.

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Поднимите распорную втулку. 2. Поднять гидравлический цилиндр и винты в сборе в требуемое положение. 3. Присоединить шланги, открыть клапан. 4. Затянуть собранное приспособление, пока поршень и цилиндр не будут на одном уровне, открутить гайки на 180°. 5. Закрыть клапана, накачать до требуемого давления. Открутить гайки приблизительно на пол оборота. 6. Медленно открыть клапан и убрать приспособление.

Рис 11-6

HYD5A V1

- 16** Создать напряжение винтов, повысив давление до значения, указанного в разделе 07.3, и выполнить операцию откручивания гаек.



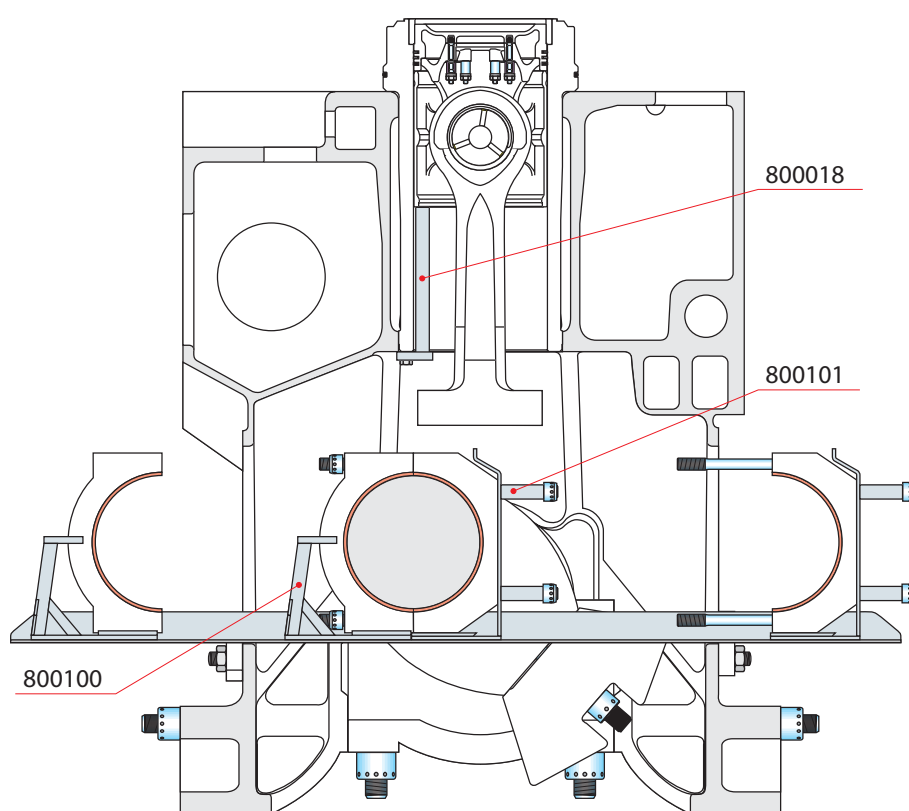
Осторожно!

При превышении максимального гидравлического давления шпильки будут перегружены. Шпильки рекомендуется заменить, если по какой-либо причине максимальное гидравлическое давление будет превышено.

- 17** Медленно сбросьте давление и отсоедините шланги, открутите крепежные гайки и снимите гидравлический инструмент в сборе.
- 18** Установить монтажный желоб через отверстия в картере на нижние шпильки крышки картера и затянуть гайки.

- 19** Установить опорную плиту 800099 с задней стороны двигателя на нижние шпильки крышки картера и затянуть гайки, см. [Рис 11-8](#).
- 20** Снимите гайки.
- 21** Установить салазки 800100 в монтажный желоб 800098 в соответствии с [Рис 11-7](#).
- 22** Снять монтажную опору 800102.
- 23** Установить салазки 800101 на шпильки и затянуть гайки, см. [Рис 11-7](#).

Демонтаж и монтаж нижних половинок нижней головки шатуна



800018 Ограничитель поршня 800101 Монтажные салазки 800100 Монтажные салазки

Рис 11-7

401103 V1

- 24** Вытащить нижнюю часть крышки нижнего подшипника шатуна из картера при помощи салазок. Соблюдать осторожность, чтобы не повредить шатунную шейку. Опереть нижнюю половинку, отведя в сторону, но не бросать.

- 25** Вытащить верхнюю часть крышки нижнего подшипника шатуна из задней части картера двигателя при помощи салазок. Опереть верхнюю половинку, отведя в сторону, но не бросать.



Примечание!

Соблюдать осторожность, чтобы не повредить шатунную шейку или резьбы шпилек.

- 26** Снять монтажный желоб.
- 27** Закрыть шатунную шейку и смазочные отверстия чистым пластиком или лентой.
- 28** По монтажу см. раздел [11.3.4](#).

11.3.3. Уход за поршнем, кольцами и подшипниками шатуна

V2

- 1** Снять стопорное кольцо (7) из отверстия под поршневой палец в поршне на стороне, где указан номер чертежа поршневого пальца, с помощью щипцов 800002.



Примечание!

Никогда не сжимать стопорное кольцо сильнее, чем требуется для его выемки из канавки.

- 2** Вывести поршневой палец с противоположной стороны. При низких температурах поршневой палец может застревать, однако он легко извлекается после нагревания поршня примерно до 30°C.
- 3** Если кольца и канавки требуют чистки, измерений и т. д., снять поршневые кольца с помощью щипцов 320D12/6-S7/8. Перед снятием отметить положения колец, чтобы установить их наверняка в те же самые канавки. Конструкция щипцов не допускает перетягивания колец. Использование других инструментов может привести к растяжению колец.

- 4** **Тщательно вычистить все детали.** Снять поршневые кольца и удалить отложения нагара с поршня и из канавок под поршневые кольца, например, используя старое поршневое кольцо. Необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить материал поршня. Не допускается использование наждачной шкурки для очистки юбки поршня.

Очистка облегчается, если закоксированные части отмочить в керосине или дизельном топливе. Для облегчения очистки головки поршня рекомендуется использовать эффективный растворитель нагара, например, ARDROX № 668 или аналогичный. При использовании химических чистящих средств следить за тем, чтобы они не попадали на юбку поршня, во избежание повреждения фосфатно-графитового покрытия.

- 5** **Измерить высоту** канавок под поршневые кольца с помощью, например, микрометрического нутромера.
- 6** **Осмотреть антиполировальное кольцо.** После первого периода перевернуть кольцо. После второго - заменить его.



Предупреждение!

При установке новой гильзы цилиндра или при хонинговании старой все кольца следует заменить новыми согласно главе [04](#).

- 7** Проверить поршневой палец и подшипниковые зазоры измерением отдельно диаметров поршневых пальцев и диаметров отверстий собранных подшипников. При измерении отверстия нижней головки шатуна все шпильки шатуна (верхние и нижние) должны быть затянуты до заданного давления.

а) Подшипники нижней головки шатуна триметаллического типа, их можно использовать до тех пор, пока не протрется верхний слой. Когда обнажится нижележащий никелевый защитный слой материала вкладыша, подшипник подлежит замене.

б) Износ биметаллических вкладышей подшипников может быть установлен измерением толщины. Для этой цели необходимо использовать шариковый упорный микрометр.

Для биметаллических подшипников следует соблюдать пределы износа, приведенные в главе [06.2](#).

При замене подшипника большой головки шатуна следует обновлять и верхнюю и нижнюю половинки корпуса.

В парах можно использовать только подшипники одинакового типа.



Предупреждение!

Обозначить новые подшипники соответствующим номером.



Примечание!

Особенно важно при установке вкладышей убедиться в том, что они попадают в правильное положение.

11.3.4. Сборка и монтаж поршня и шатуна

V2

- 1** Смазать поршневой палец и установить его с той же стороны, с которой он был извлечен, тем концом, на котором находится обозначение номера чертежа, в том же направлении. Номер цилиндра выбит на головке поршня и шатуне, [Рис 11-4](#). При замене поршня обозначить новый поршень тем же номером цилиндра в том же месте, что и на замененном.

При низких температурах палец может заклиниваться, но его монтаж можно облегчать нагреванием поршня, например, в масле примерно до 30°C.

2 Установить стопорное кольцо (7).



Примечание!

Запрещается сжимать стопорное кольцо больше, чем необходимо для того, чтобы вставить его в канавку. Если кольцо болтается в своей канавке после монтажа, то его следует заменить.

3 Удалить защитную ленту со смазочных отверстий шатунной шейки коленвала и смазать шейку чистым моторным маслом.



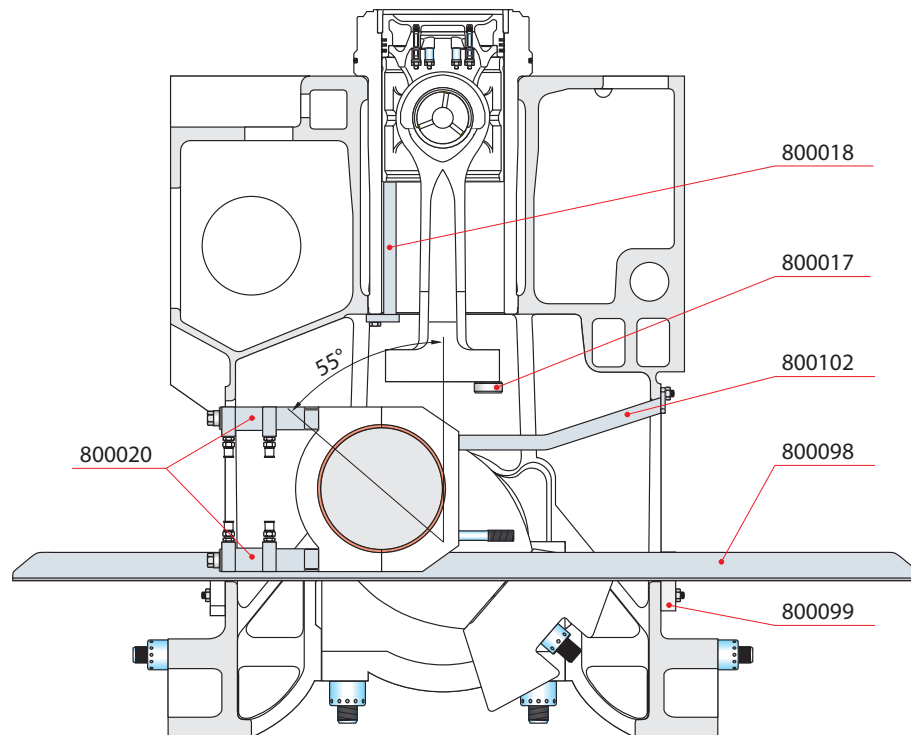
Предупреждение!

При установке монтажного желоба или/и ограничителя в картере всегда соблюдать чрезвычайную осторожность, когда используется валоповоротное устройство.

4 Повернуть коленвал при помощи валоповоротного устройства вручную до тех пор, пока половинки нижней головки шатуна не удастся расположить на шатунной шейке.

- 5** Установить монтажный желоб через отверстия в картере на нижние шпильки крышки картера и затянуть гайки, см. [Рис 11-8](#).

Монтажный инструмент для шатуна



800017 Направляющая пробка 800018 Ограничитель поршня
800020 Гидравлическое приспособление 800098 Монтажный желоб
800099 Опорная плита 800102 Монтажная опора

Рис 11-8

401102 V1



Примечание!

Направляющие штифты между верхней частью шатуна и нижней головкой должны быть направлены в сторону свободного конца.

- 6** Осторожно очистить нижнюю головку шатуна (верхнюю половинку). Смазать маслом подшипниковую поверхность и тыльную сторону вкладыша. Установить вкладыш, направив его выступ в соответствующую канавку.



Примечание!

Особенно важно при установке вкладышей убедиться в том, что они попадают в правильное положение.

- 7** Поднять верхнюю половинку нижней головки шатуна с использованием салазок в монтажный желоб.
- 8** Вдавить верхнюю половинку нижней головки шатуна аккуратно в коленвал, соблюдать осторожность, чтобы не повредить шатунную шейку.
- 9** Осторожно очистить нижнюю половинку нижней головки шатуна. Смазать маслом подшипниковую поверхность и тыльную сторону вкладыша. Установить вкладыш, направив его выступ в соответствующую канавку.



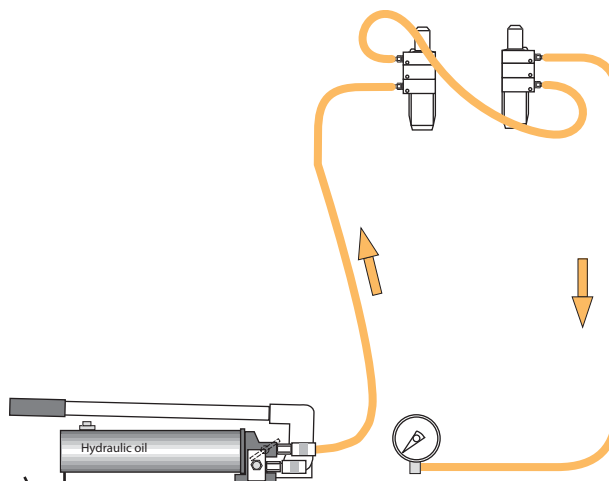
Примечание!

Особенно важно при установке вкладышей убедиться в том, что они попадают в правильное положение.

- 10** Поднять нижнюю половину нижней головки шатуна на салазки.
- 11** Вдавить нижнюю половинку нижней головки шатуна аккуратно в коленвал и убедиться в правильности положения направляющих штифтов, соблюдать осторожность, чтобы не повредить шатунную шейку.
- 12** Установить гайки и затянуть руками.
- 13** Снять салазки с двигателя со стороны управления.
- 14** Снять салазки с задней стороны двигателя, открутив гайки.
- 15** Установить монтажную опору 800102 на верхнюю шпильку картера, см. [Рис 11-8](#). Затянуть гайку.
- 16** Снять монтажный желоб и опорную плиту, открутив гайки.
- 17** Поднять гидравлическое приспособление 800020 в рабочее положение.

- 18** Подсоединить шланги гидравлического насоса 800053 и затем затянуть гайки в **два этапа**, как описано на [Рис. 11-9](#). Моменты затяжки см. в разделе [07.3](#).

Сборка с гидравлическими инструментами



1. Поднимите распорную втулку. 2. Поднять гидравлический цилиндр и винты в сборе в требуемое положение. 3. Присоединить шланги, открыть клапан. 4. Сжать приспособление до тех пор, пока поршень и цилиндр не будут находиться на одном уровне. 5. Закрыть клапан, затянуть приспособление, накачать до требуемого давления. Затянуть гайки. Медленно снизить давление. 6. Повторить шаги 4 и 5. 7. Медленно открыть клапан и убрать приспособление.

Рис 11-9

HYD5A V1



Осторожно!

При превышении максимального гидравлического давления шпильки будут перегружены. Болты рекомендуется заменить, если по какой-либо причине максимальное гидравлическое давление будет превышено.

- 19** Закрепить подъёмное устройство 800012 на головке поршня винтами M12x40 (6) с шестигранной головкой под торцевой ключ, см. [Рис 11-4](#).
- 20** Поднять поршень и верхнюю часть шатуна.

- 21** Установить поршневые кольца, с помощью щипцов 800001. Если кольца используются повторно, проследить за тем, чтобы не перевернуть их верхней стороной вниз. Кольца должны быть расположены с взаимным смещением зазоров в замках на 120°. Маркировка "TOP" (ВЕРХ) должна быть направлена вверх.

Расположение поршневых колец	
Канавка №	Маркировка у зазора замка кольца
I	"TOP GROOVE I" (верхняя канавка I)
II	"TOP C99 GROOVE II" (верхняя канавка C99 II)
III	(маслосъемное кольцо)

- 22** Смазать поршень и установить зажимное приспособление для поршневых колец 800013 вокруг поршня, убедившись в том, что поршневые кольца сдвинулись в свои канавки.
- 23** Установить в отверстие винта на верхней части шатуна направляющую пробку 800017, см. Рис 11-8.
- 24** Установить ограничитель 800018 для поршня внутри гильзы цилиндра.
- 25** Повернуть шатунную шейку рассматриваемого цилиндра в НМТ валоповоротным устройством.



Примечание!

При демонтаже верхней части шатуна и нижней головки шатуна всегда соблюдать чрезвычайную осторожность, когда заводится двигатель.

- 26** Установить монтажный инструмент 800103 в гильзу цилиндра.
- 27** Осторожно опустить поршень и верхнюю часть шатуна в гильзу цилиндра.
- 28** Повернуть нижнюю часть (5) шатуна прямо вверх. Установить прокладку (2).
- 29** Повернуть шатунную шейку рассматриваемого цилиндра в ВМТ.



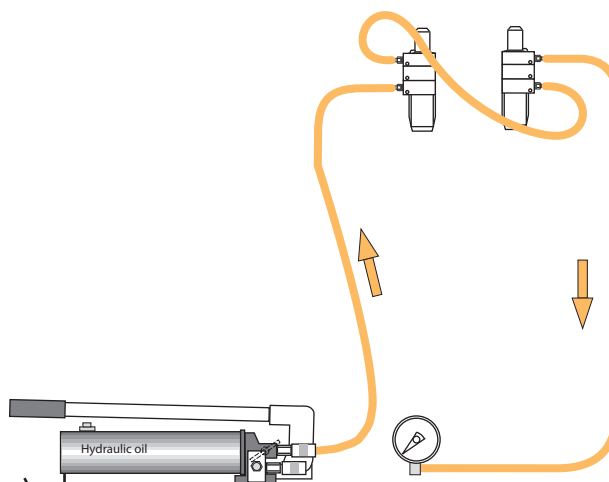
Примечание!

Убедиться в правильности положения направляющих штифтов.

- 30** Поставить верхнюю часть шатуна и нижней головки шатуна, соблюдать осторожность, чтобы не повредить шпильки и резьбы. Снять ограничитель.

- 31** Повернуть коленвал против часовой стрелки до тех пор, пока нельзя будет установить гайки. Снять монтажные инструменты.
- 32** Произвести сборку гидравлического приспособления, шланги и затем затянуть гайки в **два этапа**, как описано на [Рис. 11-10](#). Моменты затяжки см. в разделе [07.3](#).

Сборка с гидравлическими инструментами



1. Поднимите распорную втулку. 2. Поднять гидравлический цилиндр и винты в сборе в требуемое положение. 3. Присоединить шланги, открыть клапан. 4. Сжать приспособление до тех пор, пока поршень и цилиндр не будут находиться на одном уровне. 5. Закрыть клапан, затянуть приспособление, накачать до требуемого давления. Затянуть гайки. Медленно снизить давление. 6. Повторить шаги 4 и 5. 7. Медленно открыть клапан и убрать приспособление.

Рис 11-10

HYD5A V1

- 33** Установить антиполировальное кольцо.



Примечание!

Проверить, чтобы шатун мог перемещаться после затяжки в осевом направлении.

11В. Ремонт поршня

V2

Все двигатели, указанные в таблице ниже, оснащены поршнями составного типа.

Завод-изготовитель/тип указаны в Руководстве	Крепёжные винты головки	W32	32LN	W32 DF	W34 SG
KS / (тип 1)	Четыре винта M16 (4)	X(1)	X		X
Mahle / (тип 2)	Два винта M22 (2)	X	X	X	
Wecometal / (тип 3)	Четыре винта M14 (4)	X	X		

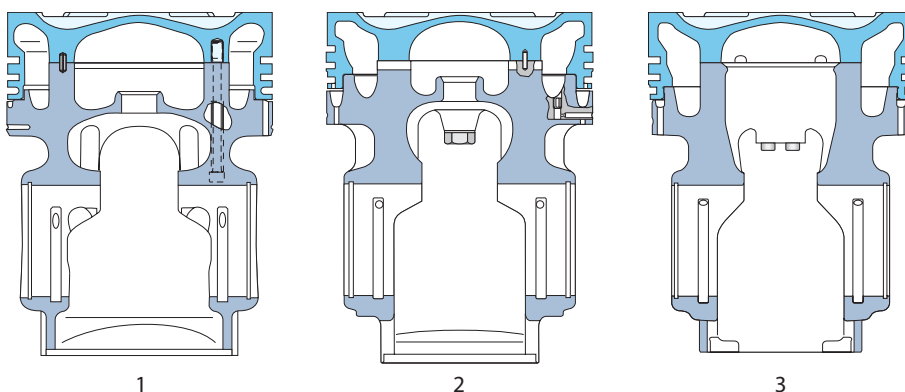


Примечание!

(1) Головка поршня W32 KS имеет только внутреннюю опорную поверхность.

Эти поршни требуют более всестороннего контрольного осмотра при каждом их ремонте.

Поршни



1. Поршень типа 1 2. Поршень типа 2 3. Поршень типа 3

Рис 11В-1

321180 V1

11В.1.

Поршни

V1

Поршневой узел должен быть демонтирован для осмотра сопрягающихся поверхностей между юбкой и головкой поршня и для чистки полостей для охлаждающего масла.

11В.2.

Головка поршня

11В.2.1. Наружный осмотр

V1

Пространство сгорания должно быть проверено на коррозию и/или следы нагара.

- Если обнаружены следы более глубокие чем 2 мм, головку поршня следует заменить.

Отложения в каналах охлаждающего масла более 0,5 мм свидетельствуют о загрязнении смазочного масла. Такой избыточный слой отложений может привести к перегреву головки поршня.

11В.2.2. Дефектоскопическое испытание

V1

Следует провести дефектоскопическое испытание всей поверхностей для выявления трещин с помощью проникающей жидкости или, предпочтительно, методом магнитной дефектоскопии.

- Не допускается никаких трещин.

11В.2.3. Измерения

V1

Износ канавок под поршневые кольца подлежит измерению в соответствии с обычной практикой.

Нужно измерить расстояния между внутренними и внешними опорными поверхностями, см. приведенные ниже инструкции для различных типов поршней. Пожалуйста, имейте в виду, что для выполнения этих измерений существует специальный инструмент.

11В.2.4. Ремонт

V1

По вопросам ремонта головок поршней обращайтесь, пожалуйста, к фирме "Вэртсилэ".



Примечание!

Никакая ремонтная сварка не допускается.

11В.3. Юбка поршня

11В.3.1. Наружный осмотр

V1

Рабочая поверхность юбки покрыта графито-фосфатным слоем. Вследствие этого чистка с помощью наждачного полотна или других абразивов не допускается.

- Следы чрезмерного износа и/или задиров на рабочей поверхности могут потребовать замены юбки.

11В.3.2. Опорные поверхности

V1

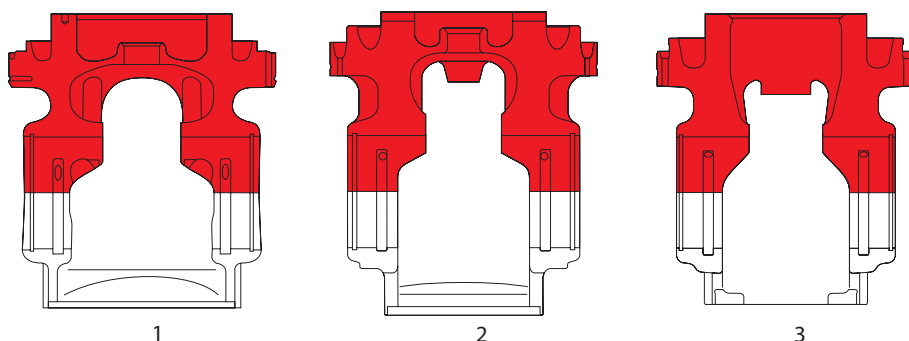
Оценку износа опорных поверхностей произвести измерением расстояние между внутренней и наружной опорными поверхностями, см. протокол измерений 3211V025GB.

11В.3.3. Дефектоскопическое испытание

V2

Необходимо выполнить дефектоскопическое испытание всей юбки поршня с использованием жидкого пенетранта. Нужно уделить особое внимание верхней части юбки поршня и отверстию поршневого пальца с его опорами для верхней части и кольцевого пояса юбки, см. [Рис 11В-2](#).

Юбка поршня



1. Поршень типа 1 2. Поршень типа 2 3. Поршень типа 3

Рис 11В-2

321181 V1

- Поскольку юбки поршней литые, то дефектоскопическое испытание могут также выявить поверхностные "дефекты", свойственные литым деталям. Подозрительные участки длиной более 5 мм нужно исследовать подробнее. Если трещина подтверждается, то юбку поршня нужно заменить новой или восстановленной.

11B.3.4. Измерение головки и юбки поршня

V1

Измерения расстояния между внутренней и наружной опорными поверхностями должны быть сделаны в соответствии с протоколом измерений 3211V025GB.

11B.3.5. Сборка поршней (всех типов)

V2

Если в результате осмотра сделан вывод, что поршень можно использовать повторно **должна быть вновь образована та же пара головки и юбки**.



Примечание!

Смешанное комбинирование частично изношенных, но повторно используемых головок и юбок не допускается!

При сборке головки и юбки поршня следуйте правилам затяжки, указанным в главе [07](#).

12. Головка блока цилиндров с клапанами ^{v2}

Технические данные и

размеры

Материал:

чугун с шаровидным
графитом

Масса: 430 кг

Водяной объем

- проверочное

давление: 10 бар

Отсек пускового воздуха

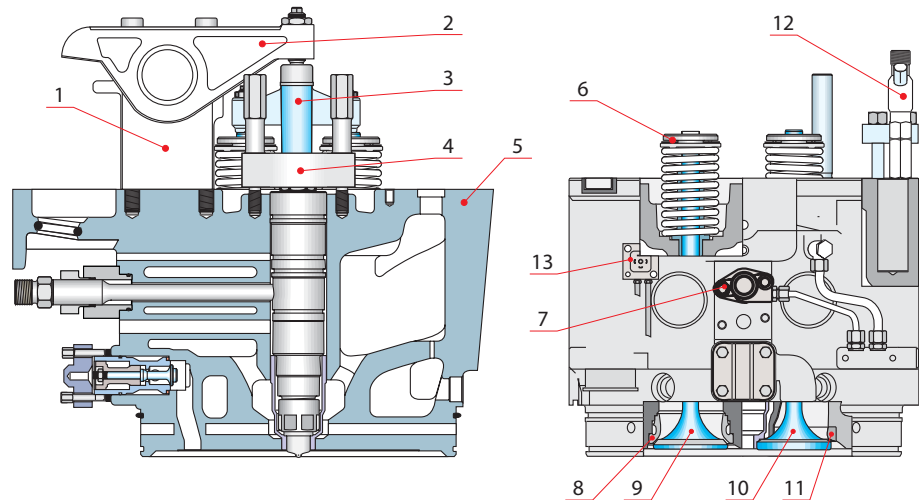
- проверочное

давление: 60 бар

Головки блока цилиндров изготовлены из чугуна с шаровидным графитом. Каждая головка имеет два впускных клапана, два выпускных клапана, размещенный по центру инжекторный клапан и индикаторный клапан. Головки блока цилиндров индивидуально крепятся к гильзе цилиндра при помощи четырех штифтов и гаек, которые затягиваются гидравлическим способом. Металлический сальник - это уплотнение между гильзой цилиндра и головкой блока цилиндра. Каналы для воздуха сгорания, отработавших газов и воды соединены с общим мультипроводом, который соединен с головкой блока цилиндров шестью шпильками.

Конструкция головки блока цилиндров в форме конической коробки с четырьмя шпильками является традиционной и хорошо зарекомендовавшей себя конструкцией. Преимущества четырех шпилек - это не только легкость обслуживания, но и возможность создания конструкции с большими и правильно сформированными каналами для воздуха сгорания и отработавших газов. Для двигателя, работающего на тяжелом топливе, правильная температура является решающим фактором в обеспечении продолжительного срока службы компонентов, которые вступают в контакт с газами сгорания. Эффективное охлаждение и надежный дизайн лучше всего достигаются при "двухъярусной" конструкции, когда входящая в контакт с пламенем пластина относительно тонка, а механическая нагрузка переносится на прочный промежуточный ярус. Наиболее уязвимые области головки блока цилиндров охлаждаются посредством просверленных охлаждающих каналов, оптимизированных для равномерного распределения воды вокруг клапанов и расположенного посередине топливного инжектора.

Инжекторный клапан описан в главе [16](#).

Узел головки цилиндра

1. Опорная стойка 2. Коромысло 3. Траверса для клапанов 4. Траверса для инжекторного клапана 5. Головка блока цилиндров 6. Вращатель 7. Винты для соединительной детали 8. Седло выпускного клапана 9. Выпускной клапан 10. Впускной клапан 11. Седло впускного клапана 12. Индикаторный клапан 13. Датчик температуры

Рис 12-1

401201 V1

12.1.**Функциональное описание головки цилиндра с клапанами**

V2

Огневая пластина в головке цилиндра является частью камеры сгорания. Во время сгорания огневая пластина подвергается воздействию высокого давления и высокой температуры. Воздух для сгорания подается в цилиндр из воздушного ресивера через мультиканал и впускной канал в головке цилиндра. Подача воздуха регулируется двумя впускными клапанами в огневой пластине. Аналогично, выхлопные газы удаляются из цилиндра через выпускной канал в головке цилиндра и мультиканал в выхлопной коллектор. Поток выхлопных газов также управляется двумя клапанами.

Инжекторный клапан с несколькими отверстиями, так же как и втулка инжекторного клапана, устанавливается по центру в головке цилиндров. Втулка инжекторного клапана удерживает инжекторный клапан на месте и отделяет инжекторный клапан от охлаждающей воды.

Каждая головка цилиндров индивидуально охлаждается водой, поступающей в головку цилиндра из рубашки цилиндра через одно единственное отверстие. К седлам выхлопных клапанов просверлены охлаждающие каналы. Охлаждающая вода собирается в единый поток после прохождения огневой пластины и колец седел. Охлаждающая вода вытекает из головки цилиндра непосредственно в мультиканал. Имеющиеся в охлаждающей воде газы или воздух отводятся в атмосферу через верхнюю часть мультиканала.

Клапанный механизм смазывается от общей системы смазки. Масло поступает через трубку от направляющей толкателя клапана в мультикорпус на стойку коромысла. Остальное масло проходит через головку цилиндра по высверленным каналам.

Регулируемые утечки инжекторного клапана возвращаются по предохранительной трубке.

Топливопровод также оснащен защитой от опасных утечек из-под соединительной шпильки высокого давления.

12.2.

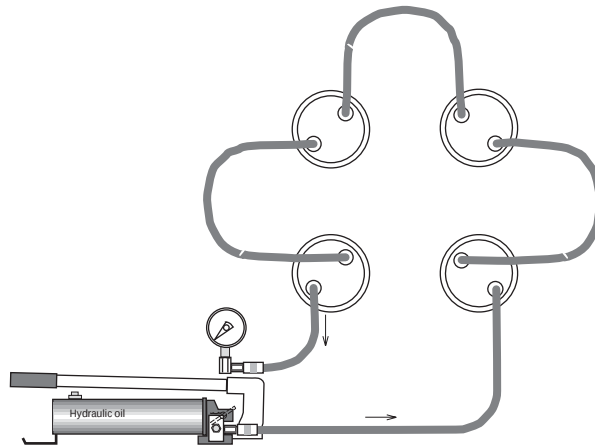
Демонтаж головки блока цилиндров

V2

- 1** Слить охлаждающую воду.
- 2** Открыть индикаторные клапаны.
- 3** Снять боковые крышки.
- 4** Снять крышку головки цилиндра.
- 5** Вращать коленвал двигателя до тех пор, пока не закроются как впускной, так и выпускной клапаны, и снять кронштейн клапанного коромысла и толкатели.
- 6** Открутить винты крепления мультиканала.
- 7** Демонтировать трубу высокого давления см. [Глава 16](#). Защитите все соединения труб.
- 8** Снять разъем датчика температуры.

- 9** Установить распорные втулки и гидравлические цилиндры 800047 и выполнить операцию отвертывания гаек головки цилиндра, см. [Рис. 12-2](#).

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Установить цилиндры от руки. 2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры от руки. 3. Повернуть цилиндры на 180° против часовой стрелки. 4. Закрыть клапан, повысить давление. 5. Открутить гайку приблизительно на пол-оборота. 6. Открыть клапан сброса, убрать приспособление.

Рис 12-2

HYD V1

- 10** Открутить гайки головки блока цилиндров.
- 11** Установить подъемный инструмент 800026 и снять головку блока цилиндров.

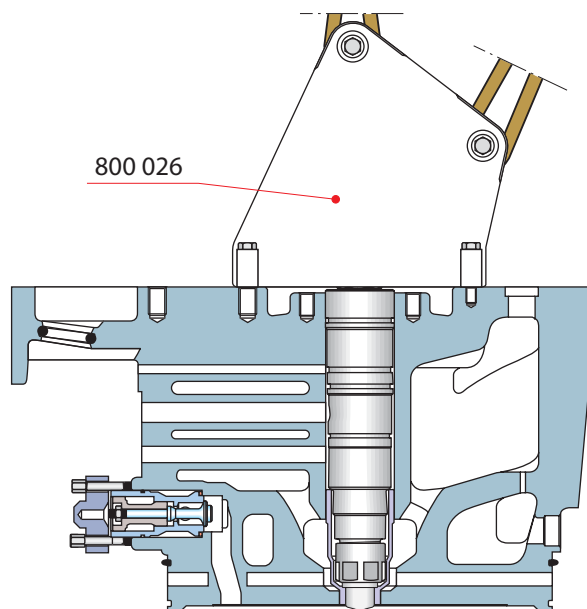


Примечание!

Существует опасность отделения гильзы цилиндра, что в таком случае нужно проверить.

- 12** Закройте отверстие цилиндра листом фанеры или другим подходящим материалом. Закройте воздушные, топливные и масляные соединения подходящими пробками.

Подъем головки блока цилиндров



800 026 Подъемное приспособление для головки цилиндра

Рис 12-3

401202 V1

12.3.

Общее обслуживание головки блока цилиндров

V2

Общее обслуживание головки блока цилиндров включает в себя тщательный визуальный осмотр, включая каналы водяного охлаждения. Возможное формирование осадка в охлаждающих каналах может уменьшить эффективность охлаждения и, в связи с этим, осадок нужно вычистить; см. главу 02.

Пространства, где происходит сгорание, нужно тщательно осмотреть на предмет износа. Гнезда клапанов и втулку инжекторного клапана нужно осмотреть на предмет протекания воды и, при необходимости, заменить.

Направляющие клапанов необходимо проверить и заменить в случае износа. Уплотнительные кольца должны заменяться новыми при каждой переборке.

Необходимо осмотреть уплотнительные поверхности между головкой и гильзой цилиндра и при необходимости восстановить их.

12.4.

Установка шпилек головки цилиндров

v2

Перед установкой головки цилиндров рекомендуется выполнить следующие действия.

- Заменить шпильки головки цилиндров, если при применении гидравлического приспособления превышает максимальное давление.
- При каждом капремонте поршней заменяйте кольца О-образного сечения (48), см. [Рис 12-4](#).
- В случае обнаружения очагов коррозии глубиной менее 0,1 мм нужно удалить их посредством полировки/шлифовки маленьким ручным шлифовальным аппаратом. Если коррозия глубже 0,1 мм, то шпильку нужно заменить.



Примечание!

Определить глубину коррозии в резьбе может быть затруднительно, поэтому рекомендуется заменять шпильки в случае сомнений.

- 1 Смазать резьбу шпильки** тонким слоем Mobilarma 524 или аналогичного масла.
- 2 Установить шпильку** и затянуть с указанным моментом, см. раздел [07.3.1](#).
- 3 Заполнить отсек** между шпилькой и блоком двигателя маслом Mobilarma 524 или аналогичным средством защиты от коррозии.

- 4 Установите уплотнительные кольца (48).

Установка шпилек головки цилиндров

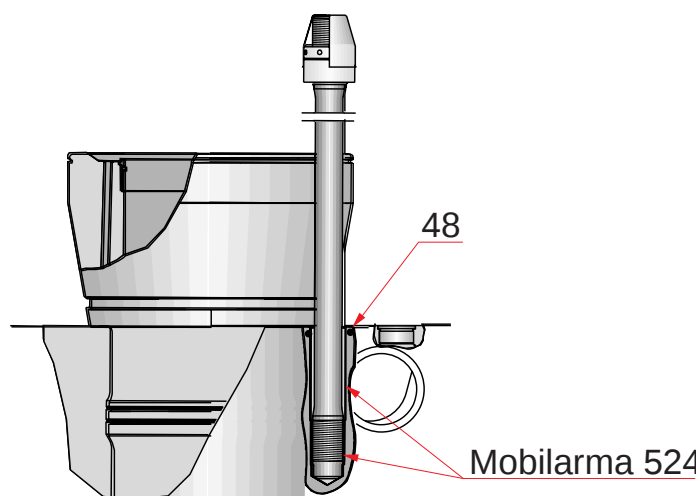


Рис 12-4

401209 V1

12.5.

Монтаж головки блока цилиндров

V2

- 1 Очистить уплотнительные поверхности и установить новую прокладку головки блока цилиндров, новую прокладку мультиканала и новые уплотнительные кольца для защитного шланга охлаждающей жидкости, защитные трубки штока толкателя и скользящие соединения.



Примечание!

Очень важно тщательно очистить уплотнительные поверхности мультиканала и заменить прокладку, поскольку в противном случае существует серьезный риск попадания внутрь цилиндра воды.

- 2 Нанести консистентную смазку на уплотнительные поверхности колец О-образного сечения.
- 3 Установить защитные трубки штоков толкателей и штоки толкателей.
- 4 Прикрепить подъемное устройство 800026 к головке блока цилиндров.

- 5** Поднять головку блока цилиндров. Нужно уделить особое внимание тому, чтобы сальник мультиканала и скользящие соединения были целы и правильно установлены.
- 6** Закрутить гайки головки блока цилиндров.
- 7** Подсоединить мультиканал и затянуть винты с моментом, указанным в разделе [07.1](#).

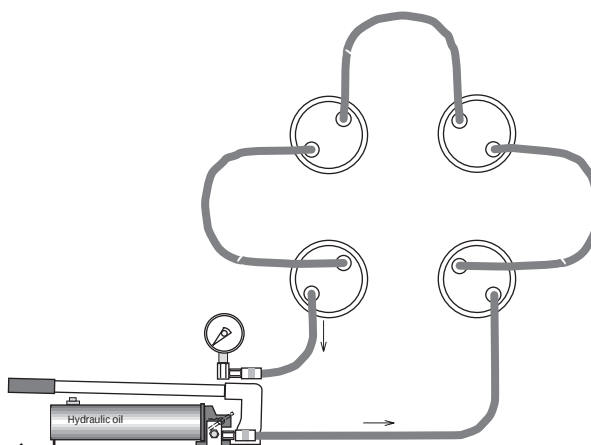


Примечание!

Затягивать гайки нужно в установленном порядке.

- 8** Установите распорные втулки, установить гидравлические цилиндры 800047 и продолжать затягивать гайки головки блока цилиндров, см. [Рис. 12-5](#). Рекомендуется затягивать в два приема, см. раздел [07.3](#).

Сборка с гидравлическими инструментами



1. Накрутите гайки, присоедините распорные втулки. Установить цилиндры от руки. 2. Присоединить шланги, открыть клапан. 3. Затянуть цилиндры от руки. 4. Закрыть выпускной клапан и накачать давление до заданной величины. 5. Закручивать гайки до плотного соприкосновения с поверхностью. 6. Откройте клапан. 7. Повторить шаги 4, 5 и 6. 8. Убрать комплект инструментов.

Рис 12-5

HYD V1

- 9** Установите инжекторную трубку см. [Глава 16](#).
- 10** Подсоединить разъем температурного датчика и зафиксировать его с помощью винта.
- 11** Установить стойку коромысла. Затянуть винты с моментом, указанным в разделе [07.1](#).

- 12** Отрегулировать зазор клапана, см. раздел [12.6](#) . См. главу [06](#) для получения информации о зазорах.
- 13** Установить крышку головки блока цилиндров и боковую крышку.
- 14** Перед пуском нужно наполнить систему охлаждающей жидкости двигателя. Провернуть на два оборота коленчатый вал при открытых индикаторных клапанах.

12.6.

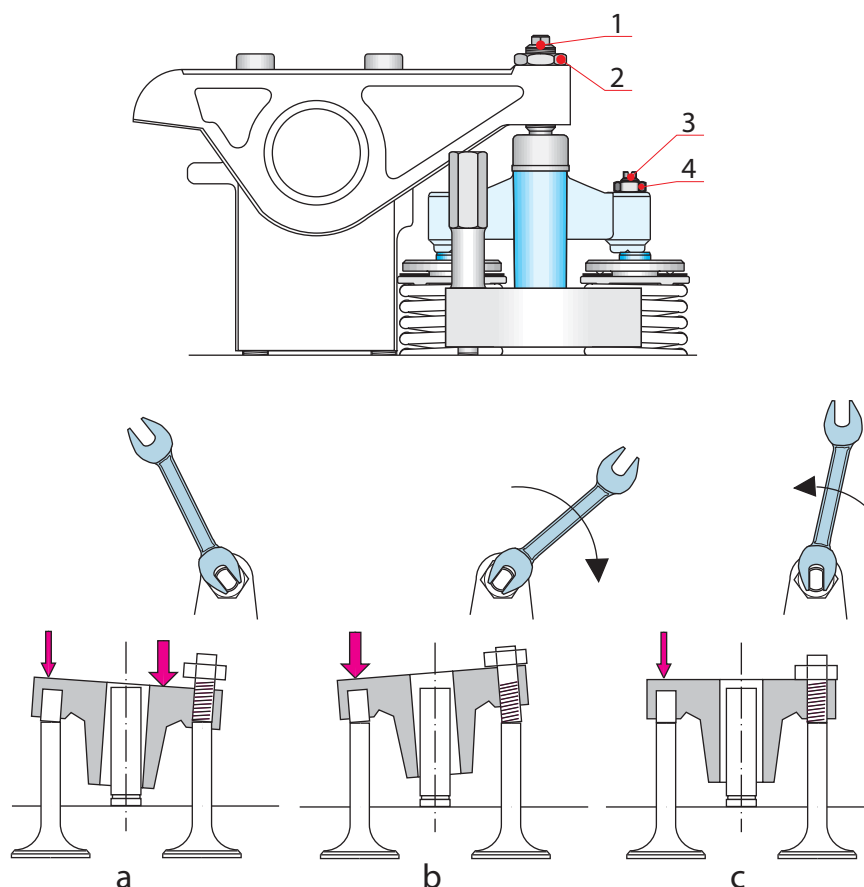
Регулировка зазора клапана и коромысла

V2

- 1** Повернуть коленвал до ВМТ при зажигании для соответствующего цилиндра.
- 2** Отдать контргайки регулировочных винтов на коромысле (2), а также на траверсе (4), и повернуть регулировочные винты против часовой стрелки так, чтобы создать широкий зазор.
- 3** Прижать фиксированный конец траверсы к стержню клапана, нажав для этого на регулируемый конец. Вкрутить регулировочный винт (3) до прикосновения к концу клапана и отметить положение гаечного ключа (поз. а). Теперь прижать вниз неподвижный конец. Продолжать закручивать, в то время как траверса наклоняется, до появления зазора на другой стороне и начала подъёма фиксированного конца траверсы со стержня клапана. Отметить положение гаечного ключа (поз. b).
- 4** Повернуть регулировочный винт против часовой стрелки в среднее положение между «а» и «b», т. е. «с», и заблокировать контргайку регулировочного винта.

- 5** Вложите щуп, соответствующий зазору клапана, между поверхностью траверсы и выступом на коромысле. Затянуть регулировочный винт (1) настолько, чтобы щуп можно было перемещать вперёд и назад, только прилагая небольшое усилие. Удерживая регулировочный винт, затянуть контргайку. Следить за тем, чтобы при затягивании не изменился зазор.

Регулировка зазора клапана



1. Регулировочный винт коромысла 2. Контргайка 3. Регулировочный винт клапанной траверсы 4. Контргайка

Рис 12-6

401203 V1

12.7.

Впускные и выпускные клапаны, кольца седел

V2

Технические данные и размеры

Материал:

Высококачественная сталь

Диаметр

-впускной клапан: 112 мм

-выпускной клапан: 107 мм

Кольцо гнезда клапана

Материал:

Высококачественная сталь

Угол

- впускной клапан: 20°

- выпускной клапан 40°

В головке цилиндра установлены четыре клапана: два впускных и два выпускных. Впускные клапаны больше выпускных.

Клапана движутся в заменяемых чугунных втулках, которые запрессованы в головку цилиндра. Направляющие клапанов имеют кольцевые уплотнения (герметичные относительно стержня клапана), которые размещаются в верхней части направляющей.

Каждый клапан оборудован клапанной пружиной и вращателем или стопором пружин клапана.

Кольца седел клапанов установлены в головке цилиндров, как для впускных, так и для выпускных клапанов. Кольца выпускных клапанов охлаждаются и поэтому имеют два кольцевых уплотнения.

12.7.1. Демонтаж клапанов

V2

- 1 Установить инструмент 800027 в соответствии с [Рис 12-7](#).
- 2 Сжать пружины при помощи винта приблизительно на 15-20 мм.
- 3 Бить по центру тарелок клапанов брусом мягкого дерева, пластиковым молотком или чем-то подобным до тех пор, пока ослабнет фиксация сухарей клапана и их можно будет вынуть.
- 4 Вынуть инструмент.

- 5 Теперь можно снять стопоры пружин и пружины.

Набор инструментов для демонтажа клапанов

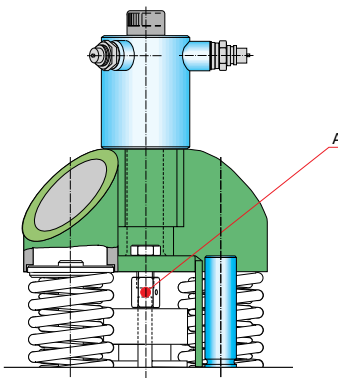


Рис 12-7

321254 V1

- 6 Запомнить метки на клапанах или нанести метки так, чтобы клапаны можно было снова установить в ту же направляющую, если они окажутся в хорошем состоянии.

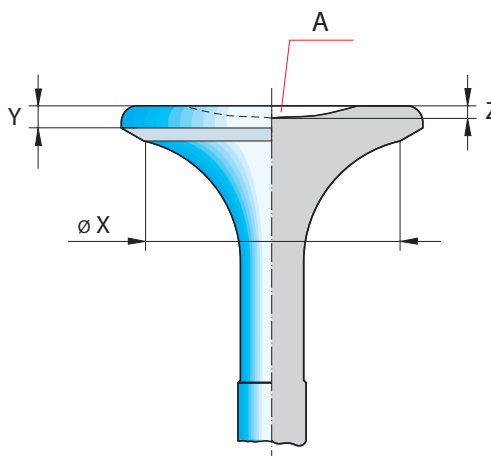
12.7.2. Проверка и восстановление клапанов и седел клапанов

V2

- 1 Вычистить клапаны, седла, каналы и направляющие, а также нижнюю сторону головки цилиндра.

- 2** Контроль состояния тарелок выпускных клапанов на отсутствие обгара согласно Рис 12-8. Размер «Y» должен быть больше 7,8 мм (номинал 8,8 мм), а размер «Z» должен быть меньше 1 мм. Если эти размеры выходят за указанные пределы, клапан подлежит замене.

Проверка обгара клапана



A. Участок обгара

Рис 12-8

401204 V1

- 3** Восстановительный ремонт впускного клапана и вставки его седла рекомендуется выполнять шлифованием или механической обработкой. Если обнаружен лишь небольшой питтинг, достаточно произвести притирку. О шлифовании клапана и седла см. в разделе 12.7.4.
- 4** Восстановительный ремонт выпускного клапана и вставки его седла должен выполняться шлифованием или механической обработкой. Если уплотнительные поверхности светлые или если они хорошо прилегают друг к другу, шлифование не требуется. О шлифовании клапана и седла см. в разделе 12.7.4.



Примечание!

Если имеет место прорыв газов, то следует заменить уплотнительное кольцо седла соответствующего клапана. При прорыве газов повышается температура, и уплотнительное кольцо «обгорает», в результате чего в цилиндр протекает охлаждающая жидкость.

- 5 **Перед шлифованием проверить зазор стержня клапана.** Если зазор слишком велик, измерить стержень и направляющую и заменить изношенную деталь. Направляющую клапана можно выпрессовать. Проверить диаметр отверстия в головке цилиндра. При установке на место рекомендуется охлаждение жидким азотом, однако запрессовка со смазкой маслом также допустима. После установки проверить отверстие направляющей и при необходимости откалибровать.

12.7.3. Притирка впускных клапанов

V2

Если имеется небольшой питтинг на уплотнительных поверхностях, то их можно устранить притиркой ручной:



Примечание!

Притирать выпускные клапаны запрещено.

- 1 **Установить поворотный инструмент на клапан.**
- 2 **Нанести тонкий слой притирочного состава на уплотнительную поверхность клапана:** № 1 - для черновой притирки, № 3 - для чистовой притирки.
- 3 **Вращать клапан поочерёдно в обе стороны в направлении седла с помощью поворотного инструмента 800028.** Время от времени поднимать при притирке клапан от седла.
- 4 **Снимать по возможности минимальное количество материала,** поскольку уплотнительные поверхности закалились в процессе эксплуатации, и это представляет ценность. Вышлифовки всех ямок питтинга не требуется.
- 5 **Осторожно вычистить клапан и седло после притирки.**

12.7.4. Машинное шлифование выпускных и впускных клапанов

V2



Примечание!

Во время шлифовки клапан следует охлаждать его водой.

- 1 **Поверхность гнезда впускного клапана:** Угол гнезда впускного клапана равен 20° с допуском $0^\circ - +0.10^\circ$. Минимальный допустимый внутренний диаметр "X" поверхности гнезда после шлифовки составляет 85 мм, см. [Рис 12-8](#), после чего клапан подлежит замене.

- 2 Уплотняющая поверхность гнезда выпускного клапана:** Угол поверхности гнезда выпускного клапана равен 40° с допуском $0,10^\circ - +0,20^\circ$ для достижения контакта на периферии клапана. Минимальный допустимый внутренний диаметр "X" поверхности уплотнения после шлифовки - 82 мм, см. [Рис 12-8](#), после чего клапана подлежит замене.
- 3 Кольцо гнезда впускного клапана:** Угол гнезда впускного клапана равен 20° с допуском $-0,30^\circ - -0,10^\circ$. Минимальный допустимый внутренний диаметр "X" поверхности гнезда после шлифовки составляет 113 мм, после чего клапан подлежит замене.
- 4 Кольцо гнезда выпускного клапана:** Угол гнезда выпускного клапана равен 40° с допуском $+0,20^\circ - 0^\circ$. Клапан может шлифовать-ся до достижения внешнего диаметра 110 мм.



Примечание!

После шлифовки рекомендуется выполнить легкое притирание с цветной маркировкой для обеспечения контакта между клапаном и гнездом.

12.7.5. Замена седла

12.7.5.1. Выем старого седла

V2

Выемку седла выпускного клапана удобнее всего произвести с помощью гидравлического инструмента 800110, который можно заказать у изготовителя двигателя. В том случае, если специальный инструмент недоступен, можно использовать отслуживший клапан.

- 1 Приложить забракованный клапан к седлу** и приварить его к седлу электросваркой. Для улучшения сварки тарелку клапана рекомендуется обточить до диаметра 95-100 мм.
- 2 Выпрессовать или выколотить седло**, проявляя осторожность, чтобы не повредить направляющей клапана.

12.7.5.2. Установка нового седла впускного клапана

V2

- 1 Тщательно очистить отверстия в головке цилиндров** осторожным шлифованием с помощью шкурки зернистостью 400 или тоньше. После шлифовки поверхность должна быть очищена с помощью очищающего аэрозоля Loctite 7063.
- 2 Проверить диаметр отверстия** в головке блока цилиндров, см. раздел [06.2](#)

- 3 Кольцо можно установить, охладив его в жидком азоте до -190°C , при температуре головки блока цилиндров не ниже 20°C , или запрессовкой с помощью направляемой оправки. Также доступен специальный инструмент 800148.
- 4 Проверить concentricity уплотняющей поверхности и оси отверстия направляющей втулки. Если биение превышает 0,1 мм, фаску седла требуется отшлифовать на седлошлифовальном станке. Для проверки concentricity также доступен специальный инструмент 2V12T0747. Этот инструмент можно заказать у изготовителя двигателя.

12.7.5.3. Установка кольца седла выпускного клапана V2

В двигателях Wärtsilä 32 используются два разных вида колец седел. На старой модели два уплотнительных кольца и отверстие в головке цилиндров, которые перед установкой надо было смазывать раствором мыла в воде (как вариант - консистентной смазкой Molykote 55 для уплотнительных колец).

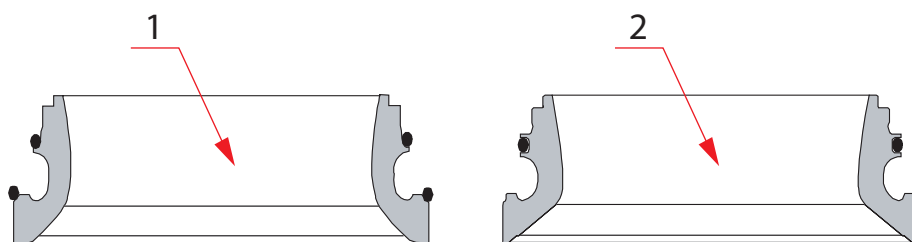


Примечание!

Мыло для приготовления мыльно-водного раствора должно иметь pH ~7, смешивать в соотношении ~1:2.

На новой модели только одно уплотнительное кольцо, которое должно устанавливаться со стопорным составом Loctite 641.

Два разных типа колец седел выпускных клапанов



1. Старая модель. 2. Новая модель.

Рис 12-9

401211 V2

12.7.5.4. Установка кольца седла выпускного клапана старого типа

V2

- 1 Тщательно очистить отверстия головки блока цилиндров - аккуратно зачистить наждачной шкуркой с зернистостью 400 или меньше. Поверхность после зачистки нужно очистить Чистящим спреем Loctite 7063.
- 2 Проверить диаметр отверстия головки блока цилиндров, см. раздел 06.2 в этом руководстве.
- 3 Нагреть всю головку блока цилиндров до 100°C либо паром (т.е. поместить головку блока цилиндров в закрытый ящик), либо газовой горелкой.
- 4 Охладить седельное кольцо перед установкой приблизительно до -18°C.



Примечание!

Важно, чтобы была подогрета вся головка блока цилиндров, а не только отверстие седла.

- 5 Смазать отверстия в седле головки цилиндров раствором мыла в воде или консистентной смазкой Molykote 55 для уплотнительных колец
- 6 Установить кольцо О-образного сечения
- 7 Установить седло выпускного клапана, пользуясь одним из следующих методов:
 - Установить гнездовые кольца в направляющую втулку и вдавить седло с помощью направляемого штока. Для этого также существует специальный инструмент 800148. Его можно заказать у производителя двигателя.
 - Вставить седельное кольцо с помощью выхлопного клапана. Нужно стучать по клапану до тех пор, пока седельное кольцо правильно станет на свое место.



Примечание!

Установку седла выпускного клапана следует производить осторожно, чтобы оно село правильно.

- 8 Проверить эксцентricность уплотнительной поверхности по отношению к направляющей клапана, и если она превышает 0,1 мм, то поверхность седла нужно подточить на шлифовальном станке. Для проверки эксцентricности существует специальный инструмент 2V12T0747, который можно заказать у производителя двигателя.

- 9 Перед монтажом выполнить испытание под давлением водяной стороны головки цилиндра с использованием испытательного давления (800109) 10 бар, если возможно.

12.7.5.5. Установка кольца седла выпускного клапана нового типа

V2

- 1 Тщательно очистить отверстия головки блока цилиндров - аккуратно зачистить наждачной шкуркой с зернистостью 400 или меньше. Поверхность после зачистки нужно очистить Чистящим спреем Loctite 7063.
- 2 Проверить диаметр отверстия головки блока цилиндров, см. раздел 06.2 в этом руководстве.
- 3 Нагреть всю головку блока цилиндров до 100°C либо паром (т.е. поместить головку блока цилиндров в закрытый ящик), либо газовой горелкой.
- 4 Охладить седельное кольцо перед установкой приблизительно до -18°C.



Примечание!

Важно, чтобы была подогрета вся головка блока цилиндров, а не только отверстие седла.

- 5 Смазать нижнее отверстие головки блока цилиндров и паз водным раствором мыла или консистентной смазкой для колец О-образного сечения "Molykote 55", см. Рис 12-10
- 6 Нанести тонкий равномерный слой мастики "Loctite 641" на верхнее отверстие головки блока цилиндров, см. Рис 12-10
- 7 Установить кольцо О-образного сечения
- 8 Установить седло выпускного клапана, пользуясь одним из следующих методов:
- Установить гнездовые кольца в направляющую втулку и вдавить седло с помощью направляемого штока. Для этого также существует специальный инструмент 800148. Его можно заказать у производителя двигателя.
 - Вставить седельное кольцо с помощью выхлопного клапана. Нужно стучать по клапану до тех пор, пока седельное кольцо правильно станет на свое место.

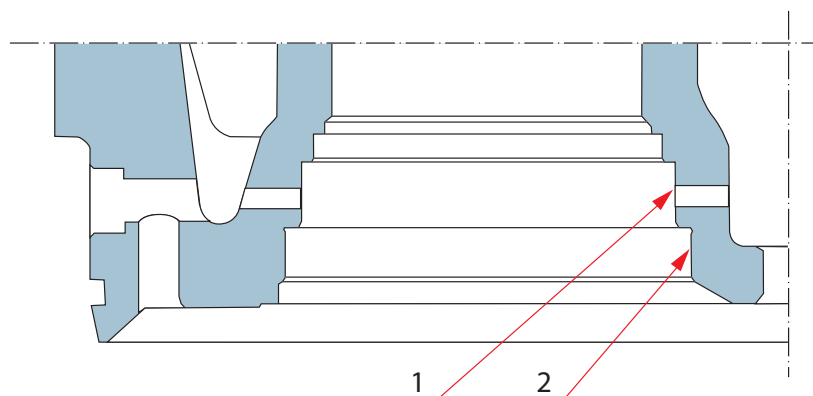


Примечание!

Установку седла выпускного клапана следует производить осторожно, чтобы оно село правильно.

- 9 Проверить эксцентricность уплотнительной поверхности по отношению к направляющей клапана, и если она превышает 0,1 мм, то поверхность седла нужно подточить на шлифовальном станке. Для проверки эксцентricности существует специальный инструмент 2V12T0747, который можно заказать у производителя двигателя.
- 10 Перед монтажом выполнить испытание под давлением водяной стороны головки цилиндра с испытательным давлением (800109) 10 бар, если это представляется возможным.

Отверстие головки блока цилиндров



1. Нижнее отверстие, использовать водный раствор мыла или консистентную смазку для колец O-образного сечения "Molykote 55".
2. Верхнее отверстие, использовать мастику "Loctite 641"

Рис 12-10

401212 V2

12.7.5.6. Сборка клапанов двигателя

V2

- 1 Проверить состояние клапанных пружин на наличие трещин, коррозии или следов износа и в случае присутствия каких-либо из них заменить пружины новыми.
- 2 Установить новые уплотнительные кольца в направляющие клапанов.
- 3 Смазать стержни клапанов, используя для этого моторное масло.
- 4 Вставить новые клапаны и проверить лёгкость их движения.
- 5 Установить новые пружины и вращатели. Заменить вращатели клапанов, если они изношены или повреждены.
- 6 Сжать пружины с помощью комплекта инструментов.
- 7 Вставить сухари клапанов и разгрузить пружины.
- 8 Убедиться в том, что сухари клапанов установлены правильно.

- 9 Проверить функционирование вращателей клапанов, сделав метку на тарелке клапана и соответствующую метку на головке цилиндра. Очень легким постукиванием по стержню клапана неупругим молотком проверить вращение.

12.8.

Индикаторный клапан

V2

Внутренняя конструкция индикаторного клапана такова, что давление в цилиндре затягивает его. Вследствие этого сила, необходимая для закрытия клапана, относительно мала. Клапан имеет левостороннюю резьбу и открывается/закрывается, как это показано ниже, [Рис 12-11](#). Для открывания и закрывания индикаторного клапана используйте ключ с Т-образной рукояткой 800031.

Открытие и закрытие индикаторного клапана

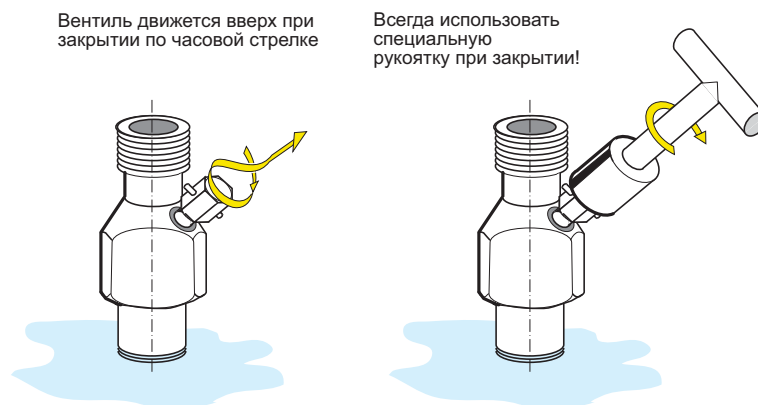


Рис 12-11

321255 V1

12.8.1. Функционирование и обслуживание индикаторного клапана

V2

- 1 При пуске двигателя индикаторные клапана должны быть закрыты с таким маленьким усилием, чтобы уплотняющие поверхности едва соприкасались. Давление в цилиндре прижмет их сильнее.
- 2 При остановке двигателя индикаторные клапана должны быть открыты наполовину. Дальнейшее уплотнение из-за понижения температуры не окажет никакого эффекта

- 3 При открывании индикаторного клапана для измерения давления в цилиндре ни в коем случае нельзя прикладывать силу.
- 4 При закрывании индикаторного клапана после измерения давления в цилиндре требуется очень небольшой момент. Обычно закручивания "от руки" оказывается достаточно.
- 5 Нанесите высокотемпературную смазку (до 1000 °С) на резьбы штоков клапанов, если вы ощущаете, что они заедают.



Предупреждение!

Для открывания и закрывания индикаторного клапана используйте правильный Т-образный ключ.

12.8.2. Pf «Максимальное давление воспламенения», измеренное около индикаторного клапана.

V2

Параметр Pf "Максимальное давление воспламенения" должен измеряться как среднее значение в течение, по крайней мере, 32 циклов. Рекомендуется измерение Pf при помощи прибора Kistler Engine tester типа 2507A или 2515A (848033) и датчика типа 7613B или 7613C. Особенности работы и регулировки усилителя смотрите в руководстве к прибору.

12А. Испытание герметичности цилиндров

V1

Для проверки герметичности цилиндров и клапанов можно использовать инструмент.



Примечание!

Следует провести немедленно после остановки двигателя.

- 1 Поверните поршень требуемого цилиндра в ВМТ (все клапана закрыты).

12А.1. Присоедините инструмент для Wartsila 32

V2

- 1 Присоедините инструмент 800064 к открытому индикаторному клапану. Продолжите выполнение операций из раздела [12А.2.](#)

Инструмент для проверки герметичности цилиндров

WÄRTSILÄ 20, 848020
WÄRTSILÄ 32, 800064
VASA 32, 848020

WÄRTSILÄ 34SG, 848020

WÄRTSILÄ 32DF, 848020

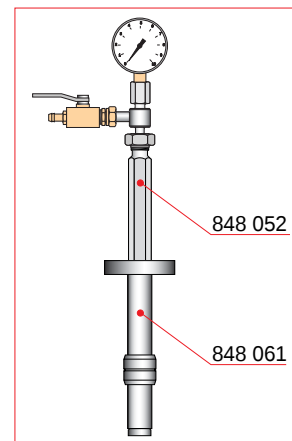
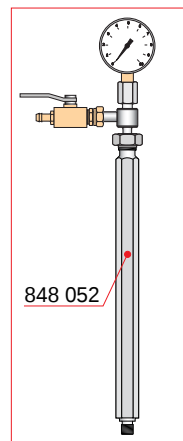
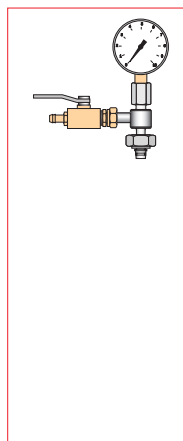


Рис 12А-1

321260 V1

12A.2.

Измерение

V1

- 1 Подвести к устройству сжатый воздух под давлением 6-7 бар (т.е. нормальное рабочее давление воздуха). Открыть клапан устройства и зарегистрировать давление.
- 2 **Заккрыть клапан.** Измерить время в секундах, требующееся для падения давления до 0,5 бар.
 - Если первоначальное давление было 6 бар и для его падения до 0,5 бар требуется 10 с, результат приемлем.
 - Если давление немедленно падает до 0 бар, один или несколько клапанов застревают или клапан(ы) подгорел(и).
Застревающий клапан можно определить по его неподвижности при вращении двигателя.
Подгоревший клапан можно обнаружить по температуре отработавших газов. Если бы клапанный зазор был равен нулю, то это также вызвало бы немедленное падение давления.
 - Частицы углерода, застрявшие между клапаном и седлом во время остановки двигателя, также могут препятствовать надёжному закрыванию клапана, вызывая тем самым немедленное падение давления. Если есть подозрения в этом, то следует дать двигателю поработать нескольких минут и затем вновь проверить тот же цилиндр.
 - Если есть подозрение прорыва газов между цилиндром и поршнем, например, из-за быстрого забивания фильтров или высокого давления в картере двигателя, лучше всего снять показания обо всём двигателе и сравнить.
Например: Для шестицилиндрового двигателя Вы получаете серию: 12, 17, 15, 4, 19 и 18 секунд.
Это показывает, что цилиндр №4 вызывает подозрение прорыва газов.
Результат может быть подтверждён прослушиванием звуков утечки в картере в процессе испытания.
 - Если имеющееся время достаточно для ремонта лишь одного поршня, рекомендуется разобрать для осмотра и проверки поршень с наихудшими результатами в отношении прорыва газов. Результаты проверки дают представление об общем состоянии двигателя.
 - Проводя повторное испытание цилиндра после ремонта, можно наблюдать быстрое падение давления. Причиной этому служит то, что приработка поршневых колец ещё не произошла.



Примечание!

В процессе испытания маслоподкачивающий насос должен продолжать работать.



Примечание!

Валоповоротное устройство должно быть включено во время испытания.

- В общем случае место нахождения утечки можно установить прослушиванием при открытом воздушном клапане.
-



Примечание!

Общее состояние двигателя определяется с помощью испытательного устройства, однако более важными являются зарегистрированные эксплуатационные данные. Ремонты должны производиться через рекомендуемые межремонтные интервалы, а не только, когда испытание давлением обнаруживает сильный прорыв газов.

13. Привод распревала

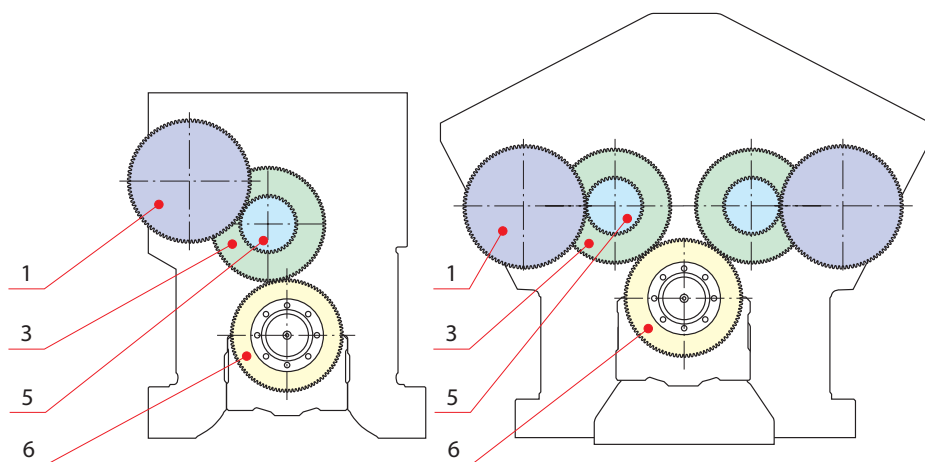
V2

Распревал приводится от коленвала через зубчатую передачу. Зубчатая передача состоит из зубчатого венца (6), который является разъемным и крепится к фланцу коленвала осевыми винтами (26), и двух промежуточных шестерен (3 и 5) и приводной шестерни распревала (1), см. [Рис 13-1](#).

Детали подшипников промежуточных шестерен посажены в блоке цилиндров. Ведущая шестерня распревала (1) зафиксирована между удлинительным элементом (2) и удлинительным элементом (8) осевыми винтами (11). Для привода регулятора оборотов, на конце распревала расположена спиральная шестерня (13). Форсунки машинного масла обеспечивают смазку и охлаждение зубчатых передач.

Распределительный вал вращается с частотой вдвое меньше, чем частота вращения коленчатого вала, но в том же направлении.

Привод распревала



1. Приводная шестерня распревала 3. Большая промежуточная шестерня привода распревала 5. Малая промежуточная шестерня привода распревала 6. Зубчатое колесо для коленвала

Рис 13-1

401304 V2

13.1.

Промежуточные шестерни и зубчатое колесо распредвала

V2

Промежуточные шестерни закалены цементованием. Шестерни имеют общий вал и фиксируются друг на друге фрикционным соединением. Смазка для подшипников подается по высверленным каналам в коленвале, блоке цилиндров, а для шестерен - из распределительной трубы через форсунки.

Базовая настройка фаз газораспределения и впрыска топлива производится при помощи пары шестерен промежуточной передачи. Фазы можно регулировать, если шестерни вращаются относительно друг друга.

**Примечание!**

Если настройка газораспределения выполнена неправильно, клапаны и поршни придут в соприкосновение друг с другом, что вызовет серьезные повреждения двигателя

13.1.1. Техническое обслуживание зубчатой передачи привода распредвала

V2

При каждой возможности необходимо проверять состояние шестерен. Измерить окружной зазор и зазоры подшипников, см. раздел [06.2](#). Раннее обнаружение любого повреждения зубьев может предупредить серьезные неисправности.

13.1.2. Основная настройка газораспределения

V2

Основная настройка газораспределения и впрыска топлива производится изменением взаимного расположения промежуточных шестерен (3) и (5). Если их положение изменится, изменится также положение распредвала относительно коленвала.

**Примечание!**

Относительное положение двух шестерен отрегулировано на заводе-изготовителе и его не следует изменять, если на это нет особых причин.

1

Снимите инжекторный насос на цилиндре №1, см. раздел [16.2.1](#). Предварительный подъем может быть измерен без удаления инжекторного насоса специальным инструментом 800135, который может быть заказ на местной станции технического обслуживания.

- 2** Повернуть нужный цилиндр в такое положение, чтобы ролик толкателя насоса находился на основной окружности распределительного вала.
- 3** Установите круговой индикатор на регулировочный винт (24) для толкателя инжекторного насоса и установите его в нулевое положение
- 4** Поверните двигатель и распредвал валоповоротным устройством в направлении вращения до тех пор, пока индикатор не зафиксирует подъем регулировочного винта (24) на 6 мм (общая глубина $74 \pm 0,02$ мм).



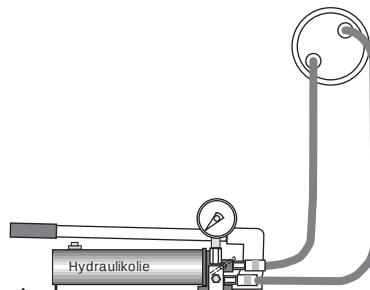
Примечание!

Рекомендуется заканчивать поворот при помощи ручного маховика валоповоротного устройства.

- 5** Снимите значение фазы с указателя маховика, как градусы перед ВМТ (верхняя мертвая точка). Сравните со значением, которое приводит производитель.
- 6** Если фаза отличается от указанного значения, то выполните следующую процедуру.
- 7** Выкрутите винты крепления крышки (18). Снимите крышку промежуточной зубчатой передачи (21) и внешнее кольцевое уплотнение (29), см. [Рис 13-3](#).
- 8** Установите опорное приспособление 800113 на блок двигателя.
- 9** Установите гидравлический инструмент 2V86B341 (800112) на крепежный болт (20).

- 10** Подсоединить шланги к гидравлическому насосу 800053, см. [Рис 13-2](#).

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Установить цилиндр. 2. Подсоединить шланги и открыть выпускной клапан. Зажать цилиндр, чтобы вытеснить масло. 3. Повернуть цилиндр на 180 ° против часовой стрелки. 4. Закрывать выпускной клапан и накачать давление до заданной величины. 5. Открутить гайку приблизительно на пол-оборота. 6. Открыть выпускной клапан и убрать комплект гидравлических приспособлений.

Рис 13-2

HYD V1

- 11** Натяните болт, подняв давление до значения, которое указано в главе 07, раздел [07.1](#).
- 12** Ослабьте гайку с гидравлической затяжкой (22), и сбросьте давление в гидравлическом цилиндре. Поверните коленчатый вал до получения требуемого значения, см. раздел [07.3](#). Большая шестерня промежуточной передачи должна вращаться, а малая - оставаться неподвижной.



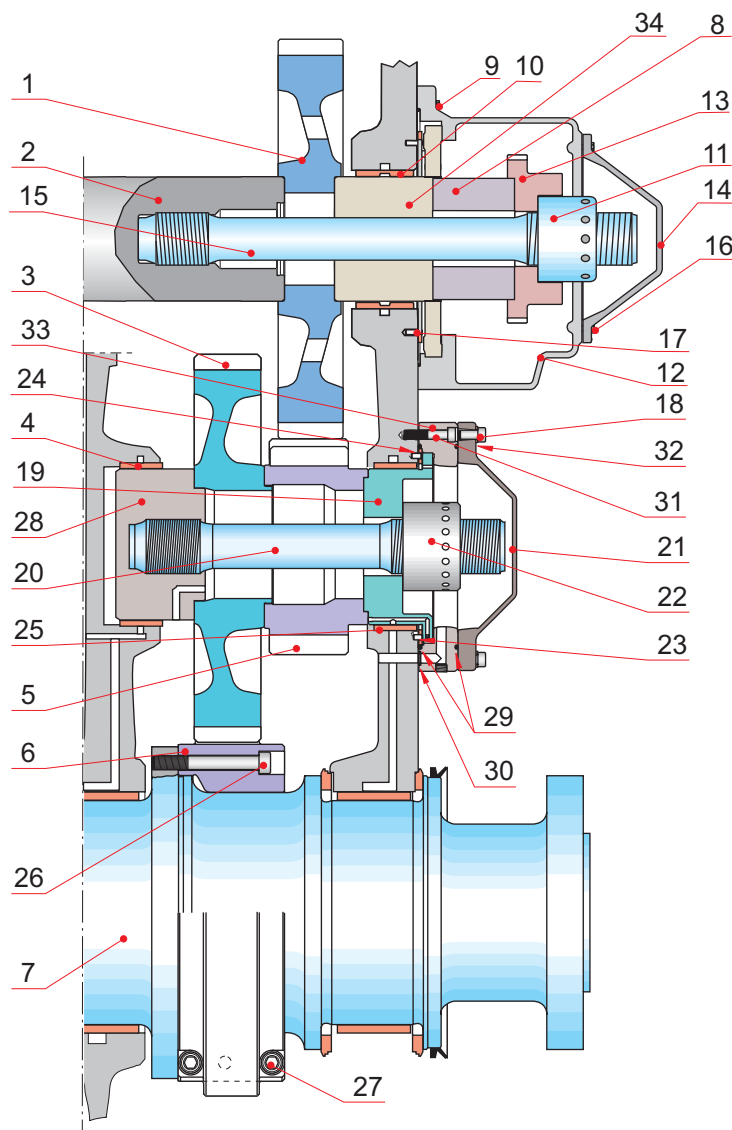
Предупреждение!

Поворот коленчатого вала двигателя с ослабленными гайкой с гидравлической затяжкой (22) разрешается только на несколько градусов для регулировки фазы. Иначе возникает большой риск контакта поршней с клапанами.

- 13** Затяните гайку (22) в два этапа для промежуточных шестерен до заданного давления, когда достигнуто желаемое движение, см. раздел [07.3](#).
- 14** Проверьте фазы впрыска топлива в один цилиндр.
- 15** Установите крышку (21) и замените внешнее кольцевое уплотнение (29). Затяните винты (18) с указанным моментом.

- 16** Смонтируйте впрыскивающий насос на двигателе в соответствии с разделом 16.2.2..

Привод распредвала



1. Зубчатое колесо для распредвала 2. Удлинительный элемент 3. Большая промежуточная шестерня 4. Втулка подшипника 5. Малая промежуточная шестерня 6. Зубчатое колесо для коленвала 7. Коленчатый вал 8. Удлинительный элемент 9. Винт 10. Упорный подшипник 11. Гайка 12. Крышка 13. Шестерня для привода регулятора 14. Крышка 15. Болт 16. Винт 17. Направляющий штифт 18. Винт 19. Опорная секция 20. Болт 21. Крышка 22. Гайка 23. Направляющий штифт 24. Упорный подшипник 25. Втулка подшипника 26. Винт 27. Винт 28. Опорная секция 29. Кольцо O-образного сечения 30. Кольцо O-образного сечения 31. Винт 32. Шайба 33. Крышка 34. Удлинитель вала

Рис 13-3

401309200723 V1

13.1.3. Демонтаж зубчатой передачи распредвала ^{v2}

- 1 Снять крышки зубчатых передач и все крышки распредвала.
- 2 Снять блок регулятора и датчики оборотов.
- 3 Открутить винты и снять комплектный привод регулятора в сборе.
- 4 Снять кронштейны коромысел всех цилиндров, см. раздел 14.1.2.
- 5 Провернуть коленвал двигателя и зафиксировать все толкатели клапанов и инжекторного насоса в верхнем положении, см. раздел 14.2.1.

**Предупреждение!**

Когда толкатель(и) клапанов заблокирован(ы) в верхнем положении, кронштейны коромысел/штоки толкателей должны быть сняты, в противном случае при проворачивании коленвала поршни войдут в соприкосновение с клапанами.

- 6 Подвести опорный инструмент 800113 и гидравлическое приспособление 2V86B341 (800112) к крепёжному болту (15).
- 7 Подсоединить шланги на гидравлический насос 800053, см. Рис 13-4.
- 8 Повысить давление до значения, указанного в главе 07. Открутить гайку.

**Осторожно!**

При превышении максимального гидравлического давления болт будет перегружен. Болт рекомендуется заменить, если по какой-либо причине максимальное гидравлическое давление будет превышено.

- 9 Плавно сбросить давление. Отсоединить шланги и убрать гидроинструмент.
- 10 Удалить гайку (11), спиральную шестерню привода регулятора (13) и удлинительный элемент (8).

**Примечание!**

При использовании извлекателя шпилек 800114 для демонтажа или затягивания шпилек с заданным моментом следует пользоваться только внутренним шестигранным ключом 36. Внешний левый шестигранный винт 30 предназначен только для стопорения инструмента на шпильке и может сломаться, если с его помощью пытаться ослабить болт.

- 11 Отвернуть болт (15) с помощью инструмента 800114. Фиксирующий винт на инструменте имеет левую резьбу.
- 12 Снять крышку на свободном конце и фланец в середине распределителя пускового воздуха (ряд А) и/или фланец с ряда В.

- 13** Открутить гайки удлинительного элемента (2) распредвала с обратной стороны распределительного вала.
- 14** Повернуть коленвал до ВМТ при зажигании в цилиндре № 1.
- 15** Установить подъемный инструмент для шестерни распредвала (1).
- 16** Сдвинуть удлинительный элемент (34) с блока цилиндров.
- 17** Установить гидроцилиндр 800063 между блоком цилиндров и кулачком распредвала. Поместить брусок дерева или что-то подобное между кулачком и поршнем цилиндра.
- 18** Медленно повысить давление и сдвинуть распредвал в сторону к свободному торцу до тех пор, пока нельзя будет снять шестерню (1).



Примечание!

Не повредить секцию распредвала или блок цилиндров.

- 19** Снять шестерню распредвала (1).
- 20** Снять удлинительный элемент (2).
- 21** Отвернуть крепёжные винты (18) крышки. Снять крышку (21) промежуточной шестерни, наружное уплотнительное кольцо (29) и маслораспыляющие сопла.



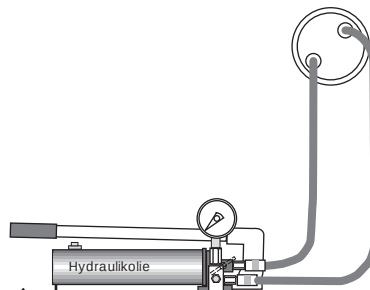
Примечание!

Демонтаж промежуточных шестерен (3) и (5) не требуется, если в этом нет необходимости. Взаимное расположение двух шестерен было отрегулировано при сборке на заводе-изготовителе и не должно изменяться, поскольку это оказывает влияние на фазы клапанов и газораспределения.

- 22** Подвести опорный инструмент 800113 и гидравлическое приспособление 2V86B341 (800112) к крепёжному болту (20).

- 23** Подсоединить шланги на гидравлическом насосе 800053, см. [Рис 13-4](#).

Разборка с гидравлическими инструментами



1. Установить цилиндр. 2. Подсоединить шланги и открыть выпускной клапан. Зажать цилиндр, чтобы вытеснить масло. 3. Повернуть цилиндр на 180 ° против часовой стрелки. 4. Закрыть выпускной клапан и накачать давление до заданной величины. 5. Открутить гайку приблизительно на пол-оборота. 6. Открыть выпускной клапан и убрать комплект гидравлических приспособлений.

Рис 13-4

HYD V1

- 24** Создать напряжение болта, повысив давление до значения, указанного в главе [07](#), и выполнить операцию откручивания гайки.



Осторожно!

При превышении максимального гидравлического давления болт будет перегружен. Болт рекомендуется заменить, если по какой-либо причине максимальное гидравлическое давление будет превышено.

- 25** Плавно сбросить давление. Отсоединить шланги и убрать гидроинструмент.
- 26** Отвернуть гайку (22) и болт (20) с помощью инструмента 800114. Фиксирующий винт на инструменте имеет левую резьбу.



Примечание!

При использовании извлекателя шпилек 800114 для демонтажа или затягивания шпилек с заданным моментом следует пользоваться только внутренним шестигранным ключом 36. Внешний левый шестигранный винт 30 предназначен только для стопорения инструмента на шпильке и может сломаться, если с его помощью пытаться ослабить болт.

- 27** Открутить крепежные винты (31) и снять крышку (33). Также снять уплотнительные кольца (29) и (30).



Примечание!

Перед удалением винтов (31) и снятием крышки (33) убедиться, что шестерни (3) и (5) имеют подходящую опору. В противном случае существует большая опасность повреждения шестерен или связанных с ними компонентов.

- 28** Снять деталь подшипника (19), упорный подшипник (24) и малую промежуточную шестерню (5).
- 29** Снять большую промежуточную шестерню (3) и деталь подшипника (28).

13.1.4. Монтаж зубчатой передачи распредвала

v2



Примечание!

Прежде чем приступить к работе, следует убедиться в том, что коленчатый вал находится в положении, соответствующем ВМТ при зажигании в цилиндре №1.

- 1** Смазать втулки подшипника (4) и (25).
- 2** Поднять опорную секцию (28) в соответствующее положение.
- 3** Поднять большое промежуточное зубчатое колесо (3) на втулку опорной секции.
- 4** Вставить малое промежуточное зубчатое колесо (5) на втулку большого промежуточного зубчатого колеса.
- 5** Вставить упорный подшипник (24), опорную секцию (19).
- 6** Установить крышку (33) и заменить кольца О-образного сечения (29) и (30) новыми. Затянуть винты (31) с указанным моментом.
- 7** Вкрутить болт (20) при помощи инструмента 800114 и затянуть с моментом, указанным в главе [07.3](#). Стопорный винт инструмента имеет левостороннюю резьбу. Убрать инструмент.

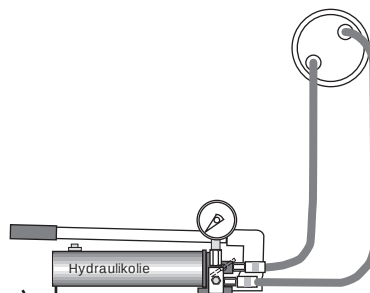


Примечание!

Если применяется инструмент, предназначенный для монтажа штифтов 800114, то при удалении или затяжке штифта должна использоваться только внутренняя шестиугольная насадка для ключа размера 36. Внешний левый шестиугольный винт размера 30 предназначен только для фиксации инструмента на штифте и, если использовать его для затяжки болта, то он сломается.

- 8** Затянуть гайку (22) в два шага с помощью гидроинструмента 2V86B341 (800112) с указанным моментом. Сбросить давление и снова довести давление до указанного значения. Окончательно затянуть гайку и сбросить давление, см. [Рис 13-5](#)

Сборка с гидравлическими инструментами



1. Накрутить гайку, установить распорную втулку и цилиндр. 2. Присоединить шланги, открыть клапан сброса давления. Зажать цилиндр, чтобы вытеснить масло. 3. Закрыть клапан и накачать давление до указанного значения. 4. Закрутить гайку до плотного соприкосновения. 5. Сбросить давление, открывая клапан. 6. Закрыть клапан и накачать давление до полного указанного значения. 7. Закрутить гайку до плотного соприкосновения. 8. Открыть клапан и убрать комплект приспособлений.

Рис 13-5

HYD V1

- 9** Вставить удлинительный элемент (2) и затянуть гайки.
- 10** Поднять зубчатое колесо распределительного вала (1) в соответствующее положение.
- 11** Вставить удлинительный элемент (34), упорный подшипник (10) и болт (15).
- 12** Установить удлинительный элемент (8) и зубчатое колесо (13).
- 13** Закрутить гайку (11) на болт (15) и затянуть ее с помощью гидроинструмента 800112, см. рисунок. Поднять давление и затянуть гайку в два шага, как это указано в главе 07, раздел [07.1](#).
- 14** Плавное сбросить давление. Отсоединить шланги и убрать гидроинструмент.
- 15** Проверить фазы впрыска одного цилиндра в соответствии с разделом [13.1.2](#)
- 16** Установить масляную трубку и втулку в блок двигателя. Заменить кольца О-образного сечения новыми и затянуть винты.
- 17** Установить корпус (12) привода регулятора. Заменить кольца О-образного сечения новыми. Затянуть винты (9) с указанным моментом. Установить крышку (14) и затянуть винты (16).
- 18** Проверить все осевые зазоры подшипников и люфты между зубчатыми колесами.
- 19** Установить масляные распылители.

- 20** Установить крышку (21) и заменить кольца О-образного сечения новыми. Затянуть винты (18) с указанным моментом.
- 21** Установить блок регулятора и датчики оборотов, см. раздел [22.4](#).
- 22** Высвободить толкатели и установить стойки коромысел, см. раздел [14.1.2](#).
- 23** Установить все крышки и масляные трубки.



Примечание!

Проверить фазы клапанов перед пуском двигателя.

13.2.

Зубчатое колесо коленвала

V2

Если необходимо заменить только разъемную шестерню, то можно демонтировать/монтировать каждую половину шестерни по очереди. При этом синхронизация клапана не меняется, и её не нужно регулировать. Однако фаза должна проверяться.

13.2.1. Демонтаж разъемной шестерни

V2

После демонтажа зубчатой передачи согласно разделу [13.1.3](#), можно демонтировать разъемную шестерню (6) с коленвала.

- 1** Опустить крышку коренного подшипника № 1, см. главу 10, раздел [10.2.1](#).
- 2** Ослабьте болты крепления (27).
- 3** Отвернуть осевые болты (26).
- 4** Открутить винты крепления (27) и снять половинки шестерни.

13.2.2. Монтаж разъемной шестерни

V2

- 1** Вычистить поверхности разъёма шестерни и поверхности контакта шестерни с коленчатым валом.
- 2** Опустить крышку коренного подшипника № 1, см. главу 10, раздел [10.2.1](#).
- 3** Смазать резьбу винтов (26) и (27), используя для этого моторное масло.
- 4** Установить половинки разъемной шестерни на коленчатом валу, расположив разъемную поверхность под прямым углом к шатунной шейке цилиндра № 1, и затянуть болты (26) и (27) вручную.

- 5 Затянуть осевые винты (26) с моментом 10 Нм и убедиться в наличии контакта между зубчатым колесом и фланцем коленвала.
- 6 Затянуть крепёжные винты (26) с моментом 40 Нм. Болты, расположенные ближе к фланцу коленвала, затянуть первыми.
- 7 Затянуть крепёжные винты (27) до указанного момента. Порядок затяжки такой же, как и в предыдущем пункте.
- 8 Затянуть осевые винты (26) до указанного момента.
- 9 Проверить овальность шестерни. Установить цилиндрический штифт (Ø16 мм) во впадине между зубьями, как показано на Рис 13-6. Провернуть коленвал и с помощью циферблатного индикатора измерить диаметры. Максимально допустимая разница между измеренными величинами равна 0,05 мм.
- 10 Поднять крышку коренного подшипника № 1, см. главу 10, раздел 10.2.1.

Измерение разъемной шестерни

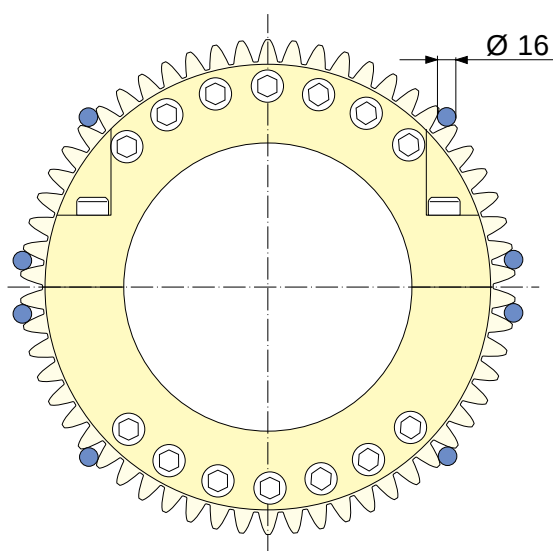


Рис 13-6

401303 V1

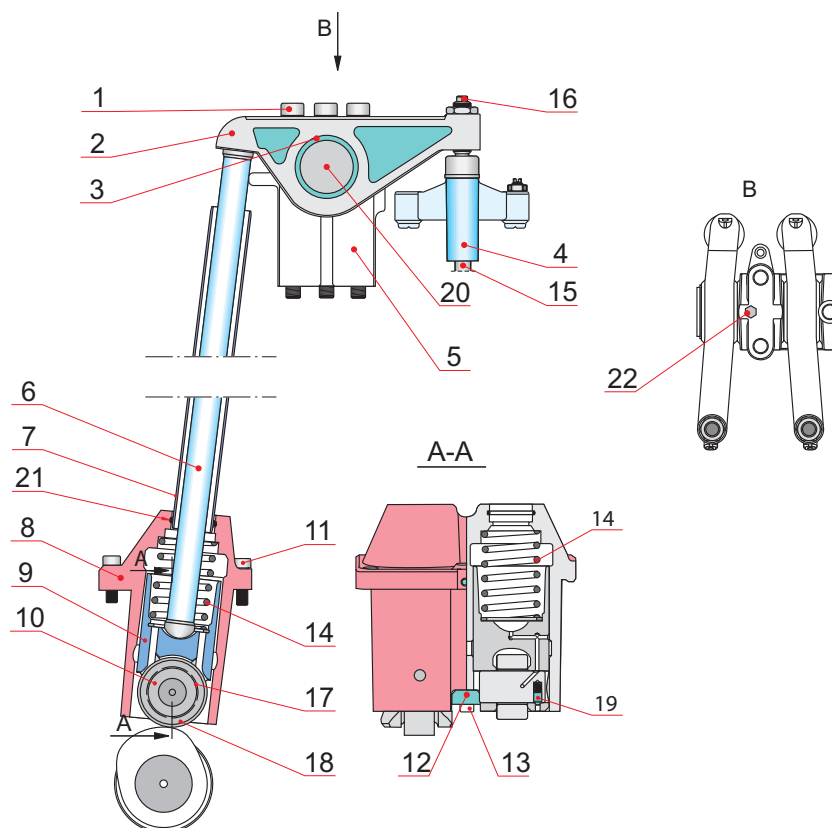
14. Клапанный механизм и распределительный вал

14.1. Клапанный механизм

V2

Клапанный механизм открывает впускные и выпускные клапана в заданный момент синхронизации. Клапанный механизм состоит из толкателей поршневого типа (9), перемещающихся в общем направляющем блоке (8), трубчатых штоков толкателей (6) с шаровыми шарнирами, коромысел (2), качающихся в опорной стойке коромысла (5), траверс (4), направляемых штифтом (15) в головке цилиндра.

Клапанный механизм



1. Винт 2. Коромысло 3. Стопорное кольцо 4. Клапанная траверса
5. Стойка коромысла 6. Шток толкателя 7. Защитная трубка 8. Направляющий блок 9. Толкатель клапана 10. Ось ролика 11. Винт 12. Направляющая пластина 13. Стопорный винт 14. Пружина толкателя
15. Штифт траверсы 16. Регулировочный винт 17. Втулка подшипника 18. Ролик толкателя 19. Стопорный штифт 20. Вал 21. Уплотнительные кольца 22. Стопорный винт

Рис 14-1

401409 V1

14.1.1. Функция

V2

Движением толкателей клапанов (9) управляет профиль кулачка на распределительном вале. Толкатели клапанов передают движение через штоки толкателей (6) к коромыслам (2). Коромысла управляют впускными и выпускными клапанами посредством траверсы (4).

Кронштейн (5) коромысел прикрепляется к головке блока цилиндров с помощью трех длинных винтов (1). Вал фиксируется на кронштейне одним крепежным винтом (1). Размещение вала очень важно для подачи масла.

Регулировочные винты в коромыслах воздействуют на клапанные траверсы, которые направляются шарнирным пальцем. Для компенсации теплового расширения в клапанном механизме должен быть зазор. Все регулировки выполняются на холодном двигателе. Данная процедура регулировки объясняется в главе [Глава 12](#). Каждая траверса клапана воздействует на два клапана одновременно: на один впускной и на один выпускной.

Смазка клапанного механизма осуществляется из главного потока через масляные каналы. Масло для клапанных траверс (4) и верхнего соединения штока толкателя проходит через стойку коромысла (5) прерывистым потоком, который контролируется каналами в коромысле и вале. Коромысло подает масло только тогда, когда находится в положении "клапан открыт". Когда коромысло находится в положении "клапан закрыт", то осуществляется смазка поверхности между коромыслом и валом. Проходящее через траверсу масло смазывает направляющую траверсы, а также смазывает через каналы механизм поворота клапана. Масло возвращается в картер свободным потоком через защитные трубки (7) штока толкателя.



Примечание!

Прерывистый поток масла обеспечивает оптимизированную смазку механизма клапана. Для полной проверки поступления масла к головке блока цилиндров нужно вручную провернуть коленвал двигателя во время предварительной смазки.

14.1.2. Обслуживание клапанного механизма

V2

Обычно клапанный механизм не нуждается в обслуживании, однако с интервалами, указанными в главе [04](#), нужно проводить осмотр компонентов и проверку на предмет износа. Для получения информации о регулировке и допустимых пределах износа см. главу [06](#). Если клапанный механизм разбирается, то во избежание излишнего износа компоненты следует промаркировать, а позднее собрать в том же положении и на том же цилиндре, что и раньше.

14.1.2.1. Разборка клапанного механизма

V2

- 1** Открыть верхнюю крышку головки цилиндров и снять крышку распредвала с соответствующего цилиндра.
- 2** Повернуть коленвал в такое положение, чтобы ролики толкателей клапанов опирались на базовую окружность кулачка.
- 3** Открутить винты (1) и снять опорный кронштейн коромысла (5) вместе с принадлежностями с головки цилиндров.

- 4 Снять стопорные кольца (3) при помощи щипцов 800002. Вывернуть установочный винт (1) и выпрессовать вал (20).
- 5 Снять штоки толкателей (6) и защитные трубки (7).
- 6 Снять необходимые трубки, трубопровод впрыскивания, трубки вытекающего топлива и смазочный маслопровод.
- 7 Отдать крепёжные винты (11) и снять направляющий блок (8).
- 8 Открутить винты (13) и снять направляющую планку (12). Внимание! Роликовые толкатели подпружиниваются.
- 9 Теперь ролик и штифт толкателя можно разделить путем нажатия на стопорный палец (19) и выдавливания штифта ролика (10). Толкатель следует накрыть, т.к. стопорный палец находится под нагрузкой от пружины.

14.1.2.2. Контроль деталей клапанного механизма

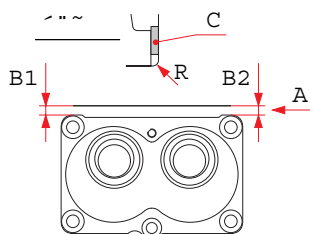
V2

- 1 Очистите калибр коромысла и вал (20), измерьте степень износа. При очистке особое внимание уделяйте масляным каналам.
- 2 Очистите и осмотрите все детали толкателей клапанов. При очистке особое внимание уделяйте масляным каналам.
- 3 Измерьте износ расточки толкателя клапана, толкателя (9) и ролика толкателя (18).
- 4 Замените кольцевые уплотнения (21) защитных трубок (7) если они повреждены или стали жесткими.

14.1.2.3. Сборка клапанного механизма

V2

- 1 Смазать детали толкателя клапана чистым машинным маслом и собрать их. Обеспечить правильное расположение в соответствии с метками.
- 2 Установить пружину толкателя (14) и толкатели клапана (9) в направляющую втулку (8).
- 3 Установить направляющую пластину (12) и затянуть винты (13) с моментом, указанным в главе 07, раздел 07.1.
- 4 Установить весь узел направляющей втулки на двигатель и измерить щупом (C) расстояние до блока двигателя с обеих сторон направляющего блока, т.е. измерение $B1=B2$, см. иллюстрацию по регулировке. Принимайте во внимание угловой радиус (R) блока двигателя, т.е. не вставляйте щуп слишком глубоко в вертикальном направлении. Затяните винты с указанным моментом, в соответствии с главой 07, раздел 07.1.
- 5 Установить необходимые трубки и инжекторную трубку. Затянуть инжекторную трубку с моментом, указанным в главе 07, раздел 07.1.
- 6 Смазать кольца O-образного сечения (21), вставить защитные трубки (7) и штоки толкателей (6) в направляющую втулку.



- 7** Закрепите траверсу. Регулировку траверс см. [Раздел 12.6](#).
- 8** Смазать отверстие коромысла моторным маслом и установить коромысла (2) на стойку (5).
- 9** Установить стопорные кольца (3) при помощи щипцов 800002 и проверить осевой зазор и свободу вращения коромысел.
- 10** Установить стойку коромысла на головку блока цилиндров и затянуть винты (1) с заданным моментом, см. раздел [07.1](#).



Примечание!

Стойка коромысла должна быть отцентрирована.

- 11** Проверить зазоры клапанов, см. разделы [06.1](#) и [12.6](#). Установить крышки.

14.2.

Распределительный вал

V2

Данные и размер Масса
распределительного вала:
92 кг

Распределительный вал состоит из одноцилиндровых деталей распределительного вала (5) и отдельных шеек подшипников (3). Детали распределительного вала имеют кулачки. Распределительный вал приводится коленчатым валом через зубчатую передачу на передней стороне двигателя. На этой стороне распределительного вала также установлена спиральная шестерня (7) для привода регулятора оборотов. На задней стороне распределительного вала установлена удлинительная деталь (2) с кулачком для привода распределителя пускового воздуха.

На передней стороне распределительного вала установлен осевой подшипник (8). Подача масла на осевой подшипник осуществляется с передней стороны двигателя. В блоке двигателя имеются каналы, через которые масло подается к каждому подшипнику распределительного вала. Скорость вращения распределительного вала в два раза ниже скорости вращения коленчатого вала.

14.2.1. Выемка секции распредвала

V2

- 1** Снять крышки распредвала и открыть крышки головки цилиндров. Снять кронштейны коромысел со всех головок цилиндров. Поднять вверх толкатели (толкатели инжекторного насоса и клапанов) и закрепить толкатели в верхнем положении при помощи устройства фиксации 800066.



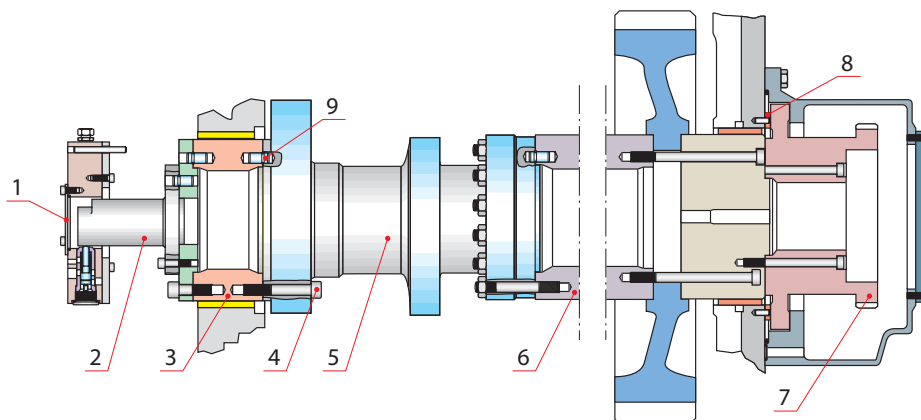
Предупреждение!

Когда толкатель(и) клапанов заблокирован(ы) в верхнем положении, кронштейны коромысел/штоки толкателей должны быть сняты, в противном случае при провороте коленвала поршни войдут в соприкосновение с клапанами.

- 2** Отвернуть винты фланцевого соединения (4) с обоих концов секции распредвала.
- 3** Установить опорный инструмент на блок возле стопорного винта крышки распредвала.
- 4** Снять торцевую крышку распредвала (1) с распределителя пускового воздуха. Переместить эту часть распредвала в направлении свободного торца двигателя как можно дальше к свободному торцу с помощью подходящего рычага.
- 5** Снять регулятор и корпус привода регулятора. Протолкнуть другие части распредвала как можно дальше в направлении торца маховика.

- 6 Снять секцию распредвала при помощи инструмента.

Распределительный вал



1. Крышка 2. Удлинительная секция для распределителя пускового воздуха 3. Подшипниковая цапфа 4. Винт 5. Секция распредвала 6. Удлинитель 7. Шестерня для привода регулятора 8. Упорный подшипник 9. Направляющий штифт

Рис 14-2

401403 V1

14.2.2. Установка секции распредвала

V2

- 1 Тщательно проверить толкатели и ролики клапанов и втулки подшипников . Даже незначительно поврежденные ролики толкателей подлежат замене.
- 2 Очистить и удалить смазку с поверхностей фланцевого соединения и из резьбовых отверстий.
- 3 Установить секцию распредвала (5) на фиксирующем штифте и после центрирования на обоих концах свести вместе секции распредвала. Использовать два или три винта.
- 4 Вставить другие соединительные винты и затянуть с указанным моментом.
- 5 Установить крышку (1) распределителя пускового воздуха, привод регулятора и т.д.
- 6 Освободить толкатели и установить кронштейны коромысел.
- 7 Проверьте зазоры клапанов, см. [Раздел 12.6](#). Проверьте начало подачи топлива инжекторными насосами на всех цилиндрах по направлению к задней стороне, см. раздел 01 "порядок сгорания" и раздел [13.1.2](#).

14.3.

Подшипник распредвала

14.3.1. Осмотр втулки подшипника распредвала

V2

Когда была удалена шейка подшипника распределительного вала, то внутренний диаметр втулки подшипника можно измерить на месте, используя микрометрический винт шарикового измерителя. Измерить три диаметра в положении 120° друг от друга. Средний диаметр нужно сравнить с допустимым пределом износа. Допустимый предел износа указан в главе 06, раздел [06.2](#). При достижении допустимого предела износа для одной из втулок подшипника распределительного вала, нужно заменить все втулки подшипника распределительного вала. Для осуществления наружного осмотра втулки подшипника распредвала необходимо демонтировать узел распределительного вала и шейки подшипника, как это описано в разделе [14.2.1](#).

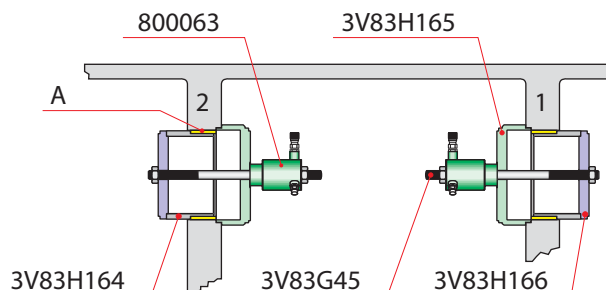
14.3.2. Демонтаж втулки подшипника распредвала

V2

- 1** Снять распределительный вал, расположенный рядом со втулкой подшипника и шейкой нужного подшипника, как это описано в разделе [14.2.1](#).
- 2** Снять шейку втулки подшипника распределительного вала.
- 3** Собрать съемное устройство, 800062 как это показано на [Рис 14-3](#). Заметьте разницу в сборке инструмента для подшипника, расположенном рядом с передним концом двигателя.
- 4** Закрепить гидроустройство 3V83E61 800063 путем затягивания винта 4V83G45.
- 5** Подсоединить шланги гидравлического насоса 800053 к гидроустройству.
- 6** Медленно поднимите давление в гидравлическом приспособлении до вынимания втулки подшипника. Ни в коем случае не превышайте максимальное давление. Если втулка подшипника не двигается при достижении этого давления, то может понадобиться легкое постукивание по торцевому фланцу 3V83H166.

- 7 Открыть клапан сброса давления на насосе, демонтировать шланги гидроустройства и разобрать съемное устройство.

Демонтаж втулки подшипника распределительного вала



A Подшипник 4V83G45 Винт 800063 Гидравлический цилиндр 3V83H164
Направляющая втулка 3V83H165 Распорка 3V83H166 Прижимная пластина

Рис 14-3

401401 V1

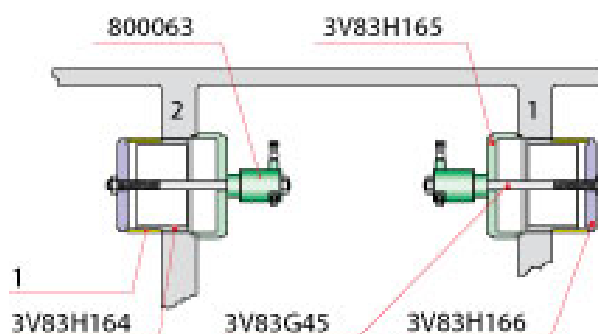
14.3.3. Монтаж втулки подшипника распредвала

V2

- 1 Слегка смазать наружную поверхность новой втулки подшипника чистым моторным маслом и вставить ее в направляющую гильзу 3V83H164. Выемка на боковой стороне втулки подшипника должна находиться внизу, т.е. смазочное отверстие в блоке цилиндров и масляное отверстие во втулке подшипника должны находиться в одинаковом положении.
- 2 Выполнить сборку монтажного устройства согласно Рис 14-4. Обратит внимание на разницу в сборке устройства для подшипника рядом с торцом маховика двигателя.
- 3 Закрепить гидроустройство 3V83E61 800063 путем небольшого затягивания винта 4V83G45.
- 4 Подсоединить шланги гидравлического насоса 800053 к гидроустройству.
- 5 Увеличить давление в гидроинструменте для установки втулки подшипника. Ни в коем случае не превышать максимальное давление.
- 6 Открыть клапан сброса давления на насосе, отсоединить шланги гидравлического приспособления и демонтировать монтажное устройство.
- 7 Убедиться, что масляное отверстие во втулке подшипника находится в правильном положении.

- 8 Смазать подшипниковую поверхность втулки подшипника и вставить шейку распредвала.
- 9 Смонтировать части распределительного вала, подшипниковые шейки, направляющие блоки, инжекторные насосы и крышки распредвала в соответствии с разделом [14.2.2](#).

Монтаж втулки подшипника распредвала



1. Подшипник 4V83G45 Винт 800063 Гидравлический цилиндр 3V83H164
Направляющая втулка 3V83H165 Распорка 3V83H166 Прижимная пластина

Рис 14-4

401404 V1

15. Турбонаддув и охлаждение воздуха

V2

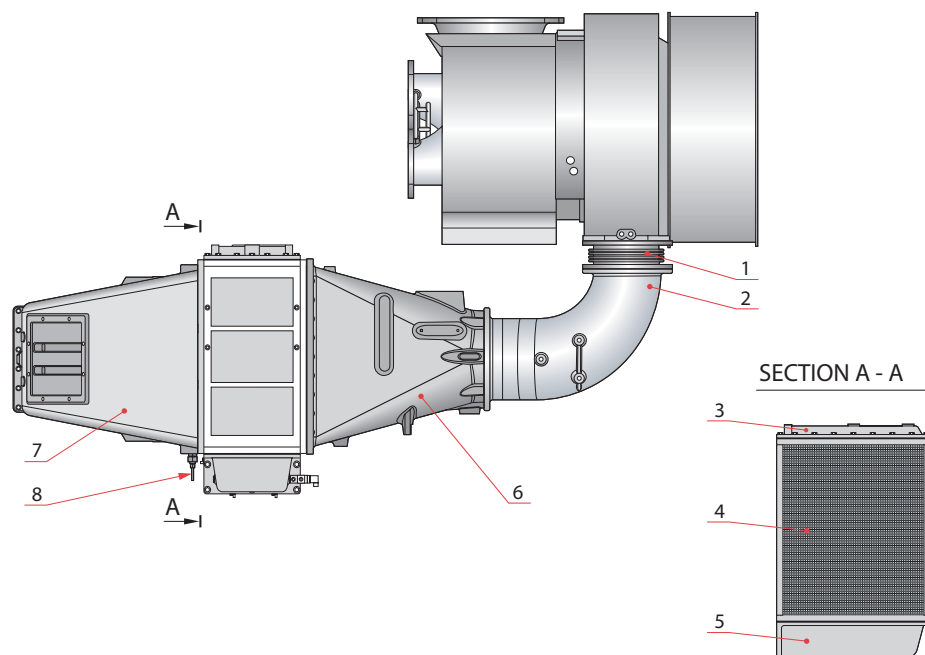
Турбонагнетатели аксиального турбинного типа. Охладители нагнетаемого воздуха имеют жесткую раму и в рядных двигателях установлены сбоку на блоке цилиндров. В V-образных двигателях охладитель располагается перед кронштейном турбонагнетателя.

Турбонагнетатель оснащен подшипниками скольжения и подсоединен к смазочной системе двигателя.

Отверстие выхода воздуха подсоединено к воздуховоду (2) посредством металлического гофрированного устройства (1). Трубы выпуска отработавших газов из цилиндров также подсоединены к турбонагнетателю посредством металлического гофрированного устройства. Трубу выпуска ОГ после турбонагнетателя следует разместить согласно инструкции по монтажу с фиксированной опорой непосредственно после гофрированного устройства.

Турбонагнетатель оснащен устройством для очистки компрессора и турбины струей воды.

Система воздуходувки рядного двигателя

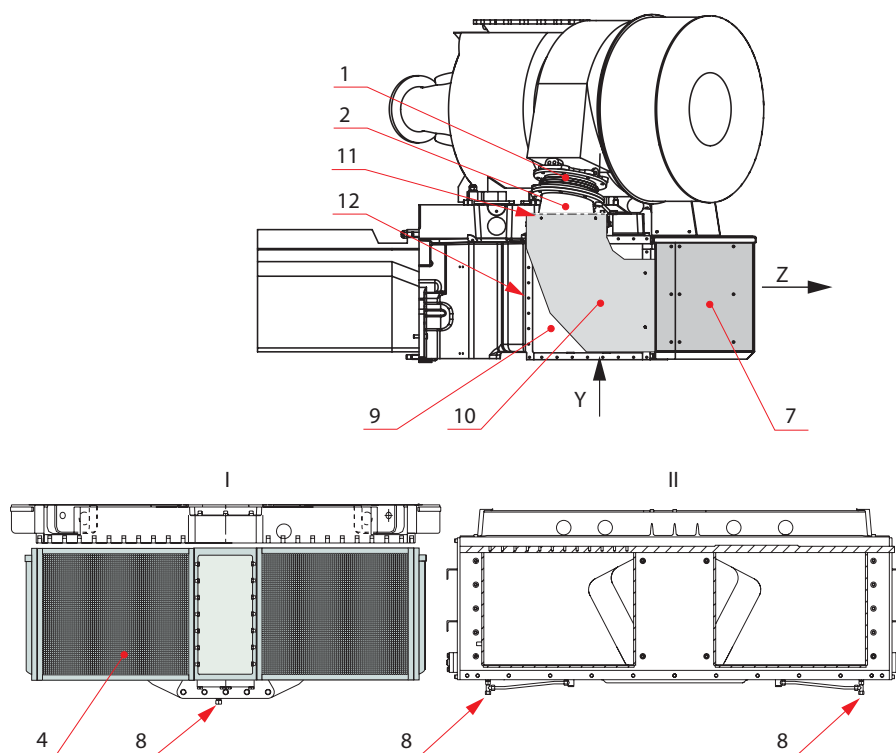


1. Сильфоны 2. Воздуховод 3. Крышка для водяного объема 4. Охлади-
тель нагнетаемого воздуха 5. Водяной объем 6. Диффузор 7. Воздушная
камера 8. Сливная труба

Рис 15-1

V1

Система воздуходувки V-образного двигателя



I Альтернатива 1 II Альтернатива 2

1. Сильфоны 2. Воздуховод 4. Охладитель нагнетаемого воздуха
7. Крышка воздушной камеры 8. Сливная труба 9. Крышка 10. Крышка
11. Винт 12. Винт

Рис 15-2

401519 V2

15.1.

Обслуживание турбонагнетателя

V2

Смазка подшипника скольжения нагнетателя осуществляется смазочной системой двигателя. Масло подается через кронштейн турбонагнетателя, а давление понижается при помощи отверстия. Маслослив соединен с расположенным в кронштейне турбонагнетателя каналом, откуда масло подается в карбюратор.

Кассетная конструкция турбонагнетателя позволяет выполнять обычные операции техобслуживания со стороны компрессора, не снимая всего агрегата с двигателя.



Примечание!

При повторной сборке использовать новые уплотнители.

Обслуживание турбонагнетателя осуществляется в соответствии с разделом 1.24.3 и инструкциями производителя турбонагнетателя. Рекомендуется воспользоваться услугами сервисной сети производителя двигателя или производителя турбонагнетателя.

15.2. Водяная очистка турбонагнетателя во время работы

V2

15.2.1. Промывка турбины водой

V2

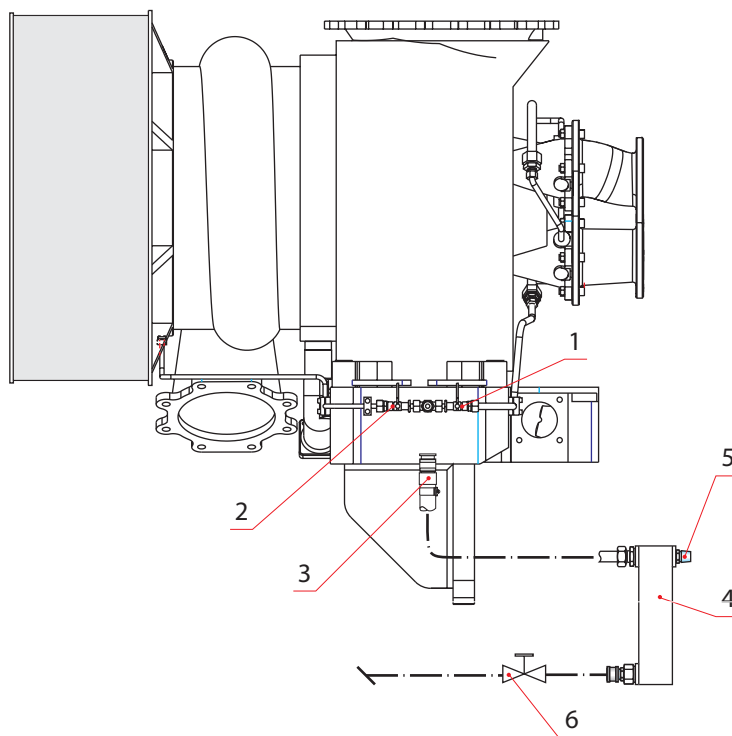
Накопление грязи со стороны турбины может быть уменьшено периодической очисткой (промывкой) во время работы. Таким образом можно увеличить периоды между капитальными ремонтами. Загрязненные турбины приводят к повышенным оборотам турбонагнетателя и, при некоторых обстоятельствах, к повышенной температуре выхлопных газов и увеличенной нагрузке на подшипники из-за дисбаланса. Промывка со стороны турбины необходима при работе на тяжелом топливе.

В процессе длительной эксплуатации периодическая промывка водой предупреждает образование значительных отложений на лопатках турбины и соплах. Этот метод очистки не дает результата в очень загрязненных турбинах, которые не подвергались регулярным промывкам.

Если обычная водяная очистка турбины не снижает уровень оборотов турбонагнетателя, то, вероятно, образовались мощные отложения на кольце форсунки и лопастях турбины в турбонагнетателе, которые необходимо удалить механически. Для этого следует демонтировать картридж ротора и кольцо форсунки из турбонагнетателя.

При водяной очистке воду следует впрыскивать в выхлопную систему, когда двигатель работает на пониженной мощности (см. 1.1.24.3.3, этап 2). Недостатки временного понижения мощности незначительны по сравнению с преимуществами очистки. Необходимый поток воды, по существу, зависит от объема газа и его температуры. В воду для очистки нельзя добавлять присадки и моющие средства. Использование морской воды запрещено.

Промывка турбонагнетателя водой



1. Клапан для очистки турбины 2. Клапан для очистки компрессора 3. Быстроразъемное соединение 4. Расходомер 5. Клапан регулировки потока 6. Главный клапан

Рис 15-3

V1

Каждый впускной газовый патрубок нагнетателя оборудован моющей форсункой. Все форсунки подключены к общей водной магистрали, которая имеет клапан и быстроразъемное соединение. Поток воды регулируется расходомером (4) для поддержания требуемого уровня, см. таблицу ниже.

Промывка турбины водой			
ABB	Одиночная форсунка (МН111/МН211)	Двойные форсунки	Тройные форсунки (МИ/Ч 113)
TPL 65-A	12 - 15	N.A	8 - 10
TPL 67-C	15 - 18	N.A	10 - 11
TPL 69-A	17 - 21	N.A	12 - 14

Промывка турбины водой			
Napier	Один инжектор	Два инжектора	Три инжектора
NA297	ОТСУТСТВУЕТ.	17 - 19	26 - 28
NA357	ОТСУТСТВУЕТ.	22 - 24	33 - 36

Промывку следует выполнять регулярно согласно графику техобслуживаний, см. главу 04. В зависимости от получаемых результатов интервалы между промывками можно увеличивать или уменьшать.

15.2.2. Процедура чистки турбины

V2

- 1 **Запишите нагнетаемого воздуха на вентиляторе, температуры выхлопных газов и обороты нагнетателя при номинальной нагрузке для последующего использования для оценки эффективности очистки.**
- 2 **Уменьшите нагрузку на двигатель соответствующая максимальной температуре на входе турбины равной <430°C. Дайте двигателю поработать пятнадцать минут с этой нагрузкой до начала промывки.**



Примечание!

Проверьте упомянутые выше ограничения для оборотов двигателя или температуры выхлопных газов.



Примечание!

Если промывка начнется ранее, чем через 15 минут работы со стабильной описанной выше нагрузкой, то это может привести к негативным последствиям для срока службы компонентов турбонагнетателя.

- 3** Откройте клапан (1) и проверьте чистоту форсунок, см. [Рис 15-3](#).
- 4** Подсоедините водяной шланг.
- 5** Медленно откройте клапан (5) и увеличивайте поток воды до достижения правильного уровня, указанного в таблице на в [Раздел 1.1.24.3.1](#). Зафиксируйте клапан (5) контрагайкой.
- 6** Закройте клапан (1) спустя 10 минут.
- 7** По окончании впрыска воды двигатель должен поработать по крайней мере, десять минут перед увеличением нагрузки.
- 8** Закройте все клапана и отсоедините шланг, чтобы исключить попадание воды в выхлопные трубы после промывки.
- 9** Откройте клапан (1) и слейте воду.
- 10** Возобновите нормальную работу двигателя с большей выходной мощностью и по истечении одного часа, снимите показания, как описано выше в пункте 1 для оценки эффективности.
- 11** При необходимости остановки двигателя после очистки, дайте ему поработать 10-20 минут после выполнения процедуры. Это гарантирует полное высыхание всех компонентов выхлопной системы.

15.2.3. Промывка компрессора водой

v2

Компрессор может очищаться путем впрыска воды во время работы. Этот метод будет эффективным при условии не очень сильного загрязнения. Если налет очень интенсивный или твердый, то компрессор нужно разобрать и очистить компоненты механически.

Впрыскиваемая вода действует не как растворитель, очищающее воздействие достигается благодаря физическому столкновению капель с отложениями. Поэтому целесообразно использовать чистую воду, не содержащую добавок в виде растворителей или размягчителей, которые могут осаждаться в компрессоре и образовывать отложения.

Регулярная очистка компрессора предотвращает или замедляет образование отложений, однако не устраняет необходимости в обычных ремонтах, для которых турбонагнетатель должен демонтироваться.

Вода должна впрыскиваться на работающем двигателе и при максимально возможной нагрузке, т. е. при самых высоких оборотах компрессора.



Примечание!

Чистку компрессора (воздушную сторону) турбонагнетателя производить при как можно более высокой нагрузке (по меньшей мере 75%-ной нагрузке).

Промывку следует выполнять регулярно согласно графику техобслуживаний, см. главу 04. В зависимости от получаемых результатов интервалы между двумя промывками можно увеличивать или уменьшать.

15.2.4. Процедура очистки компрессора

V2

- 1 Запишите нагнетаемого воздуха на вентиляторе, температуры выхлопных газов и обороты нагнетателя при номинальной нагрузке для последующего использования для оценки эффективности очистки.
- 2 Откройте клапан (2), см. Рис 15-3.
- 3 Подсоедините водяной шланг.
- 4 Используйте такую же регулировку, как для стороны турбины, т.е. вначале промойте сторону турбины и зафиксируйте клапан (5) контрагайкой, см. Рис 15-3.

Промывка компрессора водой	
Турбонагнетатель тип	Продолжительность времени промывки
TPL 65	5 - 6
TPL 67	4 - 5
TPL 69	2 - 3
NA297	3 - 4
NA357	3 - 4



Примечание!

Не превышайте максимальное время промывки, см. таблицу выше.

- 5 Закройте клапан (2).
- 6 Отсоедините водяной шланг.
- 7 Откройте клапан (2) и слейте воду.
- 8 Повторите описанные выше шаг 1 для оценки. Эффективность очистки можно увидеть по изменению давления нагнетаемого воздуха и температуры выхлопных газов.

- 9** Если необходимо остановить двигатель после очистки, запустите двигатель на **10 - 20 минут** после очистки турбонагнетателя. Это гарантирует полное высыхание всех компонентов системы наддува воздуха.



Примечание!

Если промывка была неудачной, то ее необходимо повторить через десять минут.

15.3.

Эксплуатация с поврежденным турбонагнетателем

V2

В случае серьезного повреждения турбонагнетателя можно установить «устройство-заглушку» согласно указаниям в ниже, см. также руководство по турбонагнетателю, раздел 06.

В чрезвычайных ситуациях подобных этой двигатель может временно работать с выходной мощностью макс. 20 %. Тепловая перегрузка является ограничивающим фактором для дизельных двигателей. По этой причине во время работы с «заглушенным» турбонагнетателем требуется внимательно следить за температурой выхлопных газов.



Примечание!

Температура отработавших газов на выходе из головки цилиндра не должна превышать 500°C.



Примечание!

В V-образных двигателях требуется «заглушить» оба турбонагнетателя, если один из них будет неисправен.

В аварийных ситуациях судовые двигатели могут в течение короткого времени работать только с одним «заглушенным» неисправным турбонагнетателем в соответствии с требованием классификационных обществ.

В этом случае поврежденный турбонагнетатель необходимо отключить с соответствии с инструкциями, упомянутыми внизу.

Компания Wärtsilä строго рекомендует «заглушить» оба турбонагнетателя V-образного двигателя также в вышеуказанных аварийных ситуациях.

Если «заглушен» только другой турбонагнетатель в V-образном двигателе, оба гофрированные соединения (на воздушной стороне) должны быть удалены.

15.3.1. Монтаж «устройства-заглушки»

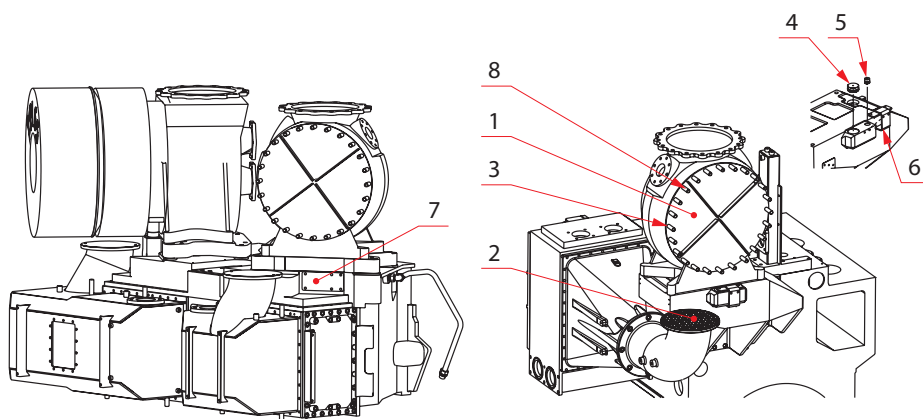
V2

- 1 Снимите защитные тарелки с турбонагнетателя(ей).
- 2 Снимите сильфоны (1) между турбонагнетателем(ями) и корпусом охладителя воздуха, см. Рис. 15-1.

**Примечание!**

Если на V-образном двигателе необходимо заглушить один турбонагнетатель, то необходимо удалить оба сильфона (с воздушной стороны).

- 3 Установите сетку(и) (2) на фланцевое соединение корпуса охладителя воздуха, см. Рис 15-4 .
- 4 Снимите глушитель или всасывающий воздуховод.
- 5 Отсоедините кабель датчика(ов) частоты вращения.
- 6 Снимите фиксирующую пластину для соединительных трубок смазочного масла. Нажмите на соединительные трубки вниз. На V-образном двигателе снимите соединительную деталь для трубок смазочного масла.
- 7 Установите подъемное оборудование и открутите гайки (8). Снимите корпус компрессора.
- 8 Установите подъемное устройство и открутите винты. Снимите узел картриджа.

Заглушка

1. Крышка-заглушка 2. Сетчатая пластина 3. Распорная втулка 4. Пробка
5. Пробка 6. Закрывающая пластина 7. Фланец 8. Гайка

Рис 15-4

401507 V1

- 9** Установите пробки (4) и (5) с кольцевыми уплотнениями в соединительную деталь трубок смазочного масла. Установите кожух (6) и затяните винты. На V-образном двигателе установите фланец (7) с кольцевыми уплотнениями и затяните винты.



Примечание!

Входной и выходной потоки масла поврежденного турбонагнетателя должны быть заблокированы на кронштейне турбонагнетателя с использованием подходящих пробок/фланцев.

- 10** Установите крышку(и)-заглушку(и) (1), присоедините распорные втулки (3) и затяните гайки (8).

15.4.

Охладитель нагнетаемого воздуха

V2

Технические данные и размеры

Материал

- Трубы: медный сплав
- Водяные камеры: чугун
- Испытательное давление: 8 бар (на стороне воды)

Охладитель нагнетаемого воздуха бескаркасного типа. Его корпус смонтирован на блоке двигателя.

В трубах охладителя воздуха предусмотрены ребра для повышения эффективности охлаждения воздуха. Охлаждающая вода циркулирует по трубам, в то время как нагнетаемый воздух проходит между ребрами снаружи труб.

15.4.1. Обслуживание охладителя нагнетаемого воздуха

V2

- 1** Слив конденсата из воздуха осуществляется через маленькое отверстие/трубку (8) в нижней части корпуса после охладителя. Регулярно следить, чтобы дренажная трубка была открыта, проверяя поток воздуха во время работы.



Предупреждение!

Если вода капает или вытекает через дренажную трубку длительное время (за исключением случаев эксплуатации в условиях с очень высокой влажностью или при слишком низкой температуре в НТ-контуре в результате неисправности клапана термостата НТ-контура), возможно, имеется течь в охладителе; в таком случае его следует демонтировать и испытать под давлением.

- 2 При более длительных остановках (несколько недель) охладитель должен быть либо полностью заполнен, либо полностью опорожнен, поскольку в наполовину заполненном охладителе повышается опасность коррозии. Если есть опасность снижения уровня воды в системе при остановке двигателя, то следует полностью опорожнить охладитель. Открыть винт стравливания воздуха в верхней части охладителя, чтобы предотвратить создание разрежения при сливе.
- 3 Очищайте и испытывайте на давление охладитель с интервалами, указанными в главе 04, либо если температура приемника не поддерживается в заданных пределах при полной нагрузке.
- 4 При очистке всегда проверять отсутствие коррозии.

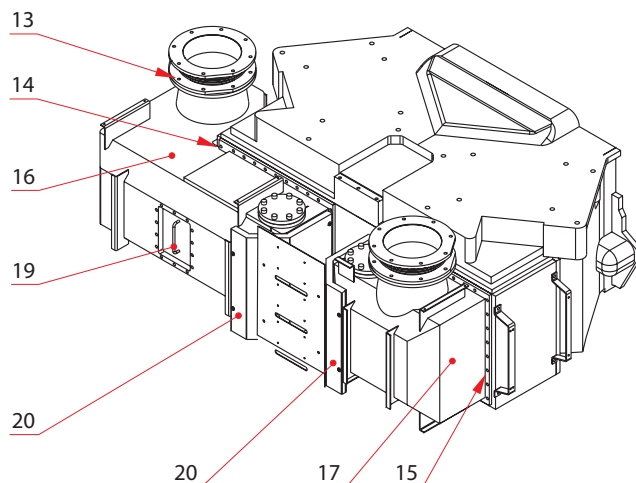
15.4.2. Демонтаж (V-образные двигатели)

V2

- 1 Слейте жидкость из охладителя через сливные пробки (36), см. Рис 15-8.
- 2 Открутите фиксирующие винты и снимите крышки (7), (9), (10) и (37), см. Рис 15-2.
- 3 Отсоедините внешний разъем X3 если используется система WECS.
- 4 Осторожно ослабьте и снимите под охладителем 2 электрических кабеля (38), см. Рис 15-2, чтобы разрешить разборку охладителя воздуха. Открутите и снимите пластину (12), удерживающую электрические коробки.

- 5** Снимите дополнительные опоры на обеих сторонах двигателя.

Корпус охладителя воздуха



13. Винт 14. Гайка 15. Гайка 16. Воздушный патрубок 17. Воздушный патрубок 19. Крышка 20. Защитная пластина

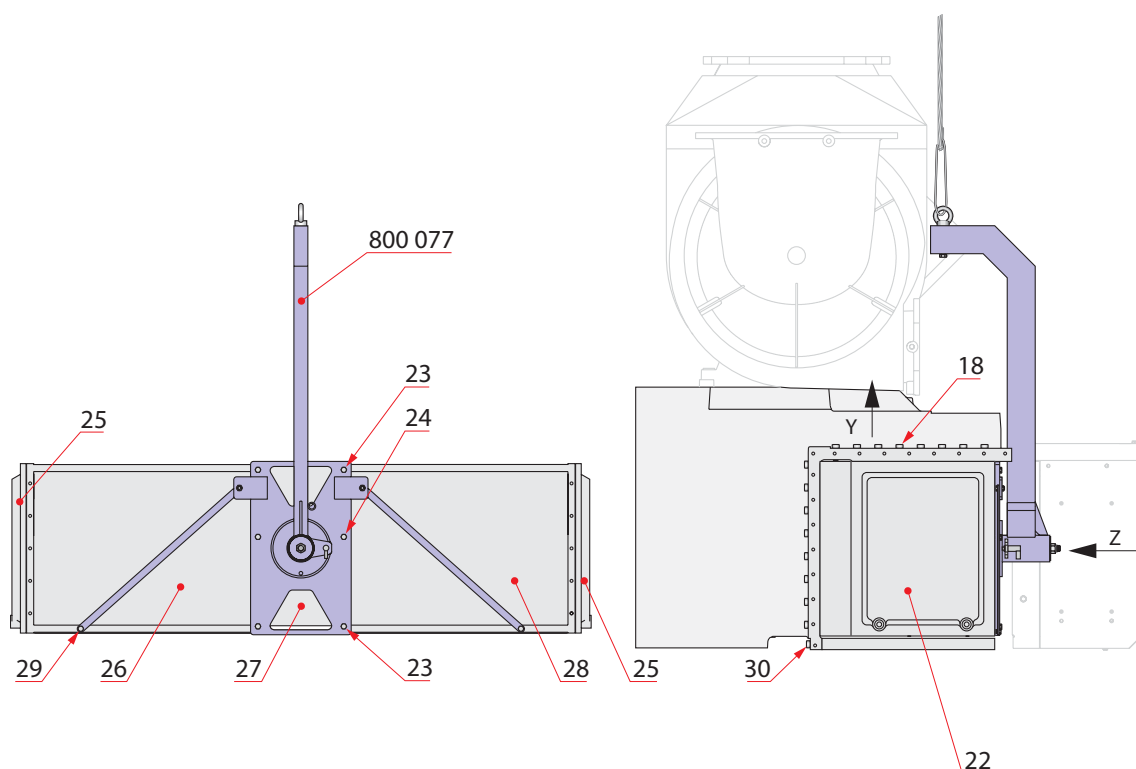
Рис 15-5

401521 V2

- 6** Открутите и снимите винты (13), см. [Рис 15-5](#). Проверьте наличие зазора (прим. 2 - 5 мм) между сильфонами и патрубками турбонагнетателя.
- 7** Откройте смотровую крышку (19), открутите и снимите внутренние гайки.
- 8** Снимите гайки (14) и (15) впускных воздушных патрубков (16) и (17), после установки под них подходящих опор.
- 9** Установите рым-болты со стропами на верхние части впускных воздушных патрубков (16) и (17). Подготовьте подъем патрубка краном.

- 10** Медленно вытяните воздухоприемные коробки наружу и снимите их.

Приспособление для подъема воздухоохладителя



18. Винт 22. Охладитель 23. Screw 24. Шпилька 25. Торцевая крышка 26. Охладитель воздуха (B) 27. Центральная соединительная деталь 28. Охладитель воздуха (A) 29. Винт 30. Винт 800 077 Подъемное приспособление

Рис 15-6

401516 V1

- 11** Снимите центральные шпильки (24) , зафиксировав двумя гайками подъемное приспособление 800 077.
- 12** Установите подъемное приспособление 800 077 и затяните винты (23) и (29).
- 13** Снимите винты крепления охладителя воздуха (35), см. [Рис 15-7](#).

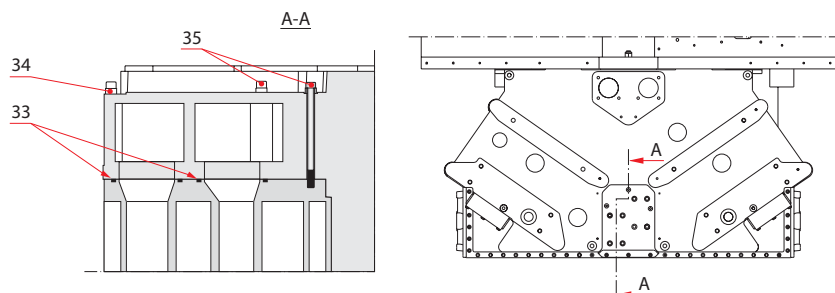
- 14** Удалите крепежные винты (18 и 30) воздухоохладителя, (последним - верхние винты (18)), см. [Рис 15-6](#).



Примечание!

Следите за тем, чтобы охладитель опирался на подъемное приспособление.

Верхние крепежные винты охладителя воздуха



33. Кольцо O-образного сечения 34. Распорная втулка 35. Винт

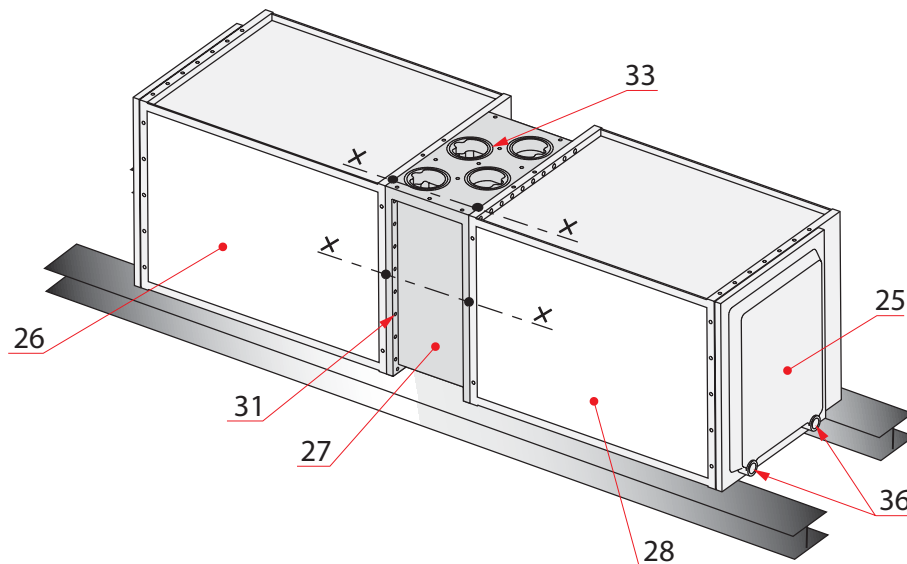
Рис 15-7

401526 V1

- 15** Снимите фланцы (40), см. [Рис 15-11](#).
- 16** Слегка опустите охладитель воздуха. Убедитесь, что сняты все винты, и охладитель двигается свободно.

- 17** Направленным движением опустите воздухоохладитель на пол. Положите под охладитель, например, 2 прутка.

Узел охладителя воздуха



25. Торцевая крышка 26. Воздушный радиатор (В) 27. Центральный соединитель 28. Воздушный радиатор (А) 31. Винт 33. Кольцо О-образного сечения 36. Слив

Рис 15-8

401518 V2

- 18** Разделите узел охладителя воздуха на 3 части (сторона А, сторона В и центральная соединительная деталь).
- 19** Снимите торцевые крышки (25) охладителей воздуха, см. [Рис 15-8](#).

15.4.3. Очистка воздухоохладителя

V2

Чистые поверхности теплообменника охладителя воздуха важны для длительной и бесперебойной работы двигателя. Очистка должна проводиться через равные интервалы, которые зависят от падения давления (Δp) на охладителе наддуваемого воздуха.

- 1** Снять защитную пластину с корпуса охладителя воздуха.
- 2** Установите подъемное приспособление 800077.
- 3** Удалить винты фланца охладителя.
- 4** Опустить охладитель пока он не выйдет из корпуса.

- 5 Очистите воздушную сторону охладителя погружением в баню с чистящим средством минимум на 24 часа. Рекомендуемые чистящие вещества смотрите в [Глава 02](#). Мы рекомендуем устанавливать на дне чистящего бака перфорированные трубки для улучшения эффективности процедуры, см. [Рис 15-9](#). Для улучшения очистки подключите к трубкам пар или сжатый воздух. По окончании процедуры тщательно промойте охладитель водой.



Примечание!

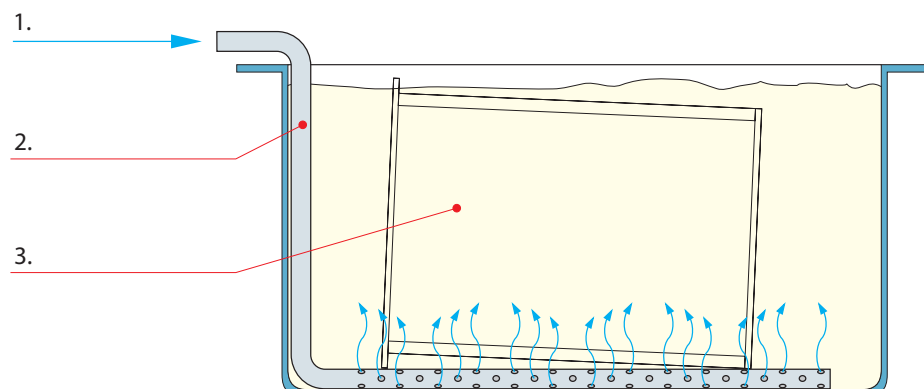
Не следует использовать для мойки струю воды под высоким давлением потому, что:

- она протолкнет грязь внутрь охладителя
- повреждаются ребра охладителя

Это снизит эффективность охлаждения воздуха.

- 6 Очистить водную сторону погрузив связку в ванну с чистящим средством минимум на 24 часа. Следовать рекомендациям для воздушной стороны.
- 7 Установить охладитель на двигатель в соответствии с разделом [1.1.24.7.9](#) и [1.1.24.7.5](#)

Бак очистки воздухоохладителя



1. Поток воздуха 2. Перфорированные трубки 3. Вставка охладителя

Рис 15-9

401503 V1

15.4.4. Испытание воздухоохладителя под давлением

V2

- 1 Установить устройство для испытания (см. [Рис 15-10](#)) на охладителе и заполнить его водой с помощью ручного насоса.

- 2 Испытать воздухоохладитель под давлением в течение 30 минут. См. указания по испытательному приспособлению в соответствии с типом охладителя в таблицах по воздушным охладителям.
- 3 Произведите дренаж воздухоохладителя.
- 4 Снимите испытательное приспособление.

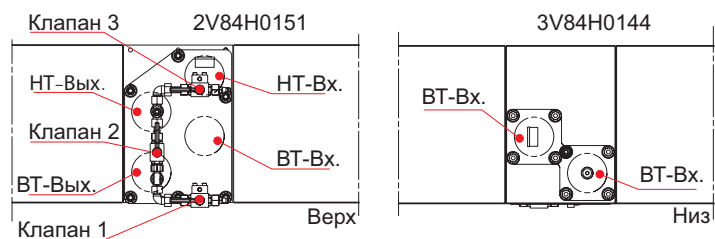
2-ступенчатый воздухоохладитель V-образного двигателя			
Контур	Соединение водяного шланга	Клапаны	Давление
ВТ	ВТ контур	Клапан 1 открыт, клапан 2 закрыт	1,5 бар
НТ	НТ контур	Клапан 3 открыт, клапан 2 закрыт	1,5 бар
НТ и ВТ	ВТ контур	Клапаны 1 и 2 открыты, клапан 3 закрыт	8,0 бар

2-ступенчатый воздухоохладитель рядного двигателя			
Контур	Соединение водяного шланга	Клапаны	Давление
ВТ	ВТ контур	Клапан 1 открыт, отсоедините шланг от НТ контура	1,5 бар
НТ	ВТ контур	Клапан 1 закрыт, подсоедините шланг к НТ контуру	1,5 бар
НТ и ВТ	ВТ контур	Клапан 1 открыт, подсоедините шланг к НТ контуру	8,0 бар

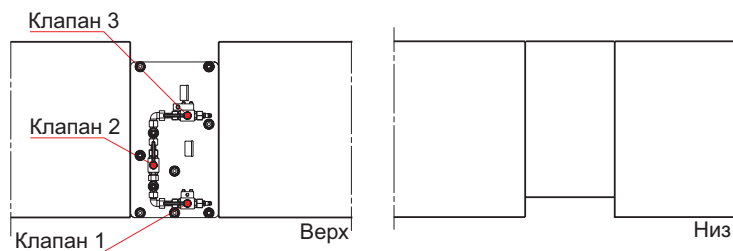
1-ступенчатый воздухоохладитель			
Контур	Соединение водяного шланга	Клапаны	Давление
НТ	НТ контур	-	8,0 бар

Устройства для испытания под давлением

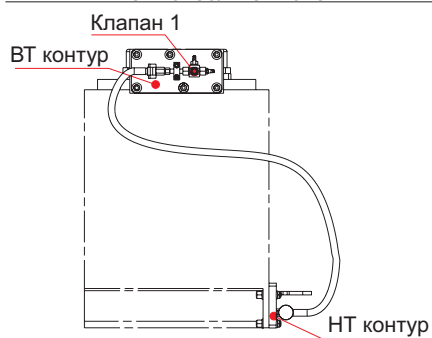
-2-ступенчатый охладитель двигателей V: 3V84H0157



-2-ступенчатый охладитель двигателей V: 3V84H0190



-2-ступенчатый охладитель двигателей L:
1V84H0180/1V84H0187



-1-ступенчатый охладитель:
3V84H0159/3V84H0186

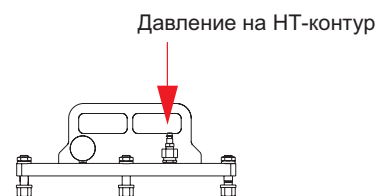


Рис 15-10

401523 V1

15.4.5. Монтаж (V-образные двигатели)

V2

- 1 Закрепите охладители (26) и (28), см. [Рис 15-8](#) и центральную соединительную деталь (27) винтами (31).

**Примечание!**

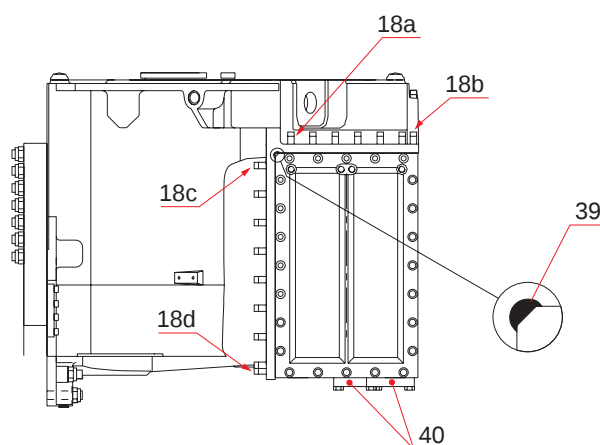
Установите новые прокладки!

Убедитесь, что охладители имеют надежную опору. Центральная соединительная деталь должна устанавливаться с 2-мя кольцевыми уплотнениями на обоих концах. Выровняйте охладитель и центральную соединительную деталь, как показано на [Рис 15-8](#) в сечении X - X.

- 2 Установите торцевые крышки (25). Нанесите на все прокладки клеевой состав (например, Easy Work RTV 345).
- 3 Установите подъемное приспособление (800 077) и поднимите в требуемое положение узел охладителя воздуха. Перед нанесение клеевого состава убедитесь в отсутствии препятствий.
- 4 Опустите узел охладителя.
- 5 Нанесите клеевой состав (например, Easy Work RTV 345) на все металлические поверхности и поверхности сильфонов.
- 6 Нанесите одобренный уплотняющий материал (39) (например, Duramix 4031) в соответствии с [Рис 15-11](#).

**Примечание!**

Уплотнение создается в течение 10-15 минут.

Узел охладителя нагнетаемого воздуха

18a-d. Винт 39. Уплотнитель 40. Фланец

Рис 15-11

401522 V1

- 7** Поднимите узел охладителя воздуха в правильное положение. При подъеме охладителя убедитесь, что кольцевые уплотнения (33) стоят на своих местах.
- 8** Смонтируйте винты (18a-18d) с обеих сторон, см. Рис 15-11.
В свою очередь охладитель нагнетаемого воздуха должен быть затянут в направлениях Y и Z, см. Рис 15-6.
- 9** Смонтируйте все винты (18), (30) и (35) воздухоохладителя, см. Рис 15-6 и Рис 15-7, и затяните в моменты, приведенными в главе 07. Снимите подъемное приспособление.
- 10** Установите шпильки и поднимите впускной воздушный патрубок (16) в требуемое положение, см. Рис 15-5.
- 11** Установите впускной воздушный патрубок (17), но не затягивайте его до тех пор, пока все гайки (15) не будут затянуты от руки.
- 12** Затяните гайки (14) и (15) на впускных воздушных патрубках до момента, указанного в главе 07.
- 13** Затяните винты (13).
- 14** Смонтируйте электрооборудование.
- 15** В систему охлаждения залейте воду.
- 16** Продуйте охладитель воздуха и проверьте надежность уплотнений перед запуском двигателя.

15.4.6. Перепад давления нагнетаемого воздуха на воздухоохладителе

V2

Охладитель нагнетаемого воздуха поддерживает на правильном уровне термическую нагрузку на дизельный двигатель. Это очень важно для поддержания потребления топлива и накладных расходов на низком уровне.

Увеличение перепада давления (Δp) на охладителе нагнетаемого воздуха (на «воздушной стороне») вызывает повышение тепловой нагрузки и увеличение расхода топлива.

Путем регулярного измерения Δp на охладителе нагнетаемого воздуха можно оценить состояние охладителя нагнетаемого воздуха и по результатам или очистить его, или вовремя заменить на запасной воздушный охладитель.

Δp на чистом охладителе нагнетаемого воздуха [мм рт. ст.₂O]/[мбар]			
Тип двигателя	Одноступенчатый охладитель	Двухступенчатый охладитель	Предел тревоги (WECS)
6L и 12V	215/21	255/25	765/75
8, 9L, 16V и 18V	490/48	530/52	765/75

Перепад давления на охладителе воздуха можно измерить U-образный манометр или индикатор перепада давления, см. [Рис 15-12](#) и [Рис 15-13](#) .

- 1 Подсоедините заполненную водой U-образную трубку / индикатор перепада давления к разъемам трубки.

- 2 При использовании U-образной трубки, измерьте разницу давления по измерительной шкале.

Измерение перепада давления на однорядном двигателе

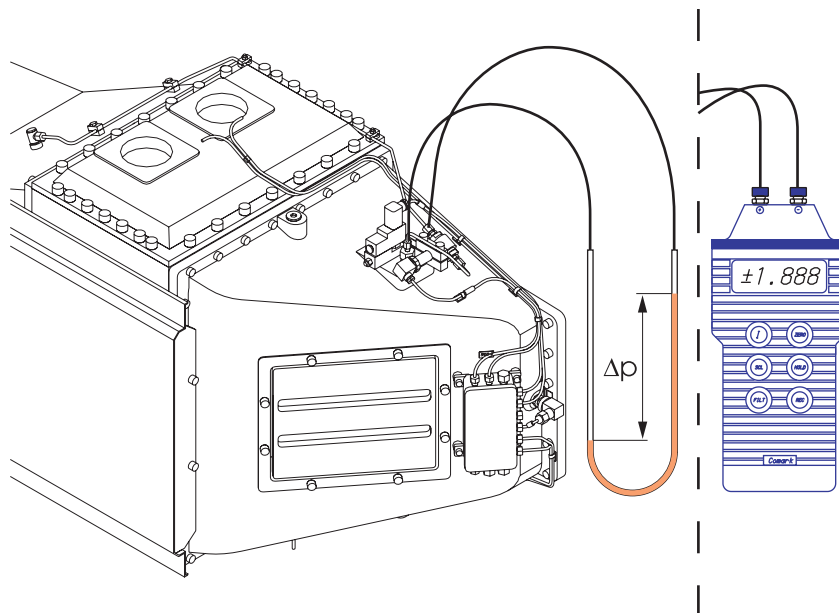


Рис 15-12

V1

Измерение перепада давления на V-образном двигателе

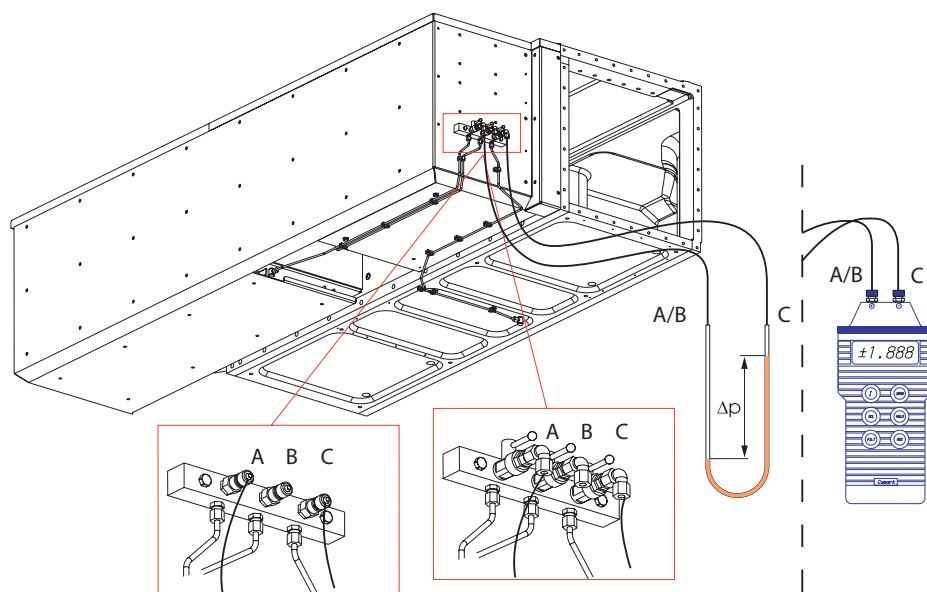


Рис 15-13

V1

16. Система впрыска топлива

V2

16.1. Инжекторный насос

V2

Технические данные и размеры

Мультикорпус:

- материал: специальный чугун
- масса: 37 кг

Плунжерная пара

инжекторного насоса:

- масса: 6,5 кг
- Давление впрыска: 1800 бар
- Плунжер: с покрытием
- Клапан постоянного давления, открывается при перепаде давления: 130 бар

Конструкцией двигателя предусматривается один инжекторный насос на каждый цилиндр. Инжекторный насос находится в "мультикорпусе", см. [Рис 16-1](#). У мультикорпуса следующие функции:

- корпус для плунжерной пары инжекторного насоса,
- канал подачи топлива по всей длине двигателя,
- канал возврата топлива с каждого инжекторного насоса,
- канал подачи смазывающего масла на клапанный механизм.

Устройство с мультикорпусом это предел в области безопасных топливных систем. Оно также обеспечивает компактную конструкцию без топливопроводов и с простым выполнением операций по обслуживанию.

Инжекторные насосы представляют собой одноцилиндровые насосы с отдельными толкателями. Плунжерная пара цельного типа, смазывается топливом. Сливаемое топливо направляется во встроенную систему трубопроводов под действием атмосферного давления обратно к стороне низкого давления инжекторного насоса.

Каждый ТНВД снабжен цилиндром аварийной остановки, подсоединенным к электропневматической системе защиты двигателя от разноса.

Мультикорпус

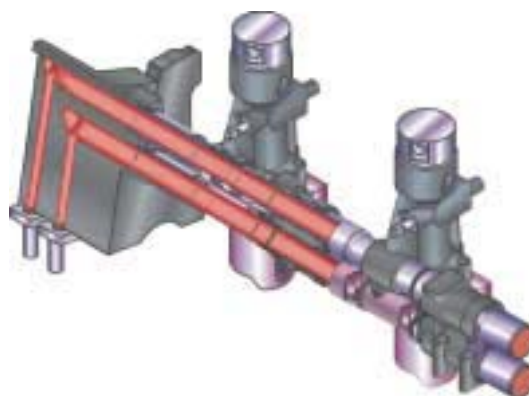


Рис 16-1

401690 V1

16.1.1. Функциональное описание инжекторного насоса

V2

Инжекторный насос накачивает топливо в форсунку. Он имеет механизм дозирования топлива в зависимости от нагрузки и оборотов двигателя. Насосы управляются регулятором.

Плунжер толкается распредвалом через роликовый толкатель вверх и оттягивается назад пружиной, действующей на плунжер, осуществляя возвратно-поступательное движение плунжерной пары на установленную величину хода для подачи топлива под давлением.

Количество впрыскиваемого топлива также регулируется плунжером, путем изменения положения спиральной части относительно порта выброса. На этой стороне плунжера имеет наклонная канавка (проток). Когда плунжер находится в крайнем нижнем положении или в нижней мертвой точке, топливо через впускной канал поступает через впускное отверстие плунжерной пары. Вращающийся распредвал перемещает плунжер вверх. Когда верхняя кромка ступени плунжера достигает уровня канавок, начинается нагнетание топлива. При дальнейшем перемещении плунжера вверх с каналами совпадает спираль плунжера, топливо под высоким давлением течет через проток в каналы, и нагнетание топлива завершается.

Ход плунжера, в течение которого нагнетается топливо, называется эффективным ходом.

Количество топлива регулируется в зависимости от нагрузки двигателя путем поворота плунжера на определенный угол, чтобы изменить положение спирали, при котором каналы закры-

ваются при ходе плунжера вверх, и таким образом изменяется величина эффективного хода. Топливная рейка соединена с регулирующим механизмом регулятора оборотов. При перемещении топливной рейки поворачивается регулирующая втулка, связанная с рейкой. Так как регулирующая втулка воздействует на плунжер, он поворачивается вместе с регулирующей втулкой, при этом изменяется эффективный ход, и увеличивается или уменьшается количество впрыскиваемого топлива.

Клапан подачи топлива и клапан постоянного давления расположены в головной части. Каналы имеют специальный профиль для предотвращения кавитации.

Нагнетательный клапан на головной части служит для выпуска нагнетаемого топлива в трубу высокого давления. Топливо, сжатое плунжером до высокого давления, открывает нагнетательный клапан. По окончании эффективного хода плунжера нагнетательный клапан возвращается в исходное положение пружины и перекрывает топливный канал, не пропуская обратный поток топлива.

После эффективного хода топливо выкачивается из трубы высокого давления через клапан постоянного давления, мгновенно снижая остаточное давление между нагнетательным клапаном и форсункой. Такое завершение поддерживает постоянство параметров впрыска путем поддержания в трубке постоянного давления между впрысками.

Мультикорпус оборудован двумя эрозионными пробками, которые при необходимости могут быть легко заменены.

16.2.

Обслуживание инжекторного насоса

V2

Большинство операций обслуживания может быть выполнено без снятия мультикорпуса с двигателя. Перед остановкой двигателя для капремонта инжекторного насоса рекомендуется дать двигателю поработать 5 минут на легком топливе. Обслуживание должно проводиться в абсолютной чистоте.

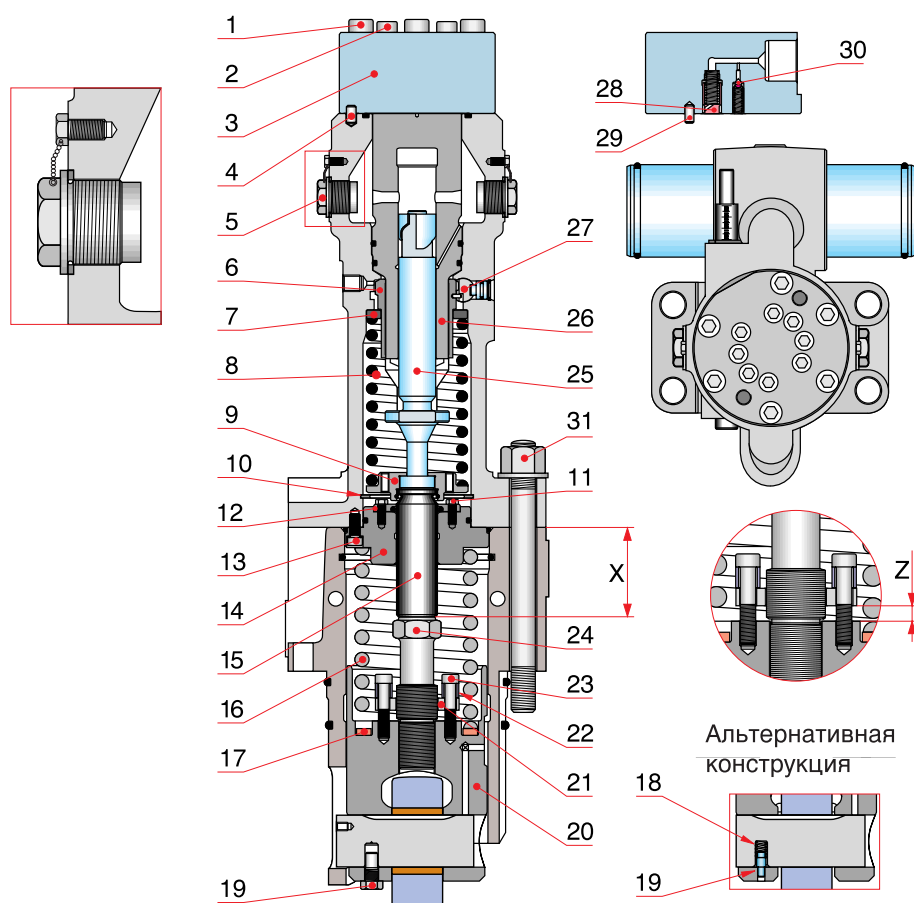
16.2.1. Демонтаж впрыскивающего насоса и направляющей втулки

V2

- 1** Прекратите подачу топлива в двигатель и остановите насос предварительной смазки. Снимите необходимые крышки.

- 2** Слейте топливо из многокорпусных топливных трубок, используя сливные пробки на каждом конце топливных трубок, см. [Рис 17-1](#).
- 3** Поверните коленчатый вал так, чтобы толкатель инжекторного насоса находился в нижнем положении, а ролик находился на базовой окружности кулачка
- 4** Снимите необходимые трубки, инжекторную трубку, трубки для утечек топлива и трубки смазочного масла. Отсоедините топливную рейку.
- 5** Раскрутите соединения топливных трубок между затронутыми топливными насосами. Открутите винты с шестигранными головками и снимите фиксирующие пластины. Переместите соединительные муфты смежных топливопроводов при помощи приспособления 800039.
- 6** Открутите крепежные гайки (31) инжекторного насоса.
- 7** Установите подъемное приспособление 800073 и поднимите насос.
- 8** Раскрутите соединения топливных трубок между затронутыми мультикорпусами. Открутите винты с шестигранными головками и снимите фиксирующие пластины. Переместите соединительные муфты смежных топливопроводов при помощи приспособления 800039.
- 9** Открутите крепежные винты направляющих блоков и поднимите направляющий блок с помощью съемника 800140.
- 10** Немедленно закройте все отверстия лентой или пробками, чтобы предотвратить попадание грязи в систему.

Инжекторный насос



1. Винт 2. Винт 3. Головная часть 4. Штифт 5. Противокавитационная пробка 6. Контрольная втулка 7. Тарельчатая пружина 8. Пружина 9. Dervatelx pruviny 10. Стопорное кольцо 11. Винт 12. Крышка 13. Винт 14. Фланец 15. Шток толкателя 16. Пружина 17. Пружинный диск 18. Пружина 19. Винт/штифт 20. Толкатель 21. Стопорная пластина 22. Втулка 23. Винт 24. Регулировочный винт 25. Плунжер ТНВД 26. Цилиндр плунжерной пары 27. Топливная рейка 28. Подающий клапан + пружина 29. Штифт 30. Предохранительный клапан + пружина 31. Гайка

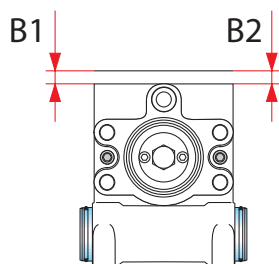
Рис 16-2

401644 V1

16.2.2. Монтаж впрыскивающего насоса и направляющей втулки

V2

- 1 Вычистить контактные поверхности направляющего блока. Обратить особое внимание на уплотнительные поверхности уплотнительного кольца. Заменить уплотнительные кольца и смазать консистентной смазкой или моторным маслом.



- 2** Удалить предохранительную ленту или пробки.
- 3** Установить комплектный корпус на двигатель.
- 4** Проверить параллельность оси ролика распределительному валу путем измерения щупом расстояния до блока двигателя с обеих сторон направляющего блока, т.е. измерение $B1=B2$, см. иллюстрацию по регулировке. Затяните болты с моментом, указанным в главе 07, раздел 07.1.
- 5** Установить смазочные маслопроводы.
- 6** Подсоединить топливопроводы между соответствующими мультикорпусами. Надвинуть соединительные втулки топливопроводов на смежные топливные трубки с помощью инструмента 800039.
- 7** Проверить регулировку инжекторного насоса в соответствии с рабочими операциями со 2 по 6 в разделе 16.2.3.
- 8** Вычистить контактные поверхности направляющего блока и инжекторного насоса. Заменить кольца О-образного сечения и смазать их консистентной смазкой или машинным маслом. Установить пружину (16) в направляющий блок.
- 9** Установить инжекторный насос и слегка затянуть гайки (31).
- 10** Подсоединить топливопроводы между соответствующими инжекторными насосами. Надвинуть соединительные втулки топливопроводов на смежные топливные трубки с помощью инструмента 800039.
- 11** Установить стопорные пластины и затянуть винты.
- 12** Затянуть гайки (31) до указанного момента согласно указаниям в главе 07, раздел 07.1.
- 13** Установить необходимые трубки и трубопровод впрыскивания. Затянуть трубопровод впрыскивания до указанного момента согласно указаниям в главе 07, раздел 07.1. Подсоединить топливную рейку.



Примечание!

Проверить моменты затяжки трубопроводов впрыскивания после нескольких часов работы на разогретом двигателе.

- 14** Поворачивая контрольный вал, проверить, следуют ли все насосы за движением вала. Проверить положения топливных реек всех насосов, см. главу 22.1
- 15** Открыть подачу топлива в двигатель и провентилировать топливную систему согласно указаниям в главе 17.

16.2.3. Регулировка зазора инжекторного насоса

V2

Ритм работы насоса может изменяться в зависимости от производственных допусков насосов, кулачков, а также при модификации двигателя. Для достижения наилучшей работы двигателя очень важно, чтобы регулировки топливного насоса выполнялись правильно и в соответствии с наладочной таблицей, см. протоколы испытаний.

- 1** Демонтировать инжекторный насос с двигателя, см. раздел [16.2.1](#).
- 2** Повернуть нужный цилиндр в такое положение, чтобы ролик толкателя насоса находился на основной окружности распределительного вала.
- 3** Измерить расстояние "X", стрелочным индикатором или приспособлением (800111), между регулировочным винтом и верхней поверхностью корпуса толкателя, см [Рис 16-2](#).
- 4** Открыть зажимные винты (23) и отрегулировать расстояние "X" до правильного значения, см. раздел [06.2](#), повернув винт (24).
- 5** Затянуть винты (23) с моментом, указанным в главе 07, раздел [07.1](#).



Примечание!

Если были удалены зажимные винты (23), то расстояние "Z" между стопорной пластиной (21) и толкателем (20) должно быть отрегулировано.- Удерживайте регулировочный винт (24) и закрутите стопорную пластину (21) вниз до достижения контакта с толкателем (20).- Удерживайте регулировочный винт и открутите стопорную пластину вверх на 5 - 5,5 оборотов (Z=10-11 мм).- Установите манжеты (22) и винты (23).- Продолжайте работу в соответствии с приведенным выше шагом 3 .

- 6** Проверить расстояние "X" и продолжить с шага 9 этого раздела [16.2.1](#).
- 7** При необходимости проверить время впрыска, см. раздел [13.1.2](#)

16.2.4. Капремонт инжекторного насоса

V2

Предполагается, что мультикорпус демонтирован с двигателя и тщательно очищен.



Примечание!

Цилиндр плунжерной пары, плунжер и нагнетательный клапан соответствуют друг другу и при капремонте должны обслуживаться комплектом.

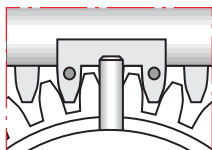
- 1** Рекомендуется устанавливать насос в тиски в положениях, удобных для различных операций.
- 2** Перевернуть насос вверх дном.
- 3** Открутить винты (13) и демонтировать фланец (14).
- 4** Зафиксировать узел шпинделя втулки с помощью инструмента 800033 и снять стопорное кольцо (10) плоскогубцами.



Примечание!

Шток толкателя подпружинен; При ослаблении инструмента следует проявлять осторожность.

- 5** Ослабить натяжение пружины и убрать инструмент.
- 6** Держатель пружины штока толкателя (15), (9), пружина (8) и плунжер (25) теперь можно демонтировать.
- 7** Снять тарелку пружины (7) и контрольную втулку (6).
- 8** Повернуть насос и открутить винты (1) и (2) крест накрест шагами по 30°.
- 9** Снять головную часть (3) и демонтировать клапан подачи топлива (28) вместе с пружиной и клапаном сброса давления (30) вместе с пружиной.
- 10** Снять цилиндр плунжерной пары (26) при помощи нежёсткого инструмента.
- 11** Промыть детали в абсолютно чистом дизтопливе, после чего смазать их моторным маслом. Уделить особое внимание канавкам и каналам, предназначенным для слива масла и смазочного масла. При работе с мелкими деталями инжекторной системы руки должны быть абсолютно чистыми, кроме того, их нужно смазать консистентной смазкой или маслом. Когда плунжер вставляется в элемент, детали должны быть в сборе.
- 12** Обычно дальнейшая разборка не требуется. Рекомендуется держать компоненты различных насосов отдельно друг от друга, либо маркировать детали, чтобы они были смонтированы в соответствующем насосе. Детали должны быть защищены от коррозии, а рабочую поверхность плунжера не следует без необходимости трогать пальцами.
- 13** Повторно установить клапан подачи топлива с пружиной (28) и клапан сброса давления с пружиной (30) в головную часть (3).



- 14** Вкрутить цилиндр плунжерной пары вместе с головной частью, используя винты (2). Убедиться в том, что фиксирующий штифт (29) установлен правильно.
- 15** Установить новые кольца О-образного сечения/уплотнительное кольцо (кольца) и заново установить цилиндр плунжерной пары вместе с головной деталью в мульти-корпус, слегка затянув винты (2) крест накрест.
- 16** Затянуть винты (2) крест накрест пошагово с указанным моментом, а затем таким же образом винты (1), см. главу 07, раздел 07.1.
- 17** Повернуть насос и собрать контрольную втулку (6), причем, фиксирующий штифт должен быть совмещен с канавкой топливной рейки, см. рисунок.
- 18** Заново установить тарелку пружины (7) и пружину (8).
- 19** Снова установить узел плунжера (25) вместе с держателем пружины (9) и штоком толкателя (15), аккуратно и в правильное положение.



Примечание!

Маркер на одном из ребер плунжера. Промаркированное ребро плунжера должно войти в контрольную втулку со стороны топливной рейки, т.е. соответствовать маркировке топливной рейки и зубца с пазами контрольной втулки.

- 20** Аккуратно прижать шток толкателя с помощью инструмента 800033. Чтобы заставить ребра плунжера войти в канавки контрольной втулки, можно осторожно передвинуть топливную рейку.
- 21** Когда плунжер зайдет достаточно глубоко, установить с помощью плоскогубцев стопорное кольцо (10). Убрать инструмент и убедиться, что топливная рейка легко перемещается.
- 22** Перед установкой фланца (14) нужно проверить сохранность уплотнения. При необходимости, заменить уплотнение: открыть винты (11), снять крышку (12) и уплотнение.
- 23** Установить фланец (14) и затянуть винты (13) с заданным моментом, см. главу 07, раздел 07.1.
- 24** Удостовериться, что топливная рейка (27) свободно перемещается.
- 25** Если насос не будет установлен на двигатель немедленно, то его нужно хорошо смазать маслом и накрыть пластиковым чехлом или чем-то подобным. Топливные отверстия и соединения топливной магистрали нужно защитить заглушками или изолен-той.

16.2.5. Замена пробок защиты от эрозии

V2

- 1 Снимите пломбировочную проволоку между фиксирующими винтами и противокавитационными пробками (5).
- 2 Замените противокавитационные пробки и затяните до указанного момента, см. главу 07.1.
- 3 Зафиксируйте противокавитационные пробки пломбировочной проволокой, чтобы закрепить винты, см. Рис 16-2



Примечание!

Чтобы предотвратить утечки топлива под высоким давлением противокавитационные пробки должны фиксироваться.

16.2.6. Очистка топливного инжекторного насоса

V2

Небольшие утечки топлива в инжекторном насосе в некоторых случаях могут привести к блокированию дренажного топливопровода и/или созданию помех для свободного перемещения рейки управления подачей топлива.

Компания Wartsila разработала процедуру очистки внутренней нижней части топливных инжекторных насосов.

Промывочное устройство для инжекторного насоса

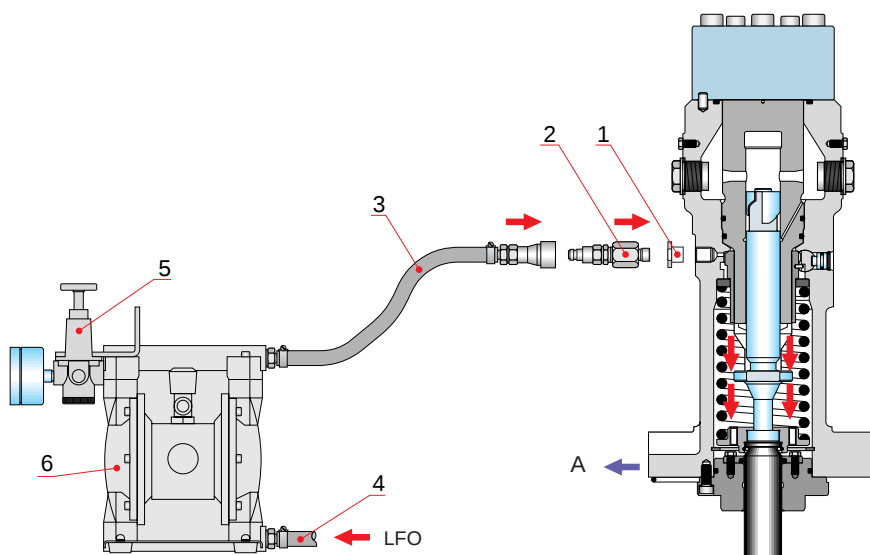


Рис 16-3

401691 V1

LFO . Легкое дистиллятное топливо, А. Для промывки топливной системы, 1. Заглушка, 2. Переходник, 3 . Шланг, 4. Шланг, 5. Управляющий клапан, 6 . Промывочное устройство.



Примечание!

Перед началом процедуры убедитесь, что открыты шланги для промывки топливной системы.

- 1 Удалить пробку (1) из инжекторного насоса.
- 2 Установить соединительную деталь (2).
- 3 Присоединить шланг (3) к соединительной детали (2).
- 4 Присоединить всасывающий шланг (4) к 10-литровой канистре с чистым легким дистиллятным топливом.
- 5 Присоединить шланг для подачи сжатого воздуха к промывочному устройству (6). Убедиться, что клапан перед управляющим клапаном (5) закрыт, перед тем как присоединять шланг для подачи сжатого воздуха.
- 6 Медленно открыть клапан перед управляющим клапаном (5).
- 7 Отрегулировать давление воздуха на 2 бар при помощи управляющего клапана (5).
- 8 Прокачать от 4 до 5 литров чистого легкого дистиллятного топлива через инжекторный насос, одновременно перемещая топливную рейку взад и вперед.
- 9 Перекрыть подачу воздуха в промывочное устройство (6).
- 10 Снять шланг (3) и переходник (2) и установить пробку (1) с новым уплотнительным кольцом. Затянуть пробку до 80 Нм.
- 11 Повторите описанные выше процедуры для оставшихся инжекторных насосов.



Примечание!

Если инжекторные насосы очень грязные, то перед использованием промывочного приспособления может понадобиться их механическая очистка, открывание дренажных отверстий и пр.



Предупреждение!

Использовать необходимую защитную экипировку, такую как очки, перчатки и комбинезон, для личной защиты. Не оставлять двигатель без присмотра, пока выполняется очистка. Соблюдать осторожность, чтобы не пролить топливо на горячие поверхности. Очистка инжекторных насосов не должна выполняться, пока работает двигатель.

16.3.

Топливная магистраль высокого давления

V2

Топливопровод высокого давления состоит из двух частей: переходника, ввернутого сбоку в корпус форсунки, и топливной трубки высокого давления.

Соединительная деталь уплотняется ровными металлическими поверхностями; перед установкой их нужно проверить. Всегда затягивайте с правильным моментом соединительной детали перед установкой инжекторной трубки; а также в случае, если демонтировалась только инжекторная трубка, т.к. существует риск ослабления крепления соединительной детали при демонтаже трубки.

В целях защиты двигательного отсека от утечек топлива инжекторная трубка закрыта экраном. Инжекторная трубка поставляется в комплекте с установленными соединительными гайками. Всегда затягивайте соединения с правильным моментом.

После снятия с места деталей топливopовода высокого давления они должны быть предохранены от загрязнения и коррозии.

16.4.

Форсунка

V2

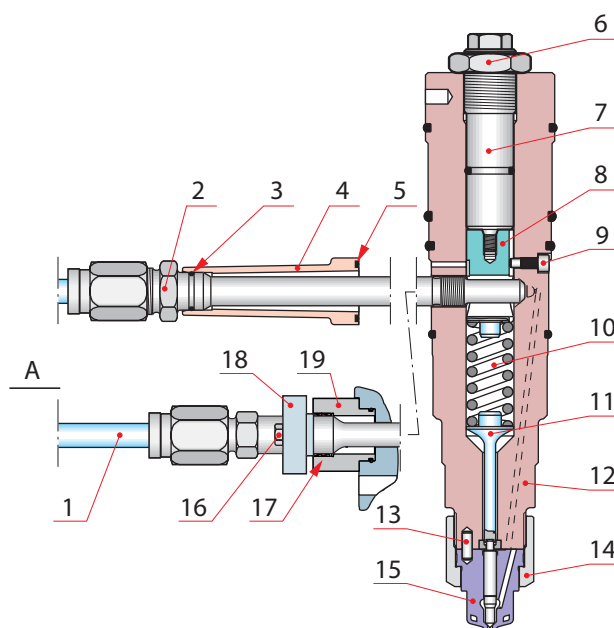
Технические данные и размеры

Отверстия: 10 шт.
Диаметр отверстия:
0,54 мм
Угол: 155°
Давление открытия:
См. главу 06.

Инжекторный клапан располагается в центре головки цилиндра и включает в себя держатель форсунки и форсунку, (15), см. [Рис 16-4](#). Топливо поступает в держатель форсунки сбоку через соединительную деталь (2), установленную в держателе форсунки.

Из трубы высокого давления в форсунки под высоким давлением поступает топливо, которое они впрыскивают в камеру сгорания в виде очень тонкого тумана. Давление, при котором работает форсунка, можно корректировать регулировочным винтом (7) в инжекторном клапане.

Форсунка



А. Фрикционное кольцо 1. Трубопровод высокого давления 2. Соединительная деталь 3. Кольцо О-образного сечения 4. Защитная втулка 5. Кольцо О-образного сечения 6. Контргайка 7. Регулировочный винт 8. Пружинный стопор 9. Направляющий винт 10. Пружина 11. Шток толкателя 12. Корпус форсунки 13. Стопорный штифт 14. Гайка распылителя 15. Распылитель 16. Винт 17. Конические кольцевые элементы 18. Фланец 19. Фланец

Рис 16-4

401602 V1

16.4.1. Демонтаж инжекторного клапана

V2

- 1 Снять крышку головки блока цилиндров и крышку термокамеры.
- 2 Снимите инжекторную трубку (1), см. [Рис 16-4](#).
- 3 Снимите соединительную деталь (2) и при необходимости ослабьте защитную втулку (4). Устройство фрикционного кольца, см. текст внизу.
- 4 Ослабить винт (16) и открутить соединительную деталь (2). Конические кольцевые элементы (17) открепляются вместе с соединительной деталью.
- 5 Удалить крепежные гайки инжекторного клапана.
- 6 Поднять инжекторный клапан с помощью инструмента 800029.
- 7 Защитить топливное впускное отверстие инжекторного клапана и отверстия головки блока цилиндров.

16.4.2. Капремонт инжекторного клапана

V2

- 1 Осмотреть сопло немедленно после снятия инжекторного клапана с двигателя. Отложения нагара (воронки) могут указывать на то, что сопло в неудовлетворительном состоянии, или что сломана пружина. Очистить сопло с внешней стороны латунной проволочной щеткой. **Не использовать стальную проволочную щетку.**
- 2 Проверить работу и состояние сопла, т.е. давление открытия и равномерность распыления.
- 3 Разгрузить пружину сопла, открутив контргайку (6) и ослабив регулировочный винт (7).
- 4 Извлеките распылитель из держателя, повернув колпачковую гайку (14) с помощью инструмента 800037 до тех пор, пока она не отдастся. Держать сопло вместе с корпусом держателя, не давая ему следовать вверх за гайкой. При наличии кокса между соплом и гайкой установочные штифты могут сломаться и повредить сопло. Во избежание этого, обстучать сопло отрезком трубы в соответствии с Рис 16-5, чтобы оно оставалось возле держателя. **Никогда не стучать непосредственно по наконечнику сопла.** Соблюдать осторожность, чтобы не выронить сопло.

Максимальный подъем распылителя, снятие распылителя из держателя

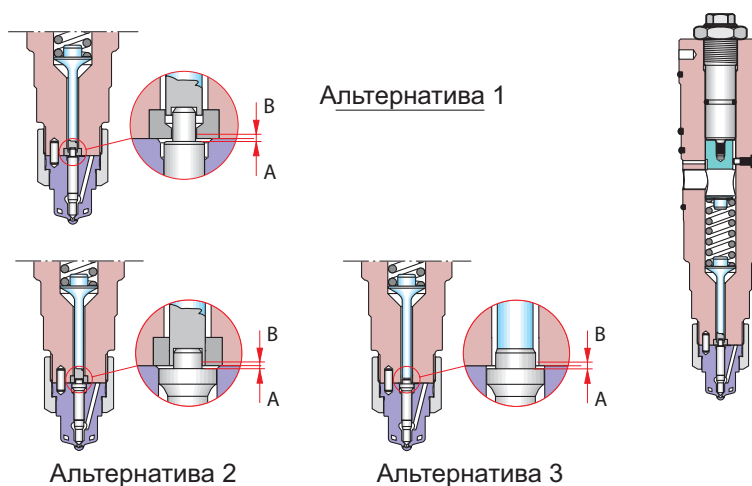


Рис 16-5

401627 V1

- 5 Проверить движение иглы распылителя**, которое может носить разный характер:
- вполне свободный подъем иглы,
 - подъем иглы свободен в нормальных пределах,
 - заклинивание иглы.

Нельзя извлекать иглу силой, потому что это часто приводит к полному заклиниванию. Если не удастся извлечь ее без усилия, погрузить сопло в смазочное масло и нагреть до температуры 150 - 200°C. Обычно удается извлечь иглу из горячего сопла.

- 6 Очистить детали.** Если возможно, использовать химическое средство для растворения углерода. Если такой возможности нет, погрузить детали в чистое топливо, уайт-спирит или что-то подобное, чтобы отмочить углерод. Затем осторожно очистить компоненты инструментами, входящими в набор инструментов. **Не использовать стальные проволочные щетки или твердые инструменты.** Прочистить отверстия сопла иглами, предусмотренными для этих целей. После чистки промыть детали, чтобы удалить остатки углерода и частицы грязи.

Перед установкой иглы в распылитель, погрузить детали в чистое дизтопливо или в специальное масло для топливной аппаратуры высокого давления.

Поверхности посадки, скольжения (ось иглы) и уплотнительные фаски следует тщательно проверить.

- 7 Аккуратно очистить держатель сопла** и колпачковую гайку; при необходимости, демонтировать держатель сопла для чистки всех деталей. Проверить пружину сопла.
- 8 Проверить уплотнительные поверхности высокого давления** держателя сопла, т.е. контактную поверхность, обращенную к соплу, и нижнюю часть отверстия впуска топлива.
- 9 Проверить максимальный подъем сопла**, т.е. сумму измерений А и В на [Рис 16-5](#). Если износ В превышает 0,10 мм, держатель сопла можно отправить фирме-изготовителю для ремонта. Если общий подъем выходит за рамки значения, указанного в главе 06, раздел [06.2](#), то сопло следует заменить новым.
- 10 Собрать инжекторный клапан.** Затянуть колпачковую гайку с моментом, указанным в разделе [07.1](#).
- 11 Подсоединить инжекторный клапан** к испытательному насосу. Покачать, чтобы вытеснить воздух. Перекрыть клапан манометра и быстро прокачать, чтобы продуть отверстия сопла от грязи. Подложить сухую бумагу под сопло и быстро качнуть насосом. Следить за равномерностью распыления топлива.

- 12 Проверить величину давления открытия:**
- открыть клапан манометра,
 - медленно накачивать и следить за показаниями манометра, чтобы заметить давление открытия. Если давление открытия более чем на 20 бар ниже указанной величины при мягком движении индикатора, это указывает на поломку пружины или сильный износ деталей.
- 13 Симметричность распыления** можно оценить, отрегулировав давление открытия сначала на 50 - 100 бар. Ход иглы при использовании стандартного ручного испытательного насоса приближается к номинальному при низком давлении открытия. Неравномерное распределение может означать блокировку или износ распыляющих отверстий.
- 14 Проверьте плотность посадки иглы:**
- повысить давление до значения на 20 бар ниже заданного давления открытия,
 - поддерживать постоянное давление в течение 10 секунд и проверить отсутствие капель топлива на кончике распылителя. Допускается незначительная влажность.
- 15 Проверьте плотность направляющей иглы:**
- увеличьте давление в испытательном насосе до значения более 300 бар,
 - прекратить качать и измерить время падения давления от 250 до 200 бар. Для нового сопла время варьирует от 3 до 6 секунд, но сильно зависит от испытательного оборудования. Чтобы правильно оценить износ, следует записать время падения давления в новом сопле и сравнить результаты с более поздними испытаниями этого же сопла. Если время падения давления в использованном сопле уменьшилось на 1/3 от первоначального, то направляющая слишком сильно изношена, и сопло придется заменить.
- 16 Если испытания согласно шагов 11... 15** дают удовлетворительные результаты, то инжекторный клапан можно снова установить в двигатель. В противном случае необходимо заменить форсунку новой.
- 17 Если имеет место протекание** уплотнительных поверхностей соединений высокого давления, то поврежденные детали нужно заменить новыми или восстановить.
- 18 Если сопла или инжекторные клапаны должны храниться**, их следует обработать коррозионно-защитным маслом.

16.4.3. Проверка работы форсунки

V2

- Если будут замечены ненормальные отклонения эксплуатационных параметров (необычно высокая или низкая температура отработавших газов, низкое давление воспламенения), одними из причин могут быть подтекание в форсунке(ах) или ее(их) забивание.
- Отверстия распылителя можно проверить ручным испытательным насосом, производя быструю и сильную продувку с использованием листа бумаги под носком распылителя, **однако удерживая при этом руки в стороне**. Все струи должны произвести одинаковое воздействие на бумагу; число оставляемых следов должно соответствовать конфигурации отверстий (10 отверстий). Нерегулярная форма говорит о том, что отверстие частично забито и его следует прочистить.
- Однако нельзя полностью полагаться на испытание соплового распыления ручным испытательным насосом. При использовании ручного испытательного насоса впрыскиваемое количество топлива очень мало. Поэтому из-за очень короткого хода иглы может создаться впечатление плохого распыления.

Распылитель, производящий плохое распыление от испытательного насоса, может хорошо работать в двигателе.

Для испытаний работоспособности сопел полным количеством впрыскиваемого топлива разработано специальное бустерное приспособление, которое можно заказать в качестве дополнительной комплектации.

16.4.4. Добавочный модуль для проверки функций форсунки

V2

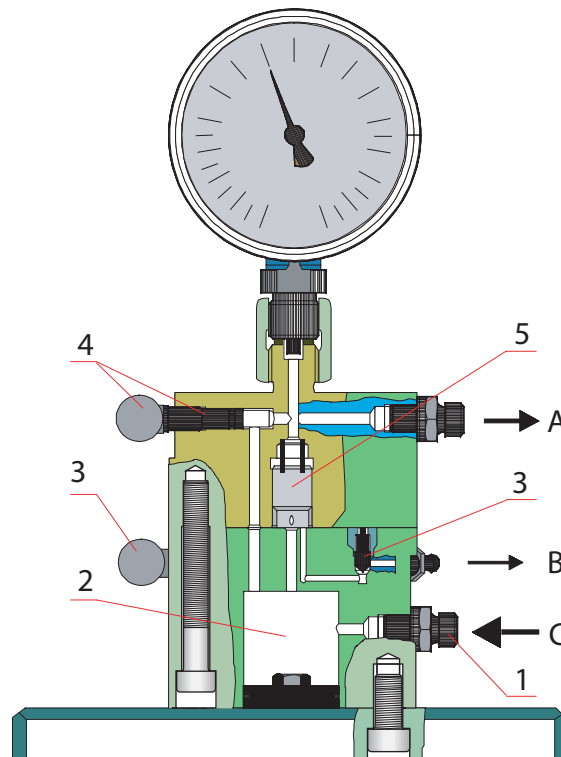
Бустерное приспособление после ручного испытательного насоса предназначено для обеспечения подачи в распылитель требуемого количества топлива под волновым давлением.

Бустерное устройство работает следующим образом:

- 1 **Топливо поступает** от ручного проверочного насоса через порт (1) в камеру (2). см. [Рис 16-6](#). Для первого наполнения бустера требуется около 80 тактов.

- 2 Если бустерное устройство не используется, то запертый воздух откачивается (требуется 5-8 тактов) через нижний клапан (3) в канал протечки. Закрыть клапан (3) после вентилирования бустерного устройства.

Бустерный блок



1. От ручного насоса 2. Камера 3. Клапан 4. Клапан 5. Клапан управления А. К клапану топлива В. Слив С. От ручного насоса

Рис 16-6

401620 V1

- 3** **Правильный уровень волн давления** достигается нагнетанием предварительного давления в трубопроводе высокого давления к топливному инжектору. Это делается путем открытия клапана (4) и нагнетания при помощи испытательного насоса давления, немного превышающего 200 бар. После этого клапан (4) следует закрыть.



Примечание!

Внешним проявлением при испытании будет "большой взрыв", а также топливный туман, как в настоящем двигателе. Поэтому должна быть обеспечена достаточная вентиляция места, где проводится испытание, и соблюдение обычных правил техники безопасности при работе с топливом. При регулировке значений давления открытия топливных клапанов с использованием присоединенного бустерного приспособления, клапан (3) должен оставаться закрытым, а клапан (4) - открытым. Топливные клапаны рекомендуется хранить, ослабив регулировочные винты, т.е. регулировать клапаны сразу перед установкой их в двигатель(и).

- 4** **При нагнетании** устройством с ручным испытательным насосом увеличивается давление внутри камеры (2). В определенный момент давление/сила воздействия на клапан управления (5) становится больше, чем сила воздействия в противоположную сторону (усилие пружины + давление). Это приводит к открытию клапана управления (5). Функция управляющего клапана похожа на функцию главного клапана подачи в головке инжекторного насоса.
- 5** **Топливо под давлением, имеющее ступенчатую волну давления,** проникает в топливный инжекторный клапан. Теперь, при объеме, большем, чем со стандартным испытательным устройством, в соплах достигается полный подъем игл. После испытания давление в трубопроводе высокого давления будет снижено путем открытия сливного клапана (3).

16.4.5. Установка инжекторного клапана

V2

- 1 Убедиться в том, что верхняя поверхность отверстия головки блока цилиндров чиста. При необходимости очистить или отполировать поверхность инструментом 800075. Если необходима полировка, то головку блока цилиндров нужно поднять. Для полировки используется стальная шайба и финишная полировочная паста.

**Примечание!**

Инжекторный клапан прилегает непосредственно к нижней части отверстия головки блока цилиндров без уплотнительного кольца.

- 2 Установите новое кольцевое уплотнение в инжекторный клапан. Смажьте кольцевые уплотнения смазочным маслом или консистентной смазкой.
- 3 Установить инжекторный клапан в отверстие головки блока цилиндров и затянуть крепежные гайки клапана вручную. **Запомнить положение направляющего штифта.**
- 4 Установить новые кольца О-образного сечения на соединительную деталь и на защитной втулке, если она была демонтирована.
- 5 Установить на соединительную деталь защитную втулку если ее демонтировали. Вручную вкрутить соединительную деталь. Затянуть с правильным моментом. Затянуть винты защитной втулки. Конструкция с фрикционным кольцом, см. шаг 6.
- 6 Установите крепежную деталь на головке цилиндров. Закрутите крепежную деталь от руки. Затяните с указанным моментом. (Конструкция только с упорным кольцом, см. Рис 16-4 .)
- 7 Затянуть крепежные винты (16) фланца (18) с правильным моментом, см. раздел 07.1. (Только конструкция с фрикционным кольцом.)
- 8 Затянуть крепежные гайки инжекторного клапана с правильным моментом, см. раздел 07.1, шагами по 10-20 Нм.
- 9 Установить инжекторную трубку и затянуть накидную гайку с правильным моментом.
- 10 Закрыть крышки.

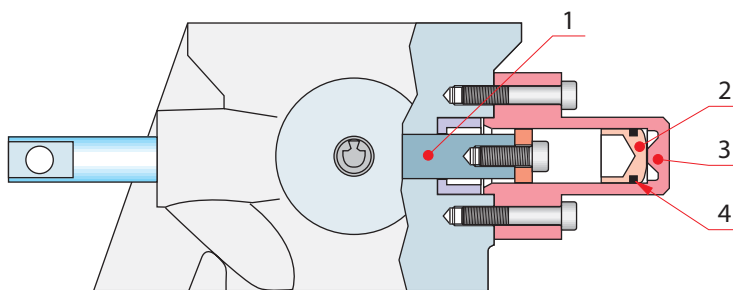
16.5.

Пневматический предельный выключатель

V2

Пневматический предельный выключатель устанавливается в мультикорпусе и действует непосредственно в топливной рейке. Если активирован предельный выключатель, то сжатый воздух действует на поршень в цилиндре, прикрепленный к мультикорпусу. Поршень заставляет топливную рейку перемещаться в положение отключения подачи топлива. Воздействие предельного выключателя сильнее, чем у пружины кручения в регулировочном механизме. По обслуживанию пневматического предельного выключателя см. главу [22.1](#).

Пневматический предельный выключатель



1. Топливная рейка 2. Поршень 3. Цилиндр 4. Скользящее кольцо

Рис 16-7

401604 V1

17. Система питания двигателя

V2

Двигатель Wärtsilä® 32 предназначен для непрерывной работы на легком дистиллятном, тяжелом дизтопливе или сырой нефти. Рекомендации по регулировке давления в системе подачи топлива варьируют в зависимости от качества топлива и установки, а упомянутые в этой главе значения должны рассматриваться только в качестве указаний.

Поскольку планирование разработки системы подготовки топлива обычно различается от установки к установке, система, описанная в этом руководстве, может не полностью соответствовать действительной установке. Чтобы получить дополнительную информацию, см. документацию по конкретной установке.

Двигатель можно запускать и останавливать на тяжелом дизельном топливе или на сырой нефти при условии, что топливо подогрето до рабочей температуры, см. рекомендуемые эксплуатационные данные в разделе [17.4.4](#) и главе [01.2](#).



Примечание!

Очень важно, чтобы подготовка топлива перед двигателем выполнялась правильно, т.е. необходимо обслуживать фильтр в соответствии с графиком. Эффективность фильтрации топлива непосредственно оказывает влияние на срок службы оборудования впрыска и тем самым на характеристики двигателя.

17.1.

Функциональное описание топливной системы

V2

Топливо нагнетается насосом (13) и фильтруется через фильтр (6), см. [Рис 17-1](#). Клапан контроля давления (15) поддерживает требуемое давление в системе, а клапана (3) - на каждом двигателе.

Датчики давления подачи и температуры топлива расположены на подающем топливопроводе двигателя, они контролируются на панели LDU на двигателе, а также в помещении управления двигателями.

Утечки топлива из инжекторных насосов и инжекторных клапанов собираются (103) в отдельную герметичную систему. Это топливо может быть повторно использовано. В отдельной системе

труб, ведущей от верхнего уровня мотоблока, собирается отработанное масло, топливо и вода, которые появляются, например, при переборке головок блоков цилиндров.

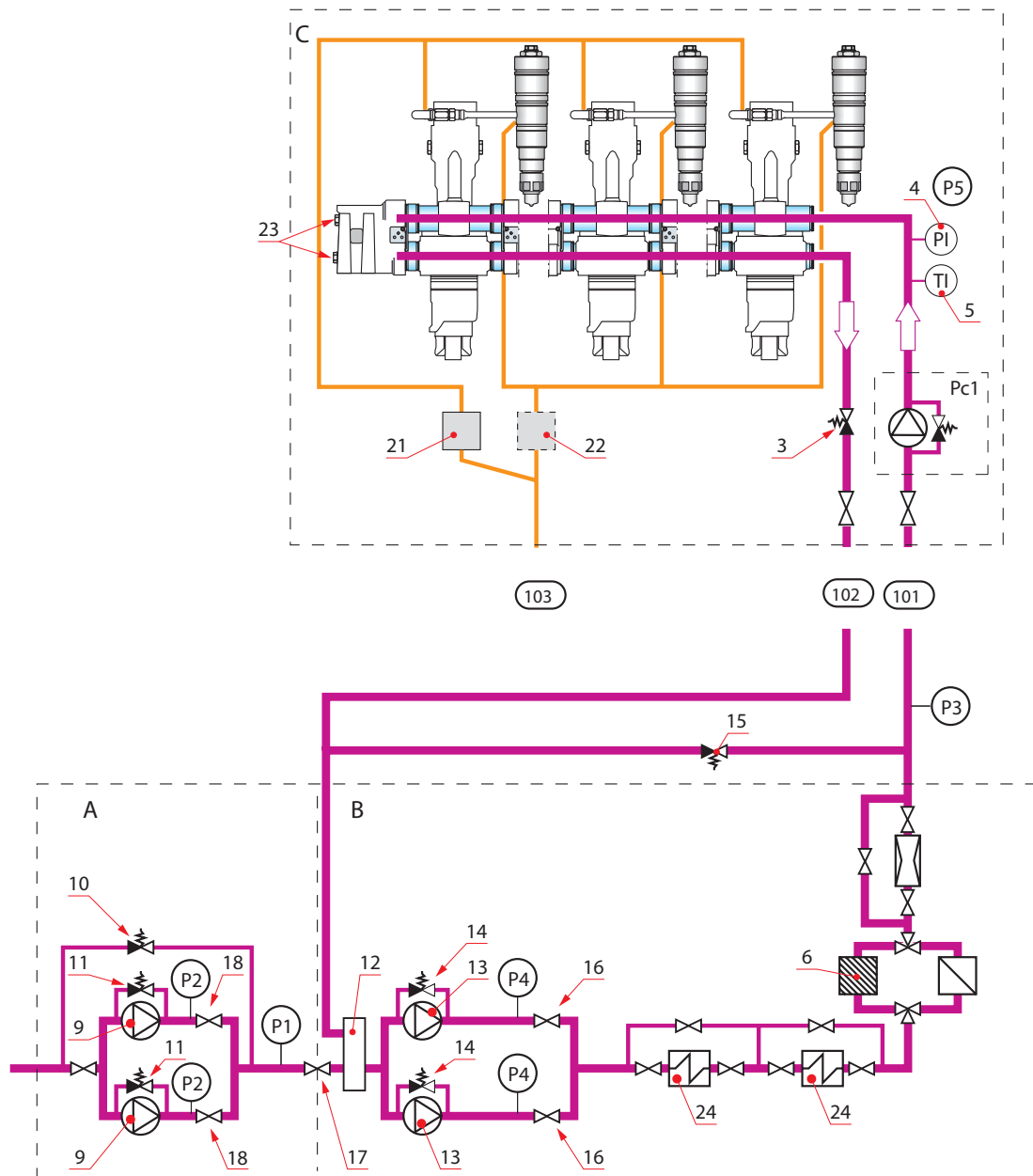
Система высокого давления, включающая топливные насосы высокого давления и форсунки, описывается в главе [16.1](#).

Устройства подачи и циркуляции топлива

В блоке подачи топлива (А), см. [Рис 17-1](#) топливо сжимается чтобы избежать помех из-за испарения воды и топлива.

Устройство циркуляции топлива (В) поддерживает требуемую вязкость (требуемую температуру) и давление деаэрированного топлива, подаваемого на двигатель (двигатели) (С), а также обеспечивает циркуляцию топлива в основной системе.

Система питания



3. Клапан регулирования давления 4. Датчик давления 5. Датчик температуры 6. Топливный фильтр
 9. Топливодобывающий насос 10. Клапан регулирования давления 11. Предохранительный клапан
 12. Деаэрационный бак 13. Циркуляционный насос 14. Предохранительный клапан 15. Клапан регулирования давления 16. Клапан 17. Клапан 18. Клапан 19. Фильтр пускового топлива 20. Насос вспомогательного топлива 21. Сигнализация утечки, труба высокого давления 22. Слив чистого вытекающего топлива (опция) 23. Пробка 24. Нагреватель Pc1. Циркуляционный топливный насос (многомоторная установка) 101. Впуск дизтоплива 102. Выпуск дизтоплива 103. Утечка чистого дизтоплива
 P1. Давление подачи топлива P2. Регулировка предохранительного клапана P3. Давление в системе циркуляции P4. Регулировка предохранительного клапана P5. Давление подачи топлива

Рис 17-1

401705 V1

17.2.

Обслуживание системы питания

V2

При выполнении операций по техническому обслуживанию топливной системы соблюдайте исключительную чистоту. Перед использованием необходимо тщательно очистить все оборудование, независимо от того, является оно частью двигателя или нет: трубки, баки, оборудование для работы с топливом, а также насосы, фильтры, нагреватели и вискозиметры.

Тяжелое дизельное топливо и сырая нефть должны быть обязательно сепарированы перед использованием.

О техобслуживании аппаратуры обработки топлива, не установленного на двигателе, см. отдельную инструкцию.

17.3.

Вентиляция топливной системы

V2

- 1 При недостаточном статичном давлении расходного топливного бака - начать подкачку топлива подкачки. Осуществить вентиляцию системы подачи топлива через заглушку (23). При необходимости заменить уплотнительное кольцо.

**Предупреждение!**

На пробке (9) используйте только стальное уплотнительное кольцо. Деформированное медное уплотнительное кольцо может вызвать утечку.

**Примечание!**

При каждой замене фильтрующих патронов или свечевых фильтров обязательно удаляйте воздух из фильтров.

17.4.

Регулировки системы подачи топлива

V2

Чтобы дизельный двигатель работал долго и безопасно, система подачи топлива должна быть правильно настроена. Это обеспечит нужный уровень давления подачи топлива и достаточное снабжение топливом всех инжекторных насосов всех двигателей в установке. Проверяйте регулировку с периодичностью, рекомендуемой в главе 04. Регулировать клапаны нужно при нормальной температуре и на двигателе, работающем в холостом режиме.

17.4.1. Регулировка подающих топливных насосов в блоке (А)

V2

Топливоподкачивающие насосы (9) поддерживают давление P1 в системе, см. [Рис 17-1](#) и [17.4.4](#).

- 1 Закройте клапан (17) и настройте давление (P1) на регулирующем клапане (10). Откройте клапан (17).
- 2 Закройте клапана (18) и отрегулируйте давление (P2) на предохранительном клапане (11), расположенном на насосе. **Примечание! Единственным назначением этого клапана является защита насоса.** Откройте клапан (18).



Предупреждение!

Предохранительный клапан насоса необходимо настраивать быстро, т.к. насос может перегреться при длительной работе с закрытой системой.

17.4.2. Регулировка циркуляционных топливных насосов в блоке (В)

V2

Циркуляционные топливные насосы (13) поддерживают в системе непрерывную циркуляцию топлива и сохраняют давление в системе (P3) между циркуляционными насосами и клапаном регулирования давления (15), см. [Рис 17-1](#) и раздел [17.1](#).

- 1 Отрегулировать давление в системе (P3) на клапан регулирования давления (15) каждого двигателя.
- 2 Закройте клапана (16) и отрегулируйте давление (P4) на предохранительном клапане (14), которые расположен на насосе. **Внимание! Этот предохранительный клапан предназначен только для защиты насоса.** Откройте клапан (16).

17.4.3. Регулировка давления подачи топлива на каждом двигателе (С)

V2



Примечание!

При использовании тяжелого дизельного топлива или сырой нефти подающие топливные насосы должны работать постоянно, независимо от того, работают двигатели или остановлены.

Топливоподкачивающие насосы (13) поддерживают в двигателе (двигателях) давление системы подачи топлива P5, см. [Рис 17-1](#) и раздел [17.4.4](#).

- 1 Отрегулировать давление в системе (P5) на клапан регулирования давления (3) каждого двигателя.

17.4.4. Рабочие клапаны системы

V2

Значения давления в системе подачи топлива*), легкое или тяжелое диз-топливо	
Описание / расположение	(бар)
Давление подачи топлива / P1	3-4
Регулировка предохранительного клапана / P2	12
Давление циркуляции / P3	4-5
Регулировка предохранительного клапана / P4	12
Давление подачи топлива / P5	5-8
Регулировка предохранительного клапана / P6	12

*) Сведения о регулировках давления в системе для двигателей, работающих на сырой нефти, см. в документации на конкретную установку.

17.4.5. Процедуры запуска и остановки на различных топливах

V2

Двигатель можно запускать и останавливать на HFO и нефти. Системы предпускового нагрева двигателя и системы подачи топлива всегда должны быть включены также и во время остановки двигателя.

Однако если двигатель по какой-либо причине запускается и останавливается на дизельном топливе (LFO), двигатели должны работать с высокой нагрузкой и на дизельном топливе не менее 30 минут перед их остановкой. Это будет гарантировать наличие в системе только дизельного топлива.



Примечание!

Крышки горячей коробки должны быть всегда установлены на двигатель в целях обеспечения безопасности и для того, чтобы поддерживать достаточный подогрев системы топливопроводов даже во время остановки двигателя.

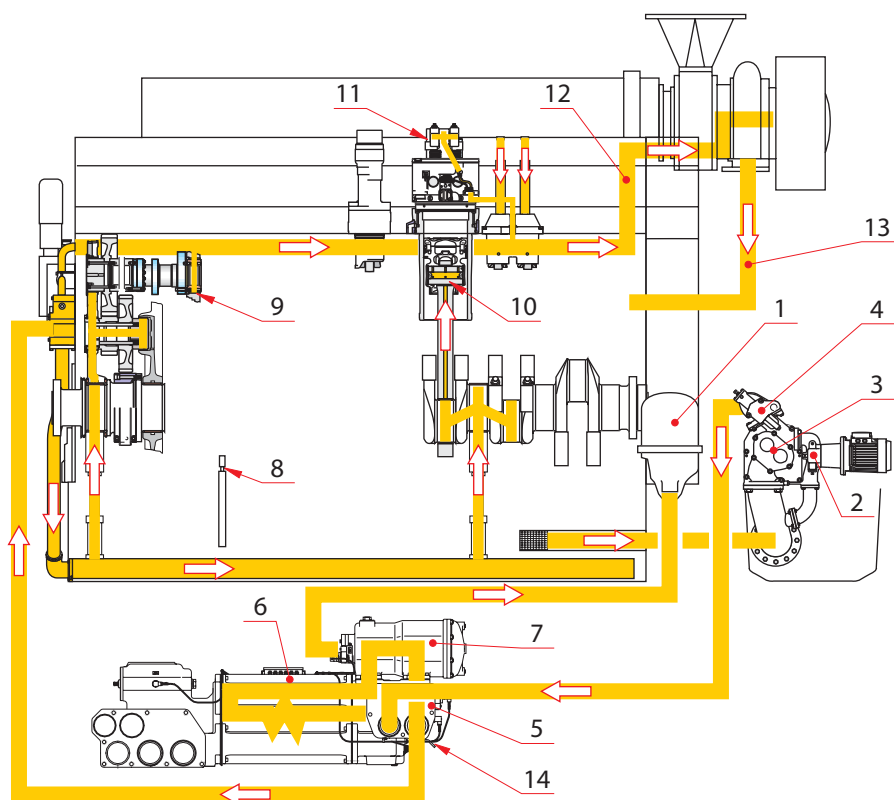
18. Смазочная система

V2

Двигатель оснащен масляным насосом (3) с непосредственным приводом шестерней насоса на приводной стороне коленвала. При необходимости параллельно может быть подсоединен резервный насос с электроприводом. Насос засасывает масло из масляного поддона двигателя и гонит его через охладитель смазочного масла (6), оборудованный клапаном термостата (5), регулирующим температуру масла, через автоматический масляный фильтр (7) к главной распределительной трубе в масляном поддоне, через гидравлические домкраты (в их качестве выступают обычные трубки) к коренным подшипникам и через отверстия в шатунах к поршневым пальцам (10), системе смазки юбок поршней и охлаждающим полостям поршней.

Обычно применяются системы с мокрым отстойником, однако возможно использование также систем с сухим отстойником.

Смазочная система



1. Центробежный фильтр 2. Насос предварительной смазки с клапаном регулирования давления 3. Масляный насос 4. Клапан регулирования давления 5. Терморегулирующий клапан 6. Масляный охладитель 7. Автоматический масляный фильтр 8. Масляный щуп 9. Подшипники распредвала 10. Поршневые пальцы 11. Подшипники коромысел 12. Масло на турбонагнетатель 13. Масло с турбонагнетателя 14. Клапан для отбора пробы

Рис 18-1

401801 V1

Масло направляется через отверстия к другим точкам смазки, таким как подшипники распредвала (9), толкатели и клапаны инжекторного насоса, подшипники коромысел (11) и подшипники шестерен клапанного механизма, а также к масляным форсункам для смазки и охлаждения. Турбонагнетатель также подсоединен к системе смазки двигателя.

Обратно циркулирующее масло из автоматического фильтра поступает по трубам в центробежный фильтр (1) и обратно в масляный поддон.

Насос предварительной смазки с электроприводом это насос винтового типа, встроенный в корпус главного масляного насоса. Насосы соединены параллельно и используют один и тот же клапан регулирования / предохранительный клапан.

Насос предварительной смазки используется для:

- наполнения смазочной системы двигателя перед его запуском, например, перед запуском после продолжительного простоя,
- непрерывной предварительной смазки остановленного дизельного двигателя, в котором циркулирует тяжелое дизельное топливо,
- непрерывной предварительной смазки резервного(ых) двигателя(ей) в системе нескольких двигателей, когда любой из двигателей работает.

Давление масла в распределительной трубе регулируется клапаном регулирования давления (4) на насосе. Давление можно регулировать установочным винтом (5), см. [Рис 18-2](#), на клапане управления. Чтобы гарантировать надлежащую смазку подшипников и охлаждение поршней, важно поддерживать правильное давление. Обычно давление масла остается постоянным, если настроено на правильное значение, но все-таки варьирует вместе с температурой.

Давление масла может подняться выше номинального значения при пуске с непрогретым маслом, но когда масло нагреется, вернется к нормальному значению. Манометр на панели измерительных приборов указывает давление смазочного масла на входе двигателя. Система включает в себя три реле давления для низкого давления смазочного масла, соединенные с автоматической системой предупреждения и останова (см. главу [23](#)).

Температуру масла можно также контролировать по прибору на приборной панели до и после маслоохладителя (глава 01., раздел [01.2](#)). Термовыключатель, реагирующий на повышенную температуру масла, подсоединен к автоматической системе тревожной сигнализации (см. главу [23](#)).

Маслоизмерительный щуп (8) находится в середине двигателя.

Используемые по суждению пользователя подсоединения к маслоотделителю смонтированы на масляном поддоне у свободного торца двигателя.

Для сбора масла после масляного фильтра имеется клапан (14).

Регулятор частоты вращения имеет отдельную смазочную систему, см. руководство по регулятору.

18.1.

**Общее обслуживание системы
смазочного масла**

V2

Следует использовать только высококачественные масла, одобренные заводом-изготовителем двигателя, в соответствии с перечнем в конце главы 02.

Необходимо всегда иметь достаточное количество масла в системе. Масломерный щуп показывает максимальный и минимальный пределы, в которых может изменяться уровень масла. Нужно поддерживать уровень масла вблизи максимальной отметки и никогда не позволять ему опускаться ниже минимальной. Эти пределы касаются уровня масла в работающем двигателе. Добавлять не более 10 % свежего масла за один раз (см. главу 02., раздел 02.2). На одной стороне щупа масломера нанесена шкала в сантиметрах. Эту линейку можно использовать для проверки потребления смазочного масла.

Смену масла производить регулярно через интервалы, определяемые опытом эксплуатации данной установки, см. главы 04 и 02, раздел 02.2.3.

Слить масло из системы смазки, (также из охладителя масла и фильтра), когда масло теплое. Очистить картер и масляный поддон ветошью с соответствующими свойствами (не хлопковыми отходами). Очистить центробежный фильтр.

Рекомендуется сепарирование масла, особенно при работе двигателя на тяжелом топливе, см. главу 02, раздел 02.2.3.

**Предупреждение!**

При выполнении любых работ по обслуживанию смазочной системы необходимо соблюдать исключительную чистоту. Грязь, металлические частицы и прочие загрязнения могут привести к серьезным повреждениям подшипников. При демонтаже трубопроводов или деталей системы обязательно закрывать все отверстия заглушками, лентой или чистой ветошью. При хранении и транспортировке масла следует принимать все необходимые меры, чтобы не допустить попадания в масло грязи и посторонних материалов. При заправке масла использовать сетчатый фильтр.

18.2.

Масляный насос

V2

Насос шестеренчатого типа. В корпус насоса встроен комбинированный клапан регулировки/ограничения давления. Используются идентичные бронзовые подшипники. Внешняя смазка не требуется.

Масляный насос

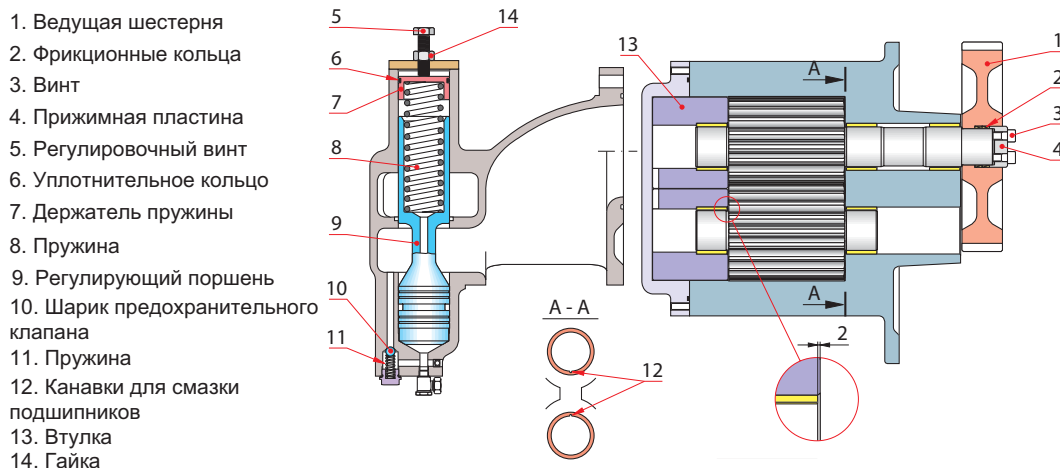


Рис 18-2

401810 V1

18.2.1. Демонтаж насоса смазочного масла

V2

- 1 Слить масло из масляного поддона, если установка с мокрым картером.
- 2 Отдать соединения требуемого трубопровода.
- 3 Снимите всасывающую трубку между масляным поддоном и насосом смазочного масла.
- 4 Снять узел масляного насоса предварительной смазки.
- 5 Установить болты с подъемной проушиной на узел масляного насоса смазки.
- 6 Демонтировать блок масляного насоса.

**Примечание!**

Перед снятием блока оставить пару болтов до надежного закрепления подъемных ремней на нем.

- 7 **Защитить соединения** подходящими пробками, чистым пластиком или чем-то подобным.

18.2.2. Разборка насоса смазочного масла

V2

- 1 **Снимите и осмотрите регуляторный клапан** в соответствии с разделом 18.3.
- 2 **Снимите нажимную пластину (4)**, ослабив крепежные винты (3).
- 3 **Вытяните зубчатое колесо (1)**, без использования инструмента. Если не удастся извлечь зубчатое колесо, то помогут несколько ударов молотком без отдачи. (Фрикционные кольцевые элементы открепляются вместе с зубчатым колесом).



Предупреждение!

Использование съемника только повредит вал (осевые царапины).

- 4 **Снимите крышку насоса**, вкрутив два крепежных винта в два резьбовых отверстия на крышке.

18.2.3. Осмотр насоса смазочного масла

V2

- 1 **Проверить состояние всех деталей в отношении их износа** (глава 06., раздел 06.2) и заменить изношенные детали.
- 2 **Удалить изношенные подшипники** из втулок и корпуса, выбив их подходящей оправкой.
- 3 **Установить новые подшипники** (рекомендуется замораживание) таким образом, чтобы подшипники были на 2 мм ниже уровня втулок и корпуса, Рис 18-2. Следить за тем, чтобы канавки смазки (12) подшипника сдвинулись в правильное положение в соответствии с сечением А-А на Рис 18-2.
- 4 **Установить втулки в крышку**. Обращать внимание на правильность положения втулок!
- 5 **Проверить диаметр подшипника** после установки. Проверить осевой зазор шестерни (см. главу 06., раздел 06.2).

18.2.4. Сборка масляного насоса

V2

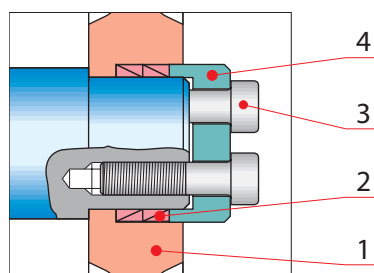
- 1 Перед сборкой тщательно очистите все детали. Проверьте, при необходимости, замените и установите на место кольцевые уплотнения в крышке
- 2 Перед установкой шестерни очистите и смажьте маслом контактные поверхности.
- 3 Установить на место фрикционные кольца (2).



Предупреждение!

Фрикционные кольцевые элементы установить в точности так же, как показано на [Рис 18-3](#). Фрикционные кольцевые элементы должны легко встать на место и не должны заедать.

Установка шестерни



1. Ведущая шестерня 2. Фрикционные кольца 3. Винт 4. Прижимная пластина

Рис 18-3

401803 V1

- 4 Установить прижимную пластину.
- 5 Немного затянуть винты и проверить, в правильном ли положении находится зубчатое колесо.
- 6 Затянуть винты до момента указанного в главе 07, раздел [07.1](#).
- 7 Если производилась замена зубчатого колеса (1), проверьте окружной зазор после установки.

18.2.5. Сборка насоса смазочного масла

V2

- 1 Тщательно очистите уплотняемые поверхности и замените кольцевые уплотнения новыми.
- 2 Соберите блок насоса смазочного масла.

- 3 Установите всасывающую трубку между масляным поддоном и насосом смазочного масла.
- 4 Соберите блок насоса предварительной смазки.
- 5 Затяните крепежные винты с указанным моментом, см. главу 07, раздел 07.1.
- 6 Подсоедините все необходимые трубки.

18.3.

Клапан регулирования давления масла и предохранительный клапан

V2

Клапан регулирования давления (см. Рис 18-2) встроен в модуль масляного насоса и регулирует давление масла на входе двигателя, отводя избыток масла непосредственно со стороны нагнетания насоса обратно в поддон.

Давление масла воздействует на управляющий поршень (9), и пружина (8) натягивается для уравнивания этой силы при требуемом давлении. Таким образом, в распределительной трубе сохраняется постоянное давление, независимо от давления со стороны нагнетания насоса и падения давления в системе. Более высокое давление масла достигается натяжением пружины.

В двигателях, работающих с меняющимися оборотами, клапан настроен на поддержание давления в зависимости от оборотов согласно значениям рабочего давления, рекомендуемым при различных оборотах (глава 01, раздел 01.2).

Если по каким-либо причинам давление в нагнетательной трубе резко возрастает, например, из-за засорения системы, шарик (10) откроется и пропустит масло на регулирующий поршень (9). При этом клапан сработает как предохранительный.

18.3.1. Техобслуживание регулирующего клапана V2

- 1 Разобрать все движущиеся части. Проверить их на износ и заменить изношенные или поврежденные детали новыми.
- 2 Осторожно очистить клапан.
- 3 Проверить на отсутствие заедания между частями клапана при сборке.

18.3.2. Настройка давления масла в смазочной системе

V2

- 1** Ослабьте контргайку (14) на регулировочном винте.
- 2** Медленно поворачивайте регулировочный винт (5) по часовой стрелке до тех пор, пока давление не достигнет давления, указанного в главе 01, раздел 01.1, (можно увидеть на блоке локального дисплея (LDU)).
- 3** Затяните контргайку.
- 4** Проверьте давление.

18.4.

Масляный охладитель

V2

Охладитель масла типа трубчатого охладителя и встроен в корпус модуля смазочного масла. Пакет труб (3) вставляется в рубашку и крепится с одного конца. Для обеспечения возможности расширения другой конец способен перемещаться в продольном направлении. Оба конца снабжены двумя уплотнительными кольцами (4) каждый. Смазочное масло вытекает из труб наружу, а охлаждающая вода втекает в трубы.

Пакет труб маслоохладителя изготовлен из медно-никелевого сплава, а водяные камеры – из чугуна.

18.4.1. Общее обслуживание охладителя смазочного масла

V2

- 1** Очистить и испытать охладитель гидравлическим давлением с интервалами, описанными в главе 04, или при необычно высоком росте температуры смазочного масла.
- 2** Сторона подачи воды может быть очищена более тщательно при полном демонтаже модуля с двигателя.
- 3** При очистке всегда проверять на предмет коррозии и испытывать гидравлическим давлением.



Предупреждение!

Лучше заменять пучок труб раньше, чем позже необходимости. Утечка воды в смазочное масло приведет к серьезным последствиям

18.4.2. Разборка охладителя смазывающего масла

V2

- 1 Открыть клапан (2) клапана термостата и слить масло из корпуса. Оставшееся в корпусе охладителя смазочное масло можно слить из пробки (7), см. Рис 18-4



Осторожно!

Соблюдать осторожность при открытии охладителя смазочного масла! Не смотря на слив в корпусе всегда будет оставаться небольшое количество смазочного масла.

- 2 Произвести дренаж с водяной стороны в необходимом количестве.
- 3 Отдать крепежные винты корпуса и снять комплектный клапан термостата НТ-контура (6) и уплотнение (5).
- 4 Снять свободные уплотнительные кольца (4).
- 5 Отметить положение пакета труб относительно рубашки.
- 6 Переместить пакет труб в направлении стороны корпуса клапана управления НТ-контуром до тех пор, пока нельзя будет добраться до второго уплотнительного кольца. Снять уплотнительное кольцо.
- 7 Снять пакет труб со стороны корпуса термостата смазочного масла.

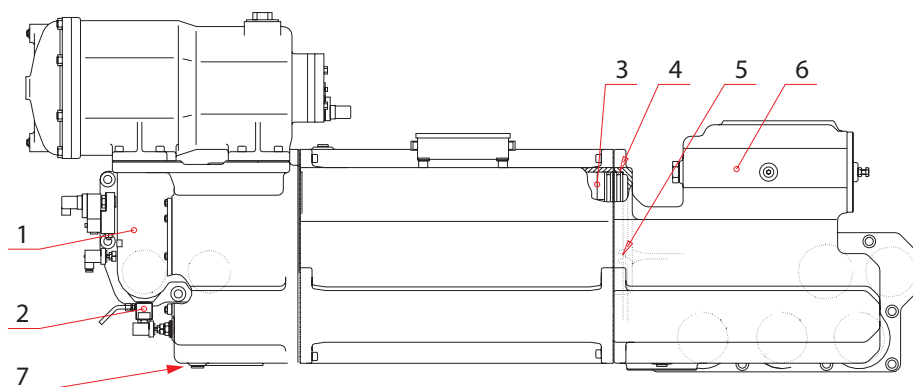
18.4.3. Сборка охладителя смазочного масла

V2

- 1 Проверить чистоту и царапины на всех поверхностях прокладок. Отремонтировать их и использовать новые уплотнительные кольца. Слегка смазать подходящей смазкой для уплотнительных колец.
- 2 Переместить пакет труб в рубашку. Проверить положение пакета труб при помощи упомянутых выше меток.
- 3 Установить уплотнительные кольца на свободную трубную решетку (с НТ стороны).
- 4 Переместить пакет труб в направлении стороны терморегулирующего клапана смазочного масла настолько, чтобы обнажились канавки под уплотнительные кольца.
- 5 Установить кольца О-образного сечения
- 6 Переместить пакет труб в направлении терморегулирующего клапана НТ-контур до тех пор, пока канавка под стопорные пластины не займет правильное положение.
- 7 Установить комбинированные уплотнительные/стопорные пластины.

- 8 Установить комплектный терморегулирующий клапан НТ-контура.
- 9 Установить комплектный терморегулирующий клапан смазочного масла.

Охладитель смазочного масла



1. Терморегулирующий клапан смазочной системы 2. Клапан для отбора пробы 3. Пакет труб 4. Кольцо О-образного сечения 5. Уплотнение 6. Терморегулирующий клапан НТ-контура 7. Пробка

Рис 18-4

401806 V1

18.4.4. Очистка охладителя смазочного масла со стороны подачи масла

V2

Загрязнение со стороны масла обычно незначительное. С другой стороны, возможное загрязнение будет очень сильно влиять на КПД охладителя.

Из-за конструкции пакет труб не может быть очищен механически с внешней стороны. Продуванием пара через пакет труб можно удалить слабое загрязнение.

При значительных загрязнениях следует использовать химические чистящие растворы, имеющиеся в продаже:

Щелочные обезжиривающие средства

Подходят для нормального обезжиривания, однако неэффективны для тяжелых консистентных смазок, отложений и нефтяного кокса. Требуется высокая температура. Всегда наливать обезжиривающее средство медленно в горячую воду, но никак не наоборот. После очистки тщательно промыть водой.

Углеводородные растворители

Включают в себя целый диапазон от растворов петролейного эфира до хлорированных углеводородов, например, трихлорэтилен. Эти продукты требуют осторожного обращения, так как они часто чрезвычайно летучие, токсичные и/или наркотичные.

Растворяющие эмульсии

Тяжелые загрязнения, например нефтяной кокс, часто можно растворить только при помощи этих растворов. На рынке доступно несколько торговых марок.



Предупреждение!

Для получения лучших результатов следует соблюдать инструкции изготовителей.

18.4.5. Очистка охладителя смазочного масла со стороны подачи воды

V2

Очистка должна проводиться без повреждения естественного защитного слоя на трубах. Используйте нейлоновые щетки. Металлические щетки могут повредить защитный слой.

Удалить рыхлый шлам и отложения щеткой 4V84F06. Прополоскать водой.

Если отложения на трубах - твердые, например, в случае карбоната кальция, то их можно удалить химически при помощи имеющихся в продаже средств. После такой обработки трубы следует промыть и, при необходимости, обработать раствором, который будет нейтрализовать остатки чистящего средства. Если таких указаний нет, то следуйте инструкциям производителя.

18.5.

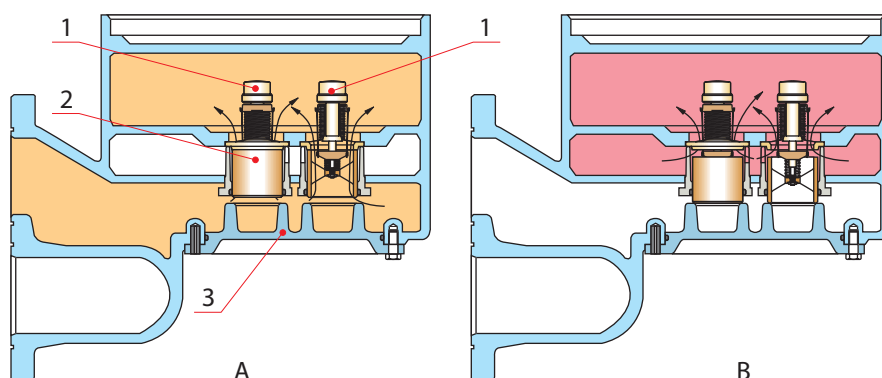
Терморегулирующий клапан

V2

На [Рис 18-5](#) показан клапан в закрытом положении (левом). Когда температура превышает номинальное значение, содержимое элементов (1) расширяется и выдавливает блок клапана (2) к торцевому фланцу, пропуская тем самым часть масла через охладитель. Эти перемещения происходят постоянно, что приводит к поддержанию правильной температуры смешанного масла.

По мере загрязнения охладителя температура будет подниматься на несколько градусов, что вполне нормально, так как клапан нуждается в некотором повышении температуры для увеличения расхода масла через охладитель.

Терморегулирующий клапан для смазочной системы



А. Положение "холодно" В. Положение "горячо"

1. Термочувствительные элементы 2. Клапанный узел 3. Торцевой фланец

Рис 18-5

401804 V1

18.5.1. Техобслуживание термостата масляной системы

V2

Обычно, клапан не нуждается в обслуживании. Причиной чрезмерного понижения температуры масла является неисправность терморегулятора, а чрезмерное повышение хотя и может вызываться неисправностью терморегулятора, утечками через кольцевые уплотнения, однако в большинстве случаев зависит от загрязнения охладителя.

- 1 Слейте охлаждающую жидкость ниже уровня клапана.
- 2 Снимите торцевой фланец корпуса термостата смазочного масла (3).
- 3 Снимите держатель термоэлемента, открутив винты и вынув элементы. При необходимости, используйте съемник 800122 и 800029 для держателя элемента.
- 4 Проверьте элемент, медленно нагрев его в горячей воде. Проверьте температуру начала открывания и полного открывания элемента. Эти значения можно найти прямо на термоэлементе или в главе 01, раздел 01.2. Нижнее значение температуры смазочного масла - это температура открывания, верхнее значение для полностью открытого клапана. Отмеченная на элементе установочная точка относится к температуре, когда элемент открыт наполовину.
- 5 Проверьте неисправный элемент и замените кольцевые уплотнения.

18.6.

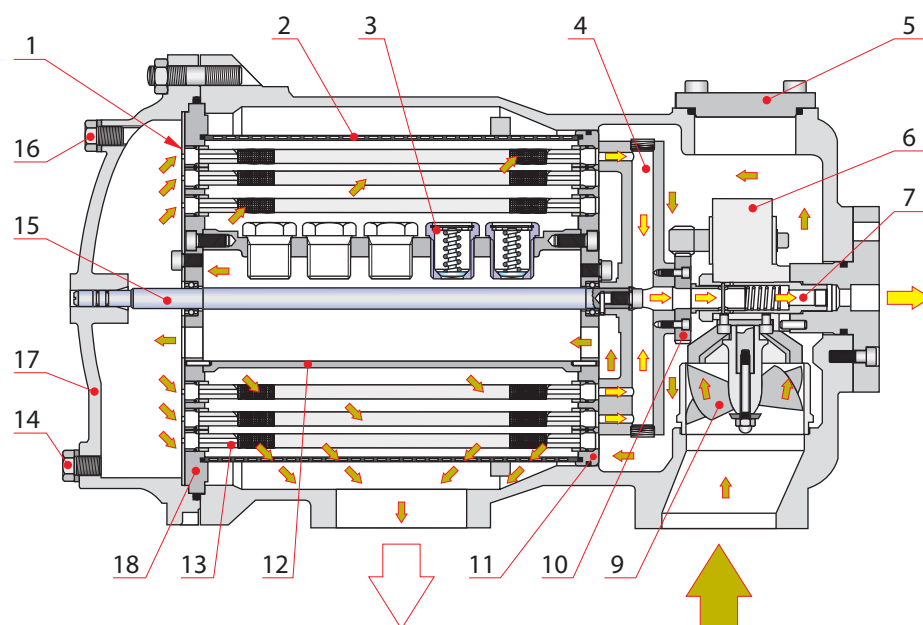
Автоматический масляный фильтр

V2

Фильтр полнопоточного типа, т. е. через него проходит весь поток масла.

Стрелками на [Рис 18-6](#) показано протекание масла через фильтр. Сначала масло проходит через впускной фланец и турбину (9) в правую часть свечевых фильтров (13). Часть потока, около 50 %, проходит через центральную соединительную трубу (12) в левую часть свечевых фильтров. Это означает, что масло протекает через свечевые фильтры с обоих концов изнутри наружу, и большая часть частиц грязи задерживается внутри свечей. Отфильтрованное таким образом масло затем пропускается через защитный фильтр (2) на выход фильтра.

Автоматический масляный фильтр



1. Закрывающая пластина 2. Защитный фильтр 3. Перепускные клапаны 4. Промывная лопатка 5. Фланец 6. Червячная передача 7. Промывная втулка 9. Турбина 10. Шестерня 11. Фильтрующая пластина 12. Центральная соединительная труба 13. Свечевые фильтры 14. Пробка 15. Промывной вал 16. Пробка 17. Крышка 18. Торцевая пластина

Рис 18-6

401805 V1

Энергия потока вращает турбину (9), установленную на впускном фланце. Высокая частота вращения турбины понижается червячной передачей, состоящей из червяка (6) и шестерни (10), до частоты, требуемой для вращения промывочной лопатки (4).

Индивидуальные фильтрационные свечи теперь подсоединены последовательно к центробежному фильтру посредством постоянно вращающейся промывной лопатки (4) и промывного вкладыша (7).

Нефильтрованное масло пропускается через имеющие оптимальную конструкцию отверстия пластины-крышки (1) в индивидуальные свечевые фильтры сверху. Получающийся вихревой поток в продольном направлении свечевых фильтров (обратное промывание поперечным потоком) и противоположный поток обратного промывания через свечевые фильтры приводит к особенно эффективному и длительному действию обратного промывания.

Пониженное давление внутри свечевых фильтров во время процесса обратного промывания (соединенных с центробежным фильтром) и повышенное давление (рабочее давление) снаружи свечевых фильтров создает встречный поток через сетку с чистой стороны фильтра через грязную сторону фильтра на центробежный фильтр.

Если по каким-либо причинам фильтрационные свечи (первая ступень фильтрования) перестают адекватно очищаться, перепускные клапаны (3) открываются при перепаде давления 2 бар и выше, и масло фильтруется только через защитный фильтр (2) (вторая ступень фильтрования).

Однако, прежде чем возникнет такая ситуация, установленный индикатор перепада давления выдаст предупредительный сигнал перепада давления (первый контакт). После этого должна быть найдена и устранена неисправность.

Если предупреждение не будет замечено, выдается аварийный сигнал вторым контактом индикатора перепада давления.

В такой аварийной ситуации фильтр может работать только очень короткое время (открытые перепускные клапаны и предупреждение о разности давления). Длительная работа в таком режиме может привести к повреждению деталей, расположенных после фильтра.

Перепускные клапаны закрыты при нормальных рабочих условиях, даже во время пуска, при низкой температуре жидкости.

18.6.1. Обслуживание автоматического фильтра смазочного масла

V2

Осмотры и обслуживание даже автоматических фильтров должны выполняться регулярно.

Исключительно важно помнить, что несмотря на постоянное обратное промывание со временем сетка может быть забита в зависимости от качества масла и сепарации.

Для того чтобы обеспечить безотказное функционирование, при обслуживании должны учитываться следующие аспекты:

- 1** Проверьте фильтр и соединения на отсутствие утечек.
- 2** Выполнять визуальный осмотр всех свечевых фильтров следует ежегодно.



Примечание!

Если превышение перепада давления происходит раньше, необходимо проверить все свечевые фильтры (13) и защитный фильтр (2) и, при необходимости, очистить, или заменить свечи новыми.

Сильно загрязненный защитный фильтр указывает на длительную работу с неисправными или засоренными свечевыми фильтрами и, вследствие этого (начиная с перепада давления в 2 бар), открытые перепускные клапаны.

Необходимо срочно проверить эти детали.

- 3** Проверить свободное перемещение блока червячной передачи (6), турбины (9), включая редуктор (10) с промывной лопаткой (4), см. [Рис 18-6](#).

С этой целью крышка (5) или резьбовая пробка должны быть сняты. Сейчас проверить свободное перемещение подходящим гаечным ключом (на шестиграннике блока червячной передачи).

- 4** Рекомендуется заменять свечевые фильтры через 2 года.
- 5** Заменять уплотнительные кольца. Рекомендуется заменять все уплотнительные кольца и уплотнения во время капитального ремонта и при открытии.

18.6.2. Осмотр и очистка свечевых фильтров

V2

- 1** Слить из фильтра масло, открыть пробку (16), затем открыть пробку (14) и после этого выпустить масло.

Выпущенное масло не заливайте вновь в систему, поскольку оно очень загрязнено.

- 2** Снимите крышку (17), открутив гайки, см. [Рис 18-6](#).

- 3** Полностью вынуть фильтрующий элемент, включая промывочную лопатку (4) и шестерню (10), из корпуса с помощью подходящего инструмента.



Примечание!

Убедиться в отсутствии повреждений на вынутой шестерне (10).

- 4** Снять пластину-крышку (1).
- 5** Снять торцевую пластину (18), открутив винты.
- 6** Свечевые фильтры (13) и защитный фильтр (2) теперь можно вынуть.
- 7** Поместить свечевые фильтры и защитный фильтр в подходящее чистящее средство или дизельное топливо для размокания в течение не более 24 часов.
- 8** После погружения очистить их снаружи внутрь с помощью высокого давления. Необходимо следить за тем, чтобы свечевые фильтры очищались при давлении не больше 60 бар и на расстоянии от чистящего сопла не меньше 20 см. В противном случае возможно повреждение сетки. Для того чтобы обеспечить оптимальный чистящий эффект, рекомендуется использовать специальный блок очистки высокого давления (деталь номер 471345) и очиститель (деталь номер 471346).
- 9** Очистить детали и проверить перепускные клапаны. При необходимости заменить изношенные детали.
- 10** Установить защитный фильтр (2) и торцевую пластину (18). Следить за положением направляющего штифта.
- 11** Перед тем, как устанавливать свечевые фильтры, их следует визуально осмотреть, поврежденные свечи следует заменить.



Примечание!

Запрещается повторно использовать поврежденные свечевые фильтры.

- 12** Установить свечевые фильтры на место скошенным концом в сторону промывной лопатки.

Перед установкой собранного фильтрующего элемента необходимо проверить легкость перемещения промывного устройства.

Промывная лопатка (4) не должна прикасаться к фильтровальной пластине (11).

- 13** Вставить весь фильтрующий элемент в корпус. Слегка поворачивая промывочный вал (15), ввести шестерню (10) в зацепление с шестерней передачи (6). Собрать фильтр в последовательности, обратной описанной выше.

18.7.

Центробежный фильтр

V2

Байпасный фильтр центробежного типа устанавливается в качестве дополнения к автоматическому фильтру.

Фильтр состоит из корпуса (1) с закаленным стальным валом (5), на котором свободно вращается динамически сбалансированный ротор (3). Масло проходит сквозь корпус до центрального вала в роторе.

Масло поступает из центральной трубы (13) в верхнюю часть ротора, где оно испытывает большую центробежную силу, и загрязнения отлагаются на стенках ротора, образуя тяжелый шлам.

Масло затем проходит из отделения очистки в трубу-стойку (4) и нижнюю часть ротора, который несет на себе два промывных сопла (16). Прошедшее через сопла чистое масло возвращается через корпус фильтра в масляный поддон двигателя.

Масло проходит через отсечной затвор (2) из корпуса в нижнюю часть ротора и приводные сопла (15), создающие приводной момент ротора, и далее возвращается через корпус фильтра в масляный поддон двигателя.

18.7.1. Очистка центробежного фильтра

V2

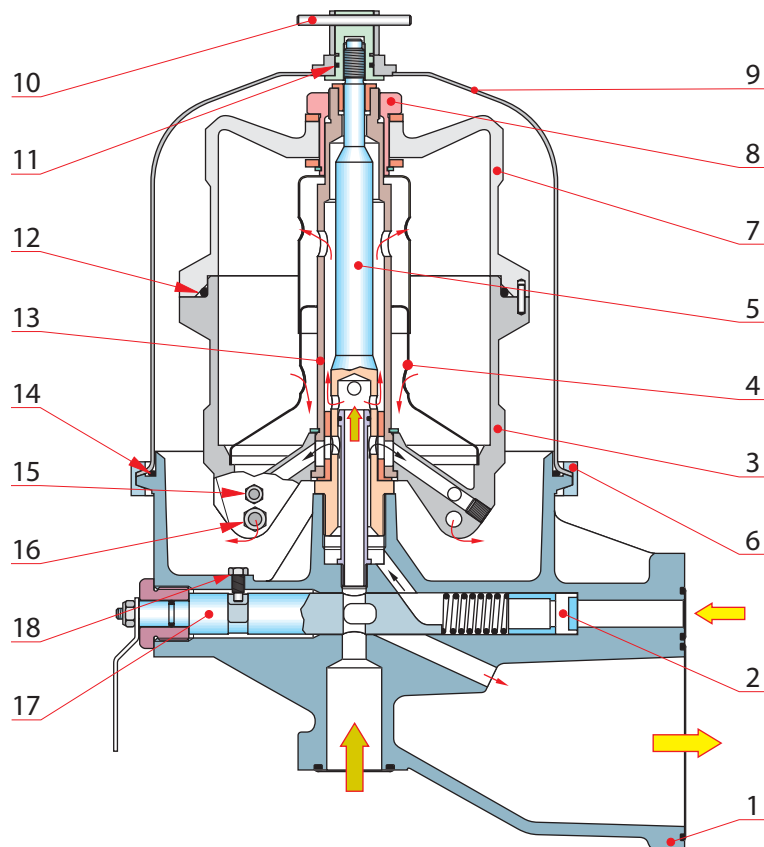
Выполнение регулярных чисток фильтра (глава 04) имеет важное значение, так как в нем собирается большое количество загрязнений.

Если при рекомендуемой периодичности очистки в фильтре накапливаются отложения максимально допустимой толщины (слой толщиной 18 мм), фильтр следует очищать чаще .

На работающем двигателе, закрыв клапан на фильтре, произведите его чистку в следующем порядке:

- 1 Перекрыть фильтр, закрыв клапан (17), см. Рис 18-7.

Центробежный фильтр



1. Корпус фильтра 2. Затвор отсечного клапана 3. Нижняя часть ротора 4. Напорная труба 5. Шток 6. Зажимное кольцо крышки 7. Колпак ротора 8. Гайка 9. Крышка корпуса 10. Гайка крышки 11. Кольцо О-образного сечения 12. Кольцо О-образного сечения 13. Центральная труба 14. Кольцо О-образного сечения 15. Сопло для приводящего масла 16. Сопло для промывного масла 17. Отсечной клапан

Рис 18-7

401808 V2

- 2 Освободить зажим (6) крышки фильтра и снять.
- 3 Открутить гайку крышки (10) и, подняв крышку корпуса фильтра (9), снять ее. Проверить верхний подшипник и опорный сегмент подпятника на наличие износа или повреждения. Осмотреть уплотнительное кольцо (11) на отсутствие повреждений. При необходимости заменить.
- 4 Поднять узел ротора и дать маслу стечь из сопел перед тем, как извлекать ротор из корпуса фильтра. Удерживая корпус ротора, открутить гайку крышки ротора (8). Отделить крышку ротора от корпуса ротора и снять центральную вертикальную трубу (4).

- 5** Измерить толщину отложений для оценки будущих интервалов чистки.
- 6** Удалить отложения изнутри крышки ротора и корпуса ротора с помощью деревянного шпателя или деревянного бруска подходящей формы и протереть дочиста. Если ранее была установлена бумажная прокладка, удалить эту прокладку, содержащую отложения, из ротора и выбросить. Установить новую бумажную прокладку.
- 7** Вычистить сопла латунной проволокой, чтобы гарантировать свободный проход масла. Убедиться, что отверстия стержня свободны от отложений. Осмотреть цапфы стержня, чтобы убедиться в отсутствии повреждений или чрезмерного износа. Осмотреть уплотнительное кольцо (12) на отсутствие повреждений. При необходимости заменить.
- 8** Вычистить и промыть центральную вертикальную трубу, чтобы не забивались отверстия фильтровальной сетки.
- 9** Собрать узел ротора и затянуть верхнюю гайку (8) с моментом 60 Нм.



Предупреждение!

Превышение момента затяжки верхней гайки ротора может привести к дисбалансу ротора, что будет влиять на пропускную способность фильтра.

- 10** Осмотреть цапфы стержня, чтобы убедиться в отсутствии повреждений или чрезмерного износа. Осмотреть уплотнительное кольцо (11) на отсутствие повреждений. При необходимости заменить.
- 11** Собрать фильтр полностью. Убедиться, что узел ротора свободно вращается, затем установить на место крышку корпуса фильтра и закрепить зажим крышки фильтра.
- 12** Проверить все соединения и стыки на наличие утечки при работающем фильтре. Следующие этапы с 13 по 15 необходимы только при появлении течи из отсечного клапана (17).



Примечание!

Двигатель должен быть остановлен перед демонтажем отсечного клапана.

- 13** Открутить гайку и снять ручку для отсечного клапана. Открутить установочный винт внутри корпуса фильтра.

- 14 Отвернуть установочную гайку и снять корпус отсечного клапана, пружину и затвор. Убедиться, что пружина и затвор не повреждены и свободно перемещаются. Осмотреть уплотнительное кольцо на отсутствие повреждений. При необходимости заменить.
- 15 Собрать клапанный узел.

18.8.

Насос предварительной смазки

V2

Насос шестеренчатого типа, с приводом от электрического двигателя. Насос снабжен настраиваемым клапаном регулирования давления (2), [Рис 18-8](#). Давление следует ограничивать до максимального значения, примерно 2 бар путем выкручивания регулировочного винта в конечное положение для предотвращения перегрузки электрического двигателя при работе с очень холодным маслом.

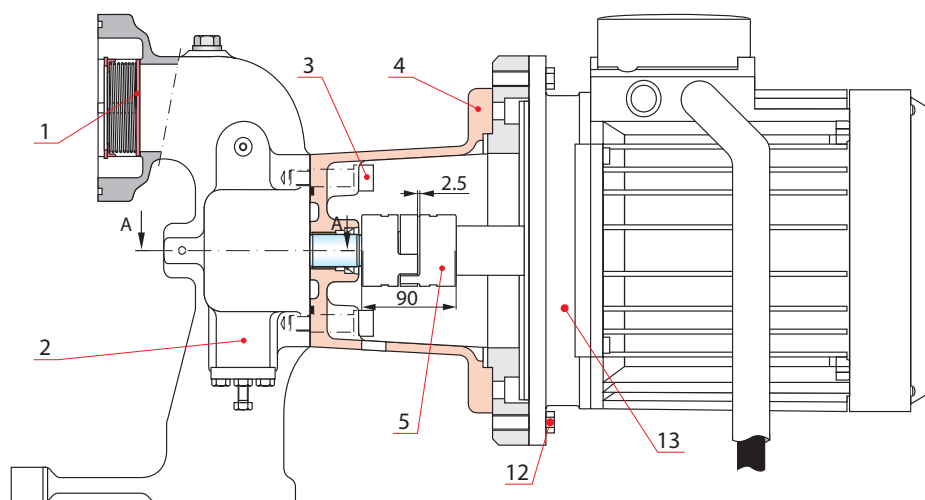
**Примечание!**

Соблюдать осторожность при регулировке давления путем откручивания регулировочного винта: может вытечь масло.

**Примечание!**

Не запускать насос предварительной смазки при работающем двигателе, иначе из-за перегрева может быть поврежден сальник вала.

Насос предварительной смазки с электроприводом



1. Невозвратный клапан 2. Клапан регулирования давления 3. Винт
4. Кронштейн 5. Муфта 12. Винт 13. Электродвигатель

Рис 18-8

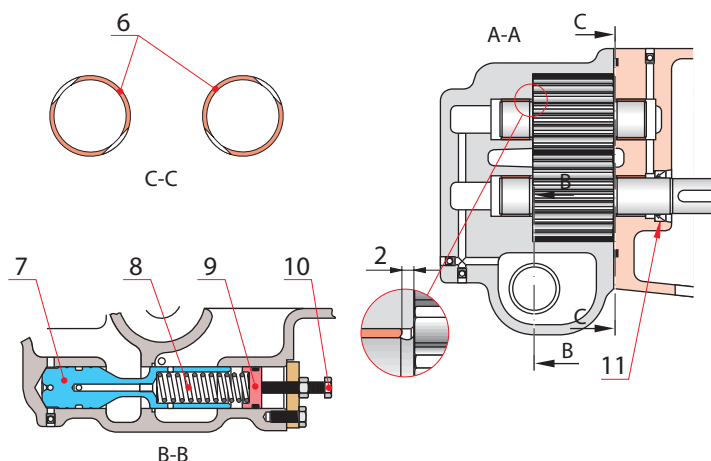
401809 V1

18.8.1. Демонтаж насоса предварительной смазки V2

- 1 Разобрать и осмотреть регулирующий клапан согласно раздела 18.9.
- 2 Снять полумуфту и ключ, ослабив крепежный винт.
- 3 Снять кронштейн (4) электродвигателя, открутив винты (3).

- 4 Вынуть зубчатые колеса, без использования инструментов.

Насос предварительной смазки



6. Втулка подшипника 7. управляющий поршень 8. Пружина 9. Держатель пружины 10. Регулировочный винт 11. Осевой уплотнитель

Рис 18-9

401807 V1

18.8.2. Осмотр насоса предварительной смазки

V2

- 1 Проверить состояние всех деталей в отношении их износа (глава 06., раздел 06.2) и заменить изношенные детали.
- 2 Удалить изношенные подшипники из корпуса механической обработки и из крышки втулку подшипника приводной шестерни подходящей оправкой, а остальное - механической обработкой.
- 3 Установить новые подшипники (рекомендуется замораживание) таким образом, чтобы подшипники были на 2 мм ниже уровня крышки и корпуса, Рис 18-9. Следить за тем, чтобы канавки смазки подшипника сдвинулись в правильное положение в соответствии с сечением C-C на рисунке.
- 4 Проверить диаметр подшипника после установки. Проверить осевой зазор шестерни (см. главу 06., раздел 06.2).

18.8.3. Сборка насоса предварительной смазки

V2

- 1 Перед установкой зубчатых колес все контактные поверхности нужно очистить и смазать.

- 2** Установите аксиальное уплотнение (11) в крышку и смажьте его маслом.
- 3** Установить кронштейн (4) Проверить целостность кольцевого уплотнения и его расположение.
- 4** Затянуть винты (3) до момента указанного в главе 07, раздел 07.1.
- 5** Установить ключ и соединительную половину Проверить состояние резины соединения и заменить при необходимости.
- 6** Установить электродвигатель и затянуть винты.
- 7** Проверить расстояние между половинами соединения и отрегулировать при необходимости, см. [Рис 18-8](#).

18.9.

Клапан регулирования давления для насоса предварительной смазки

V2

Клапан регулирования давления (см. [Рис 18-9](#)) встроен в корпус насоса предварительной смазки и регулирует давление масла на входе двигателя, отводя избыток масла непосредственно со стороны нагнетания насоса на сторону всасывания.

Это давление воздействует на управляющий поршень (7), и пружина (8) натягивается для уравнивания этой силы при требуемом давлении. Более высокое давление масла достигается натяжением пружины винтом (10).

18.9.1. Обслуживание клапана регулировки давления для насоса предварительной смазки

V2

- 1** Разобрать все движущиеся части. Проверить их на износ и заменить изношенные или поврежденные детали новыми.
- 2** Осторожно очистить клапан.
- 3** При сборке убедитесь, что детали не заедают.

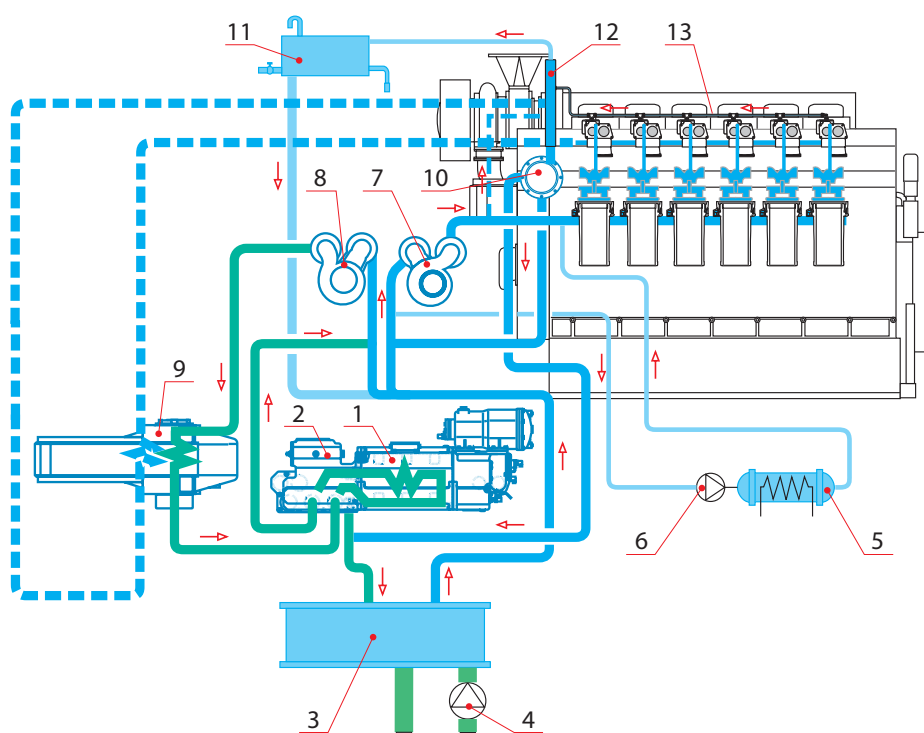
19. Система водяного охлаждения

V2

Охлаждение данного двигателя осуществляется закрытой жидкостной системой охлаждения, разделённой на высокотемпературный контур (ВТ) и низкотемпературный контур (НТ). Жидкость охлаждается в отдельном центральном охладителе.

Оба контура оснащены клапанами регулирования температуры.

Система охлаждения



1. Масляный охладитель 2. Терморегулирующий клапан ХВ контура 3. Центральный охладитель 4. Насос охлаждающей жидкости 5. Предварительный нагреватель 6. Водяной насос предпускового нагрева 7. Насос ВТ-охлаждающей жидкости 8. Насос НТ-жидкости 9. Охладитель нагнетаемого воздуха 10. Терморегулирующий клапан ГВ-контура 11. Расширительный бак 12. Водяная камера 13. Вентиляционные трубы от мультиканала

Рис 19-1

401906 V1

19.1. ВТ контур

V2

Контур ГВ охлаждает цилиндры и головки цилиндров.

Центробежный насос (7) прокачивает воду через контур ГВ. Из насоса вода поступает в распределительный канал, который отлит в теле блока двигателя. Из распределительных каналов вода поступает в водяные рубашки цилиндров и далее через соединительные детали к головкам цилиндров, где она направляется промежуточным ярусом и обеспечивает эффективное охлаждение входящей в контакт с пламенем пластины, форсунок и седел выпускных клапанов. От головки цилиндров вода поступает через мультиканал в собирающий канал. Если на двигателе установлен двухстадийный охладитель нагнетаемого воздуха, то вода проходит через охладитель нагнетаемого воздуха к терморегулирующему клапану, который поддерживает температуру на требуемом уровне.

В зависимости от типа используемого турбонагнетателя параллельно потоку в цилиндры часть воды направляется в турбонагнетатель.

19.2. Удаление воздуха и регулирование давления контура ГВ

V2

Для вентилирования системы к камере (12) подсоединяется трубопровод охлаждающей воды турбонагнетателя и вентиляционная труба от мультиканалов. От этой камеры вентиляционная труба направляется к расширительному баку (11), от которого компенсационная труба подсоединяется к впускной трубке насосов (7 и 8). Перед насосами требуется создать статическое давление 0,7 - 1,5 бар. Если невозможно расположить расширительный бак достаточно высоко для обеспечения этого давления, в системе необходимо создать повышенное давление.

19.3. НТ контур

V2

НТ контур состоит из охладителя нагнетаемого воздуха (9) и охладителя смазочного воздуха (1), через который насос (8) с дизайном, похожим на насос ВТ, перекачивает воду. Температурой в контуре управляет терморегулирующий клапан (2), который поддерживает температуру на необходимом уровне. Необ-

ходимое охлаждение обеспечивается центральным охладителем (3). Эта система, внешняя по отношению к двигателю, имеет различную конструкцию на разных установках.

19.4. Предварительный нагрев системы охлаждающей воды

V2

Во время предпускового нагрева контура, контур нагревателя с насосом (6) и нагреватель (5) подсоединяются в ВТ-контур перед двигателем. Обратные клапаны в контуре заставляют воду течь в правильном направлении.

Перед пуском ВТ контур разогревается до 50...70°C отдельным нагревателем. Это имеет важнейшее значение при пуске и работе на холостом ходу на тяжелом дизтопливе.

19.5. Мониторинг системы охлаждающей воды

V2

Превышение температур, указанных в главе 01., раздел [01.2](#), не допускается.

Манометры на панели измерительных приборов указывают давление в ВТ-контуре и НТ-контуре после насосов. Значения давления зависят от оборотов и установки. Рекомендуемые значения см. в главе 01., разделе [01.2](#).

На выпуске воды в ВТ-контуре после двигателя предусмотрено предупредительное реле и, в зависимости от установки, переключатель останова. Главные двигатели обеспечиваются предупредительными реле для низкого давления в ВТ- и НТ-контуре.

Дополнительные сведения см. в главе [23](#).

19.6.

Обслуживание системы охлаждающей воды

V2

Для обеспечения правильной и бесперебойной работы двигателя его монтаж – включая системы расширительного бака, вентиляции, предварительного разогрева, герметизации под давлением – следует выполнить в строгом соответствии с указаниями завода-изготовителя.

Охлаждающая жидкость должна быть обработана согласно рекомендациям в главе 02., раздел [02.3](#), для предупреждения коррозии и образования отложений.

При возникновении риска замерзания слейте охлаждающую воду из всех каналов. Избегайте замен охлаждающей жидкости. Сохраняйте слитую жидкость и используйте ее повторно.

Перед повторным запуском двигателя не забыть закрыть дренажную систему и открыть подсоединения охлаждающей воды.

19.6.1. Очистка системы охлаждающей воды

V2

В полностью замкнутых системах загрязнение будет минимальным, если охлаждающая вода очищается в соответствии с указаниями в главе 02., раздел [02.3](#). В зависимости от качества охлаждающей воды и эффективности очистки с течением времени полости охлаждающей воды будут более или менее загрязнены. Отложения на водяных рубашках гильз цилиндров, головках цилиндров и пакетах труб охладителя следует удалять, поскольку они могут нарушить передачу тепла охлаждающей воде и, таким образом, вызвать серьезное повреждение.

Необходимость чистки следует визуально проверять, особенно в течение первого года эксплуатации. Это можно делать путем тщательного осмотра гильзы цилиндра и проверки наличия загрязнения и отложений на водяной рубашке и блоке.

Отложения могут иметь самую разнообразную структуру и консистенцию. В принципе, их можно удалять механически и/или химически, как описано ниже. Более подробные инструкции по очистке охладителей приведены в главе 18., раздел [18.4](#).

1 Механическая чистка

Большая часть отложений состоит из неплотно сидящего шлама и твёрдых частичек, которые легко могут быть удалены щёткой или смыты водой.

В местах с лёгким доступом, например, на гильзах цилиндров, эффективной является механическая чистка более твёрдых отложений.

В некоторых случаях рекомендуется сочетать химическую чистку с последующей механической, так как отложения могут быть растворены в процессе химической обработки, оставаясь однако на своих местах.

2 Химическая очистка

Узкие водяные полости (например, в головках цилиндров, охладителях) можно очистить химически. Временами может возникать необходимость обезжиривания водяных полостей, если отложения похожи на смазку (см. главу 18., раздел 18.4).

Отложения, главным образом состоящие из известняка, можно легко удалить обработкой кислым раствором. Напротив, отложения, состоящие из сульфата кальция и силикатов, удалить химически будет трудно. Однако обработка может иметь определенный растворяющий эффект, который позволит очистить отложения щеткой только при наличии доступа.

На рынке имеется множество целесообразных веществ на кислотной основе (поставляемых, например, компаниями, упомянутыми в конце главы 02. См. перечень одобренных добавок в охлаждающую воду и системы обработки).

Чистящие средства должны содержать присадки (ингибиторы) для предотвращения коррозии металлических поверхностей. Для достижения лучших результатов всегда следует соблюдать инструкции изготовителей.

После очистки тщательно промыть для удаления остатков чистящих средств. Если возможно, обработать поверхности щеткой. Снова промыть водой и далее 5-процентным раствором карбоната натрия (сода для стирки), чтобы нейтрализовать возможные кислотные остатки.

19.7.**Насос охлаждающей жидкости**

V2

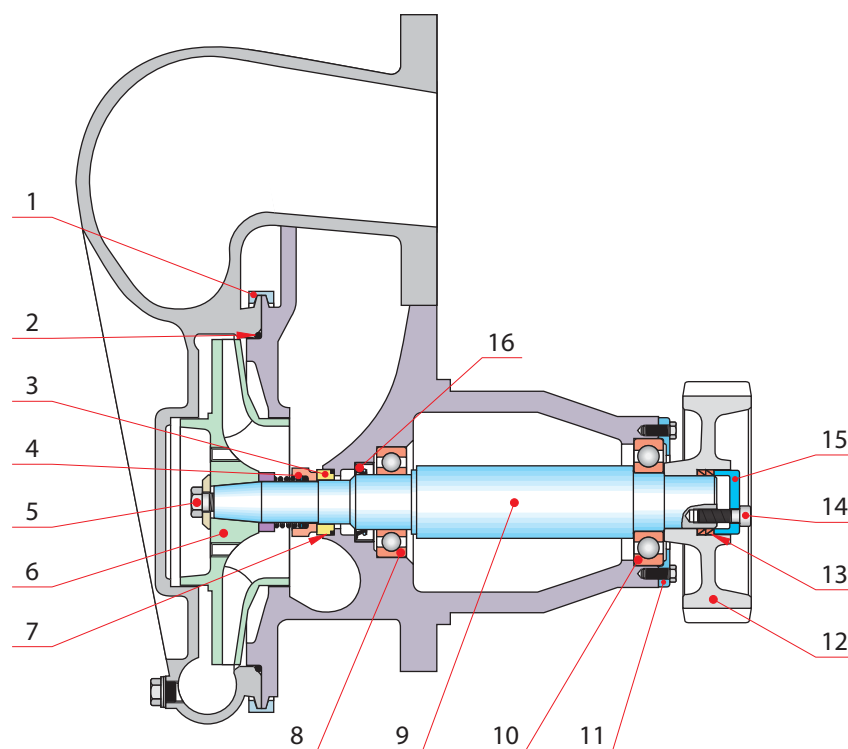
Насос охлаждающей жидкости центробежного типа приводится зубчатой передачей на задней стороне двигателя. Вал изготовлен из кислотостойкой стали, крыльчатка (6) и другие детали - из чугуна.

Вал крепится в двух шариковых подшипниках (8) и (10), которые смазываются маслом, поступающим под давлением через отверстие в корпусе подшипника. Уплотнение вала (16) предотвращает утечки масла и, одновременно, попадание грязи и воды.

Шестерня (12) крепится на валу коническими кольцевыми элементами (13). При затяжке винтов (14) кольца создают давление между шестерней и валом. Благодаря силе трения усилия от шестерни передается на вал насоса.

Водяная сторона насоса оборудована механическим уплотнением вала. Кольцо (4) вращается вместе с валом и уплотнениями против кольцевого уплотнения. Пружина прижимает вращающееся кольцо к фиксированному (3), которое уплотнено относительно корпуса кольцевым уплотнением (7). Возможные утечки воды через уплотнение будут поступать через контрольное отверстие в днище насоса.

Насос охлаждающей жидкости



1. Зажим крышки 2. Кольцо O-образного сечения 3. Неподвижное кольцо 4. Уплотнение вала 5. Винт 6. Рабочее колесо 7. Кольцо O-образного сечения 8. Подшипник 9. Вал 10. Подшипник 11. Стопор подшипника 12. Ведущая шестерня 13. Фрикционные кольца 14. Винт 15. Прижимная пластина 16. Уплотнение

Рис 19-2

401901 V1

19.7.1. Обслуживание водяного насоса

V2

Обычные работы по обслуживанию, например демонтаж крыльчатки или замена механического уплотнителя, могут выполняться без демонтажа всего насоса с двигателя.

Проверку насоса производить с интервалами согласно рекомендациям главы 04 или немедленно, если возникнет утечка охлаждающей жидкости или масла.

Время от времени проверять, чтобы контрольное отверстие было открыто.

19.7.1.1. Разборка и сборка рабочего колеса

V2

- 1** Снимите спиральный кожух, ослабив защелку (1) и крепежные винты.
- 2** Ослабьте болт крепления крыльчатки (5).
- 3** Извлеките крыльчатку при помощи съемника 837055.
- 4** При установке крыльчатки на место, затяните болт с моментом, указанным в главе 07, раздел 07.1.
- 5** При установке спирального кожуха на место проверить целостность и расположение кольцевого уплотнения (2) и кольцевых уплотнений невозвратных клапанов между насосом и крышкой насоса двигателя. Проверить расположение спирального корпуса.
- 6** Установить зажим и затянуть винты.

19.7.1.2. Разборка и сборка механического уплотнения вала

V2

- 1** Снимите крыльчатку в соответствии с пунктом а) выше.
- 2** Осторожно разберите все уплотнения Уплотняющие кольца очень хрупкие.
- 3** Соблюдайте особую осторожность при работе с уплотняющими поверхностями - даже небольшая царапина может нарушить герметичность.
- 4** Замените уплотнение целиком при наличии утечки или его поверхность неровная, подверглась коррозии или изношена. Старайтесь не касаться поверхностей пальцами.
- 5** Соберите компоненты в правильном порядке и установите крыльчатку в соответствии с пунктом а) выше. Не забудьте установить тонкую шайбу между пружиной и кольцевым уплотнением.

19.7.1.3. Замена подшипников и уплотнения вала

V2

- 1 Демонтировать насос с двигателя.
- 2 Разобрать крыльчатку и механический уплотнитель в соответствии с приведенными выше рис. а) и б).
- 3 Ослабить винты (14) и снять прижимную пластину (15).
- 4 Вытянуть зубчатое колесо без использования инструмента. Если не удастся извлечь зубчатое колесо, то помогут несколько ударов молотком без отдачи. (Конические кольцевые элементы (13) открепляются вместе с зубчатым колесом).

**Предупреждение!**

Использование извлекающего устройства только повредит вал (осевые царапины).

- 5 Ослабить держатель подшипника (11), открутив винты, и вытащить вал и подшипник.
- 6 Проверить уплотнение (16) и подшипники на предмет износа или повреждений. Если уплотнение подтекает, выбить его при помощи подходящей выколотки из латуни.
- 7 Снять подшипники. Прижать подшипник за его внутреннее кольцо при помощи подходящей трубки.
- 8 Осмотреть вал на предмет износа и повреждений.
- 9 Смазать новое уплотнение и установить его, прижав к выступу.
- 10 Смазать втулку и прижать подшипник за его внутреннее кольцо при помощи подходящей трубки. См. Рис 19-3А.
- 11 Повернуть вал, как показано на Рис 19-3В.
- 12 Смазать втулку и прижать подшипник за его внутреннее кольцо при помощи подходящей трубки. См. Рис 19-3В.

- 13** Повернуть корпус, как показано на Рис 19-3С и смазать внешние поверхности подшипников. Вдавить вал в корпус за внутреннее и внешнее кольцо подшипника с помощью подходящей трубки.

Установка подшипников

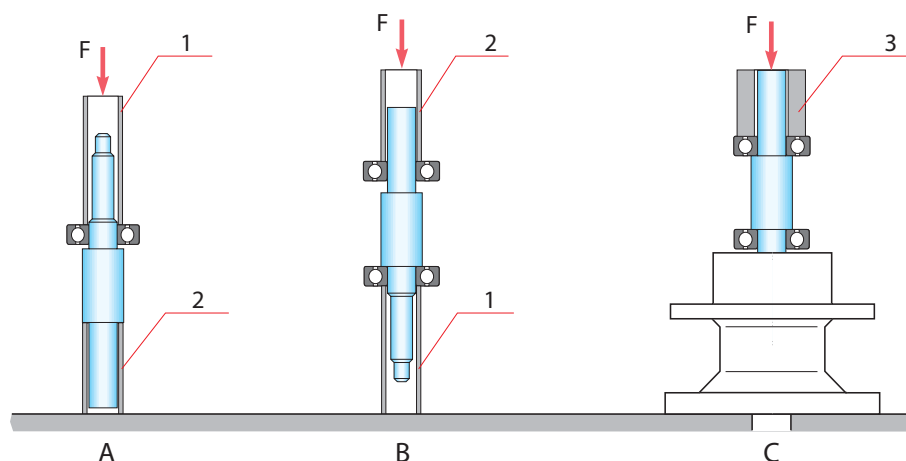


Рис 19-3

321956 V2

- 14** Установить держатель подшипника (11) и закрутить винты.
- 15** Перед установкой зубчатого колеса все контактные поверхности нужно очистить и смазать.
- 16** Установить зубчатое колесо и конические кольцевые элементы (13).



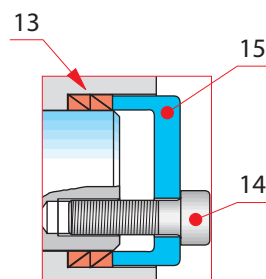
Предупреждение!

Установить конические кольцевые элементы в точности, как это показано на Рис 19-4. Конические кольцевые элементы должны становиться на место легко и не должны заклинивать.

- 17** Установить прижимную пластину (15).
- 18** Немного затянуть винты и проверить, в правильном ли положении находится зубчатое колесо.
- 19** Затянуть винты с моментом, который указан в главе 07, раздел 07.1.
- 20** Собрать крыльчатку и механический уплотнитель, как показано на расположенном выше рис. а) и б).

21 Установить насос на двигатель.

Монтаж шестерни на насосе охлаждающей жидкости



13. Фрикционные кольца 14. Винт 15. Прижимная пластина

Рис 19-4

401907 V1

19.8.

Система регулирования температуры

V2

НТ контур осташен фиксированным термостатом, установленным на смазочном модуле для поддержания температуры воды на выходе НТ контура.

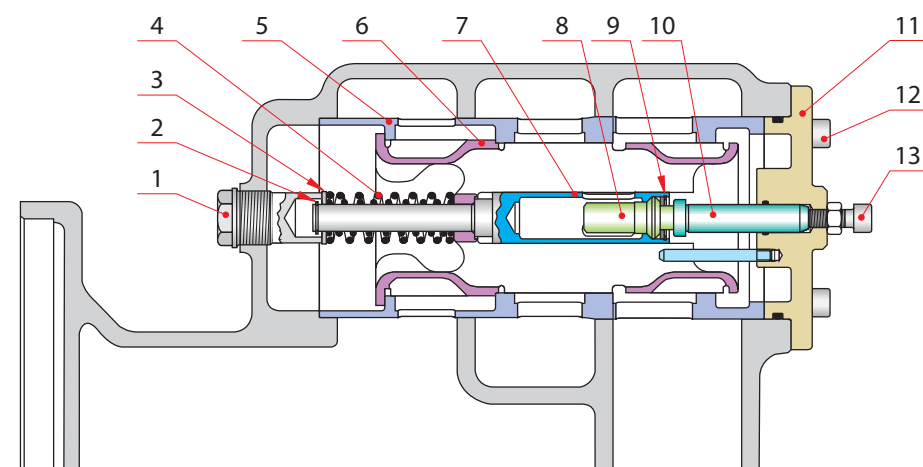
ВТ контур также осташен фиксированным термостатом, установленным внутри верхней части крышки насоса для поддержания температуры воды на выходе ВТ контура.

19.8.1. Терморегулирующий клапан ХВ

V2

Клапан термостата НТ-контура встроен в торец охладителя смазочного масла. Пружины (4) удерживают управляющий поршень (6) в правильном (низкотемпературном) положении. Когда температура поднимается, элемент (8) напротив направляющий штифт расширяется (10) и перемещает управляющий поршень (6) в положение охлаждения до тех пор, пока не будет достигнуто устойчивое состояние.

Терморегулирующий клапан ХВ



1. Пробка 2. Стопорное кольцо 3. Шайба 4. Пружины 5. Цилиндр управления 6. Управляющий поршень 7. Держатель элемента 8. Термостатический элемент 9. Стопорное кольцо 10. Направляющий штифт 11. Торцевой фланец 12. Винт 13. Регулировочный винт

Рис 19-5

401902 V1

19.8.1.1. Обслуживание терморегулирующего клапана ХВ

V2

Обычно обслуживание не требуется. Причиной чрезмерного понижения температуры воды является неисправность терморегулятора, а чрезмерное повышение хотя и может вызываться неисправностью терморегулятора, однако в большинстве случаев зависит от загрязнения центрального охладителя.

В процессе обычных ремонтных операций, т. е. при смене чувствительного элемента, нет необходимости снимать управляющий цилиндр (5) или поршень (6).

- 1 Слейте воду из системы охлаждения.
- 2 Сбросьте давление пружины открутив регулировочный винт (13), см. Рис 19-5.
- 3 Снимите крышку (11) открутив винты (12).
- 4 Снимите пробку (1) и нажмите на контрольный поршень (6), преодолев силу пружины до освобождения стопорного кольца (2).
- 5 Снимите держатель элемента (7) с элементом, пружинами (4) и шайбой (3).
- 6 Снимите контрольный поршень (6) с контрольным цилиндром (5). Используйте съемники 800131 и 800063.

- 7** Снимите стопорное кольцо (9) и термостатирующий элемент (8).
- 8** Проверить чувствительный элемент слегка нагрев его в воде. Проверьте температуру начала открывания и полного открывания элемента. Эти значения можно найти прямо на термозlemente или в главе 01, раздел 01.2. Нижнее значение температуры воды - это температура открывания, верхнее значение - для полностью открытого клапана.

Уставка, указанная на элементе, является величиной, при которой элемент открывает клапан наполовину.
- 9** Проверьте неисправный элемент и замените кольцевые уплотнения.
- 10** Соберите клапан в обратном порядке.

19.8.1.2. Регулировка терморегулирующего клапана ХВ

V2

- 1** Повернуть регулировочный винт (13) по часовой стрелке до достижения контакта между направляющим штифтом (10) и элементом термостата (8).
- 2** Повернуть регулировочный винт на пол-оборота против часовой стрелки.

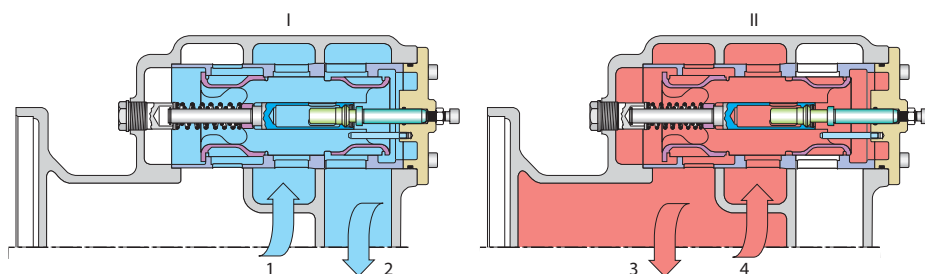
- 3** Удерживая регулировочный винт, и затянуть контргайку.



Примечание!

Процедуру регулировки нужно осуществлять на холодном двигателе.

Поток охлаждающей жидкости в НТ терморегулирующем клапане



I Холодный двигатель II Прогретый двигатель

1. От масляного охладителя 2. Перепуск 3. На охладитель 4. От масляного охладителя

Рис 19-6

401903 V1

19.8.2. Терморегулирующий клапан ГВ-контура

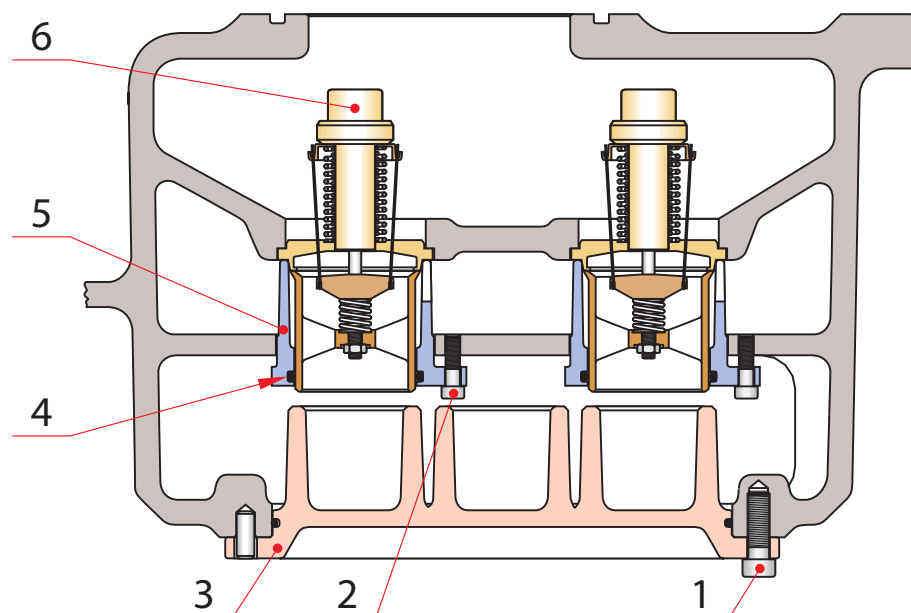
V2

Клапан термостата ВТ-контура встроен в крышку насоса на задней стороне двигателя. Он оборудован трехпозиционным клапаном прямого действия, в котором вода непосредственно вынуждается течь в требуемом направлении. Когда двигатель запущен и еще не прогрелся, клапан термостата ВТ-контура является причиной того, что вся вода непосредственно обводится обратно в насос, тем самым, обеспечивая самый быстрый возможный период прогрева. После прогрева надлежащее количество воды обводится и автоматически смешивается с холодной водой, возвращающейся из теплообменника или другого охлаждающего устройства, для получения требуемой температуры воды на выходе ВТ-контура. Если когда-либо потребуются, клапан термостата ВТ-контура отключит непосредственно обводную линию в целях максимального охлаждения. Благодаря трехнаправленному действию клапана поток воды через насос и двигатель все время остается постоянным, и не требуется ограничение производительности насоса, когда двигатель холодный.

На клапане термостата ВТ-контура никогда не требуется выполнять какие-либо регулировки. Температура навсегда задается на заводе. Температуру можно изменить только путем замены термозлементов в сборе, которую легко выполнить, отвинтив крышку. Клапан ВТ-контура полностью автономный, и нет никаких наружных баллонов или трубопроводов, которые можно было бы повредить или сломать. Нет никаких сальниковых манжет, которые надо затягивать, и нет деталей, которые надо смазывать.

Исполнительный орган использует энергию расширения содержимого термочувствительного элемента (2), Рис 19-7, которое остается в полутвердом состоянии и обладает высокой чувствительностью к изменениям температуры. Большая часть расширения происходит во время плавления в течение примерно двух минут при изменении температуры на примерно 8,5°C.

Терморегулирующий клапан ГВ-контура



1. Винт 4. Кольцо O-образного сечения 2. Винт 5. Держатель элемента
3. Крышка 6. Термостатический элемент

Рис 19-7

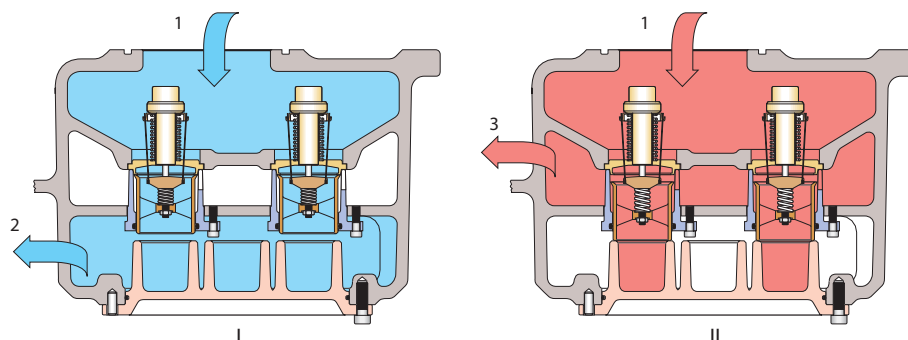
401904 V1

Термостат ВТ контура оснащен четырьмя чувствительными элементами (рядный двигатель) и шестью элементами (V-образный двигатель). Поскольку поток направляется либо на перепуск, либо в теплообменник, отказ одного элемента не вызовет изменения перепада давления.

Содержимое элементов обладает почти бесконечной термо-ЭДС при нагреве и непосредственно уплотняется. Когда элементы нагреваются, эта ЭДС передается на поршень, тем самым,

перемещая скользящий клапан в направлении седла (5), чтобы обойти закрытое положение. Этой ЭДС противодействует повышенное усилие пружины, которое перемещает скользящий клапан к закрытому положению теплообменника, когда элементы охлаждаются. Доступная при нагреве повышенная сила является основой отказобезопасности, при которой отказ элемента не приводит к работе двигателя без прогрева.

Движение воды через термостат ВТ контура



I Холодный двигатель II Прогретый двигатель

1. С двигателя 2. Перепуск 3. На охладитель

Рис 19-8

401905 V1

19.8.3. Обслуживание терморегулирующего клапана ГВ

V2

Обычно обслуживание не требуется. Причиной чрезмерного понижения температуры воды является неисправность терморегулятора, а чрезмерное повышение хотя и может вызываться неисправностью терморегулятора, однако в большинстве случаев зависит от загрязнения центрального охладителя.

- 1 Слейте воду из системы охлаждения.
- 2 Снимите крышку (3), открутив винты (1), см. [Рис 19-7](#).
- 3 Открутите винты (2) и снимите термостатирующие элементы (6) с держателями (5). При необходимости используйте съемник 800122 и 800029 для держателя элемента.

- 4** Проверить чувствительный элемент слегка нагрев его в воде. Проверьте температуру начала открывания и полного открывания элемента. Эти значения можно найти прямо на термозlemente или в главе 01, раздел 01.2. Нижнее значение температуры воды - это температура открывания, верхнее значение - для полностью открытого клапана.

Уставка, указанная на элементе, является величиной, при которой элемент открывает клапан наполовину.
- 5** Проверьте неисправный элемент и замените кольцевые уплотнения.
- 6** Соберите клапан в обратном порядке.

20. Выхлопная система

20.1.

Коллектор выхлопных газов

V2

Технические данные и размеры

Мультиканал
Материал: Чугун с шаровидным графитом
Масса: 60 кг
Испытательное давление: 10 бар (на стороне воды)

Выхлопные трубы
Материал:
Специальный термоустойчивый сплав, магниевый чугун

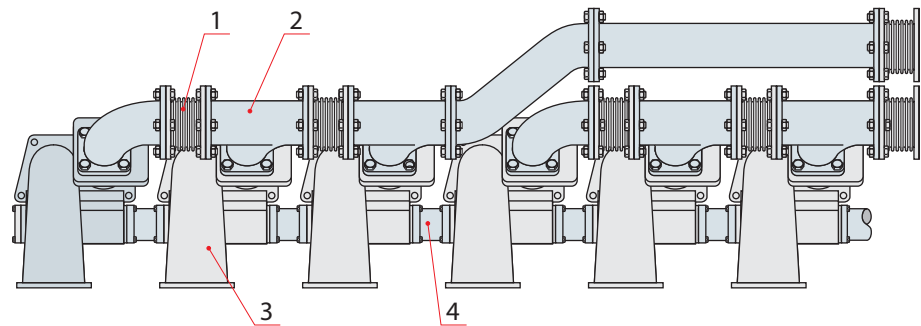
Сильфоны
Усиленная конструкция
Материал: Термостойкая сталь

Коллектор выхлопных газов устанавливается между головкой цилиндров и турбонагнетателем. Коллектор выхлопных газов состоит из мультиканала (3) и выхлопных труб (2) с расширительными сильфонами (1). Коллектор заключен в изолирующую коробку типа "сэндвич".

Конструкция турбонагнетателя зависит от типа установки и может быть выбрана между определенным типом импульсного надува или наддувом с постоянным давлением. Выхлопные газы направленные в одну трубку выбрасываются каждым цилиндром в тот момент цикла, когда выпускные клапана других цилиндров, подключенных к этой же трубке, закрыты. Такая конструкция обеспечивает равномерный поток газов через турбонагнетатель без импульсных помех для других цилиндров, подключенных к общей трубке.

Мультиканал между головкой цилиндров и выхлопными трубами работает как кронштейн для коллектора в сборе, включая изолирующую коробку. Мультиканал охлаждается охлаждающей водой, которая выходит из головки цилиндров. Мультиканал вентилируется через трубку, идущую вдоль двигателя. Поток охлаждающей воды идет из мультиканала (3) через водяные трубки (4) в отсек охлаждающей воды. Мультиканал также подключает воздушный ресивер в блоке двигателя к впускному воздушному каналу в головке цилиндров. Все поверхности уплотняются: блока двигателя/мультиканала, головки цилиндров/мультиканала и выхлопных труб/мультиканала.

Коллектор выхлопных газов



1. Сильфоны 2. Выхлопная труба 3. Мультиканал 4. Водяная труба

Рис 20-1

402001 V1

Мультиканал жестко смонтирован в сторону головки цилиндра.

Выхлопные трубы отлиты из специального сплава - магниевое графита, с отдельными секциями для каждого цилиндра. Металлические сильфоны составного типа компенсируют тепловое расширение.

Вся выхлопная система заключена в изоляционный кожух, изготовленный из многослойной листовой стали.

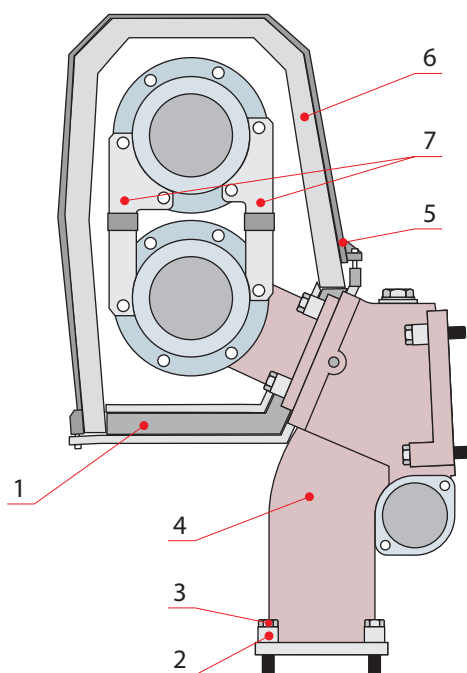


Осторожно!

Поверхность изоляционного кожуха горячая!

Температуры выхлопных газов могут проверяться после каждого выпускного клапана. После каждого выпускного клапана, до и после турбонагнетателя установлены датчики для бесконтактного измерения температуры.

Выхлопная система



1. Нижняя изолированная панель 2. Распорный элемент 3. Винт 4. Мультиканал 5. Закрывающая лента 6. Верхняя изолированная панель 7. Опора

Рис 20-2

402002 V1

20.1.1. Замена расширительных сильфонов

V2

- 1 Снимите необходимые кожухи с изолирующей коробки.
- 2 Выкрутите винты и снимите расширительные сильфоны.
- 3 Проверьте параллельность фланцев выпускных труб. Они должны находиться на одной осевой линии во избежание поперечных нагрузок на сильфоны.
- 4 Установите новые расширительные сильфоны и затяните винты.
- 5 Проверьте опоры (7) на наличие повреждений. Замените новыми при необходимости.
- 6 Установите необходимые кожухи и другие компоненты.

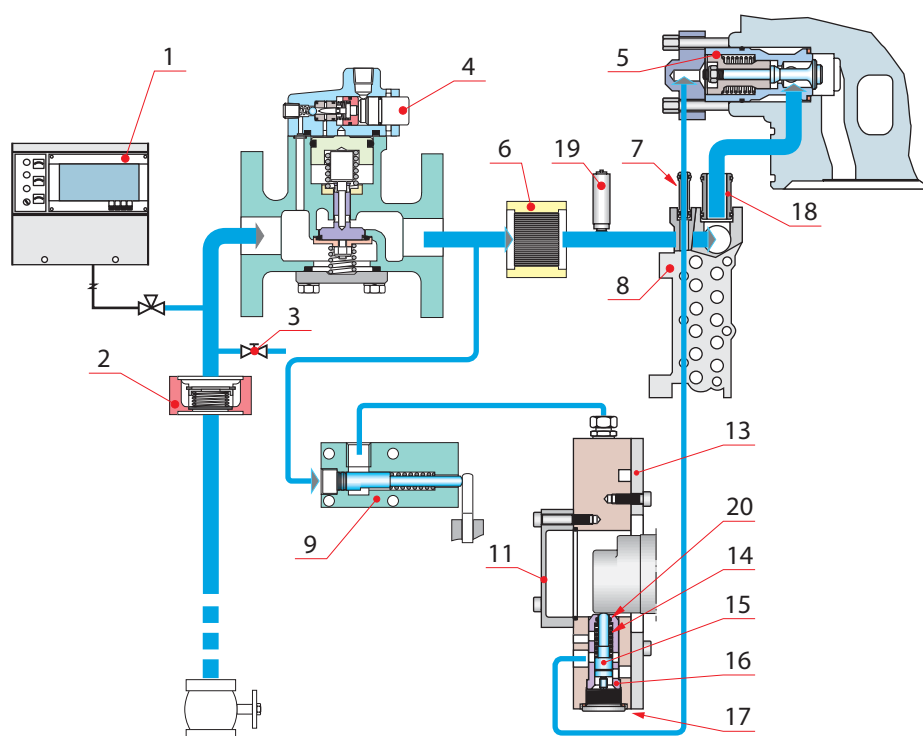
21. Система пускового воздуха

V2

Двигатель запускается при макс. давлении сжатого воздуха 30 бар. Минимальное допустимое давление составляет 15 бар. Давление перед главным пусковым клапаном (4) отображается на местном дисплее (1).

Входной воздуховод от ресивера пускового воздуха оборудован невозвратным клапаном (2) и сливным клапаном (3), которые расположены перед главным пусковым клапаном (4). Главным пусковым клапаном можно управлять кнопкой (21) при ручном пуске, см. Рис 21-2 или пневматически посредством соленоидного клапана, установленного под местным дисплеем - при дистанционном или автоматическом пуске двигателя.

Система пускового воздуха



1. Местный дисплей 2. Невозвратный клапан 3. Сливной клапан
4. Главный пусковой клапан 5. Пусковой клапан 6. Пламегаситель
7. Соединительная деталь 8. Воздушный блок 9. Запорный клапан
11. Торцевая пластина 13. Промежуточная пластина 14. Пружина
15. Управляющий поршень 16. Гильза 17. Пробка 18. Соединительная деталь 19. Предохранительный клапан 20. Кольцо О-образного сечения

Рис 21-1

402102 V1

При открытии главного пускового клапана пусковой воздух частично проходит через пламегаситель (6) и воздушный блок (8) к пусковым клапанам (5) в головках цилиндров. Часть его проходит к распределителю пускового воздуха, направляющему управляющий воздух в пусковые клапаны, которые открываются и позволяют пусковому воздуху поступить в различные цилиндры в течение приемлемых периодов времени.

В качестве меры предосторожности пуск двигателя при задействованном механизме проворачивания коленвала заблокирован. Пусковой воздух идет к распределителю через запорный клапан (9), который механически блокируется, когда задействовано валоповоротное устройство, таким образом, предотвращая пуск.

Система пускового воздуха оборудована предохранительным клапаном (19), который защищает систему, ее детали и узлы в случае возникновения неисправности.



Примечание!

Прежде чем приступить к выполнению каких-либо операций техобслуживания, убедитесь в том, что отсечной клапан системы пускового воздуха, расположенный перед пусковым клапаном, закрыт и система пускового воздуха двигателя дренирована.

21.1.

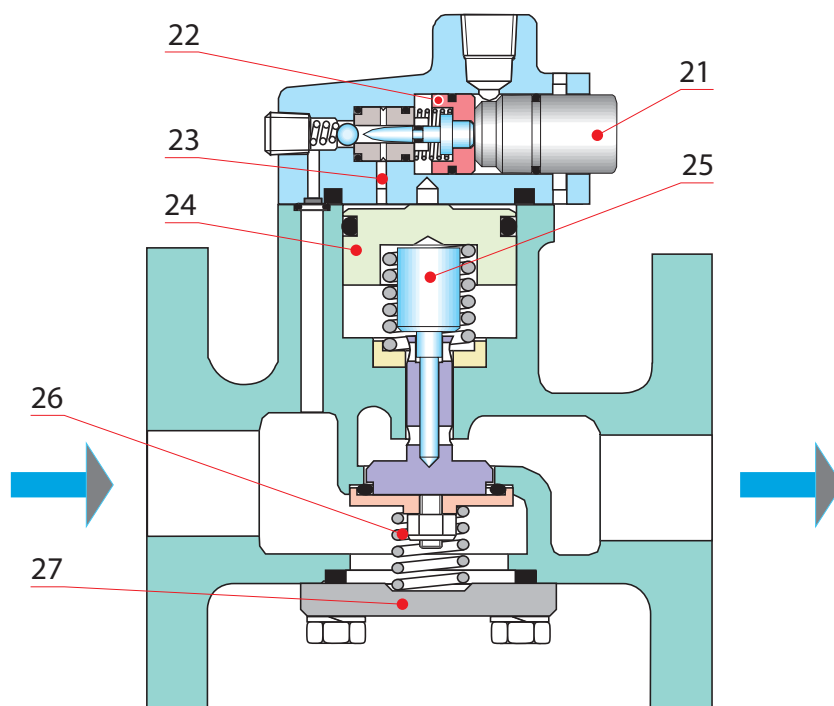
Главный пусковой клапан

V2

Впускное давление нагнетается через каналы направляющим поршнем (22) в маленький направляющий клапан. Этим клапаном можно управлять вручную при помощи кнопки (21) или пневматическим способом при помощи соленоидного клапана, предназначенного для дистанционного или автоматического пуска. При управлении клапаном воздух проходит через каналы (23) к силовому поршню (24), который передает его давление через шток клапана (25) прямо на главный клапан и открывает его против давления возвратной пружины (26) и впускного давления. Впускное давление под главным клапаном помогает поддерживать герметичное уплотнение, когда клапан находится в закрытом положении.

Стандартный клапан устроен так, чтобы открываться при подаче напряжения.

Главный пусковой клапан



21. Кнопка 22. Управляющий поршень 23. Отверстия 24. Силовой поршень 25. Шток клапана 26. Пружина 27. Фланец

Рис 21-2

402101 V1

21.1.1. Обслуживание главного пускового клапана V2

- 1 Демонтировать главный пусковой клапан с двигателя.
- 2 Снять шестигранные винты головки торцевого ключа и снять блок управляющего клапана.
- 3 Снять поршень управляющего клапана (22).
- 4 Очистить управляющий клапан от грязи, которая может закрывать мелкие воздушные каналы и отверстия.
- 5 Проверить все кольца О-образного сечения управляющего клапана и заменить, если они стали плоскими, жесткими, хрупкими или повреждены иным образом. Смазать кольца О-образного сечения маслом.
- 6 Снять силовой поршень (24) и проверить кольцо О-образного сечения. Удостовериться, что расположенное под поршнем маленькое вентиляционное отверстие, ведущее к газовой среде в цилиндре, свободно от загрязнений.

- 7** При повторной сборке клапана нужно обеспечить совпадение воздушного отверстия фланца верхнего корпуса с отверстием нижнего корпуса.
- 8** Снять фланец (27), пружину (26) и седло главного клапана в сборе вместе со штоком клапана (25). Осмотреть кольца О-образного сечения, как это описано в шаге 5 выше.

21.2.

Распределитель пускового воздуха (Рис. 21-1)

V2

Распределитель пускового воздуха имеет конструкцию поршневого типа с прецизионно обработанными взаимозаменяемыми гильзами (16). Эти гильзы, а также поршни изготовлены из устойчивых против коррозии материалов. Поршнями распределителя управляет кулачок на конце распредвала. Когда открывается главный пусковой клапан, управляющие поршни (15) прижимаются к кулачку, благодаря чему управляющий поршень для того цилиндра двигателя, который находится в пусковом положении, пропускает управляющий воздух на поршень (33) пускового клапана, см. [Рис 21-3](#). Пусковой клапан открывается и пропускает сжатый воздух в цилиндр двигателя.

Эта процедура будет повторяться до тех пор, пока главный пусковой клапан открыт или частота вращения коленвала повысится настолько, что произойдет воспламенение.

После закрытия главного пускового клапана давление быстро падает и пружины (14) поднимают поршни с кулачка. Это означает, что поршни прикасаются к кулачку только в течение цикла запуска и поэтому их износ незначителен.

21.2.1. Обслуживание распределителя пускового воздуха

V2

Обычно распределитель пускового воздуха не требует техобслуживания. Если его необходимо открыть для проверки и чистки, нужно снять с двигателя узел распределителя в сборе. Некоторые поршни можно проверить на месте.

- 1** Снять торцевую пластину (11). Отдать все трубопроводы от распределителя. Открутить крепежные винты и снять распределитель вверх.
- 2** Извлечь пробки (17), в которые поршни (15) будут выталкиваться под действием пружин (14). Снять пластину (13).

- 3 Следите за тем, чтобы не повредить поверхности скольжения поршней и гильз.
- 4 В случае застревания поршня использовать резьбу M8 в конце поршня для его извлечения, если потребуется.
- 5 Рекомендуется не менять поршни местами, хотя они прецизионно обработаны, чтобы быть взаимозаменяемыми. Использовать номера цилиндров, выбитые на соединениях управляющего воздуха.
- 6 Если гильза изношена, выпрессовать ее. Может потребоваться произвести нагрев распределителя примерно до 200°C, так как для фиксации и уплотнения применяется паста Loctite.
- 7 Вычистите детали и проверьте износ.
- 8 Тщательно прочистить отверстие, чтобы новую гильзу можно было вставить рукой. В противном случае существует опасность деформации гильзы и застревания поршня. Заменить уплотнительное кольцо (20).
- 9 Нанести Loctite 242 на наружные поверхности при монтаже гильзы. Убедиться, что отверстия в гильзе соответствуют отверстиям в корпусе.
- 10 Проверить, чтобы не было Loctite на внутренних поверхностях скольжения.
- 11 Заменить уплотнительные кольца внутри гильз.
- 12 Нанести пасту Molykote Paste G на поверхности скольжения поршня перед сборкой. Удалить излишек пасты. Проверить, чтобы поршни не застревали.
- 13 Нанести силиконовый уплотнитель на промежуточной пластины (13). Не наносить слишком много, так как излишек уплотнителя будет продавлен в систему при затяжке крепежных винтов.
- 14 После монтажа распределителя на двигателе, однако до подсоединения трубопроводов управляющего воздуха и торцевой пластины (11) с новым уплотнительным кольцом убедиться, что все поршни работают удовлетворительно. Это можно сделать, например, подсоединением сжатого воздуха (рабочий воздух под давлением 6 бар) к входу распределителя и проворачиванием коленчатого вала. Тогда можно будет увидеть, следуют ли поршни профилю кулачка.



Осторожно!

Испытания проводить при отсоединенных трубопроводах управляющего воздуха и пускового воздуха, иначе двигатель может запуститься.

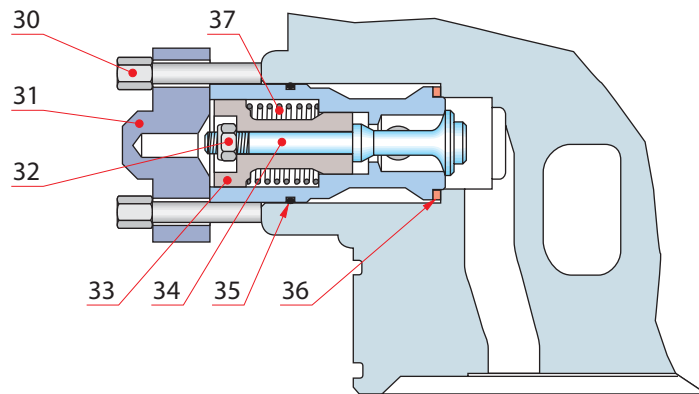
21.3.

Пусковой клапан

V2

Данный клапан состоит из штока (34) с подпружиненным рабочим поршнем (33), установленным в отдельном корпусе.

Пусковой клапан



30. Гайка 31. Крышка 32. Гайка 33. Поршень 34. Шток 35. Кольцо O-образного сечения 36. Уплотнительное кольцо 37. Пружина

Рис 21-3

402103 V1

21.3.1. Обслуживание пускового клапана

V2

Проверку и чистку клапана производите в связи с ремонтом головки цилиндра.

- 1 Отвернуть крепежные гайки (30) и вынуть крышку клапана (31).
- 2 Вытянуть пусковой клапан.
- 3 Открутить самоконтрящуюся гайку (32) и удалить пружину (37) и шток (34).
- 4 Очистить все детали.
- 5 Проверить уплотнительные поверхности клапана и седла клапана. При необходимости притереть клапан вручную. См. указания по клапанам двигателя в главе 12., раздел 12.3. Для поддержания направления держать поршень на штоке клапана.
- 6 Заменить гайку (32) новой.
- 7 После сборки клапана проверить, чтобы его шток с поршнем двигался легко, и происходило полное закрытие.
- 8 Убедиться в том, что уплотнительное кольцо (35) корпуса клапана не повреждено. Смазать маслом.

- 9 Убедиться в том, что уплотнение из стали (36) не повреждено и находится в заданном положении при установке клапана в головку цилиндров.
- 10 Затянуть клапан до момента, указанного в главе 07, раздел 07.1.

21.4.

Бак и трубы пускового воздуха

V2

Система пускового воздуха сконструирована для предупреждения взрывов.

Масляно-водный разделитель, а также невозвратный клапан должны размещаться в подающей трубке между компрессором и резервуаром пускового воздуха. В самой нижней точке трубопровода должен находиться спускной клапан. Невозвратный клапан и продувочный клапан устанавливаются непосредственно перед главным пусковым клапаном двигателя.

Перед пуском слейте конденсат из бака с пусковым воздухом через дренажный клапан.

Трубопроводы между воздушными резервуарами и двигателями должны быть тщательно прочищены при установке. Кроме того, в дальнейшем их следует очищать от грязи, масла и конденсата.

Резервуары пускового воздуха необходимо регулярно осматривать и вычищать. По возможности, их нужно покрыть подходящим антикоррозионным средством. Нужно дать достаточно времени для просыхания.

Одновременно нужно осмотреть клапаны резервуаров пускового воздуха. Слишком сильная затяжка может привести к повреждению седла клапана и, соответственно, к его протеканию. Протекающие и изношенные клапаны, включая предохранительные, необходимо притереть. Проверить предохранительные клапаны под давлением.

21.5.

Пневматическая система

V2

Двигатель оборудован пневматической системой для управления посредством соленоидных клапанов следующими функциями:

- запуск двигателя, CV321
- останов двигателя, CV153-1
- останов двигателя, CV153-2, с системой UNIC или Marine-BASIC

Эта система включает ресивер (45) и невозвратный клапан (46) для гарантирования давления в системе в случае нарушения подачи давления.

Главный пусковой клапан (4), который подробно описывается в разделе 21.1, приводится в действие соленоидным клапаном (43) при дистанционном пуске. Рис 21-5 показан соленоидный клапан. Клапан оборудован нажимной кнопкой и может запитываться вручную.

Пневматические предельные выключатели (42), подробно описанные в главе 22., раздел 22.3.3, управляются соленоидным соленоидным клапаном (44) (и (50), если используется система UNIC или Marine-BASIC), который приводится в действие электрическим сигналом от системы контроля оборотов, по которому двигатель останавливается.

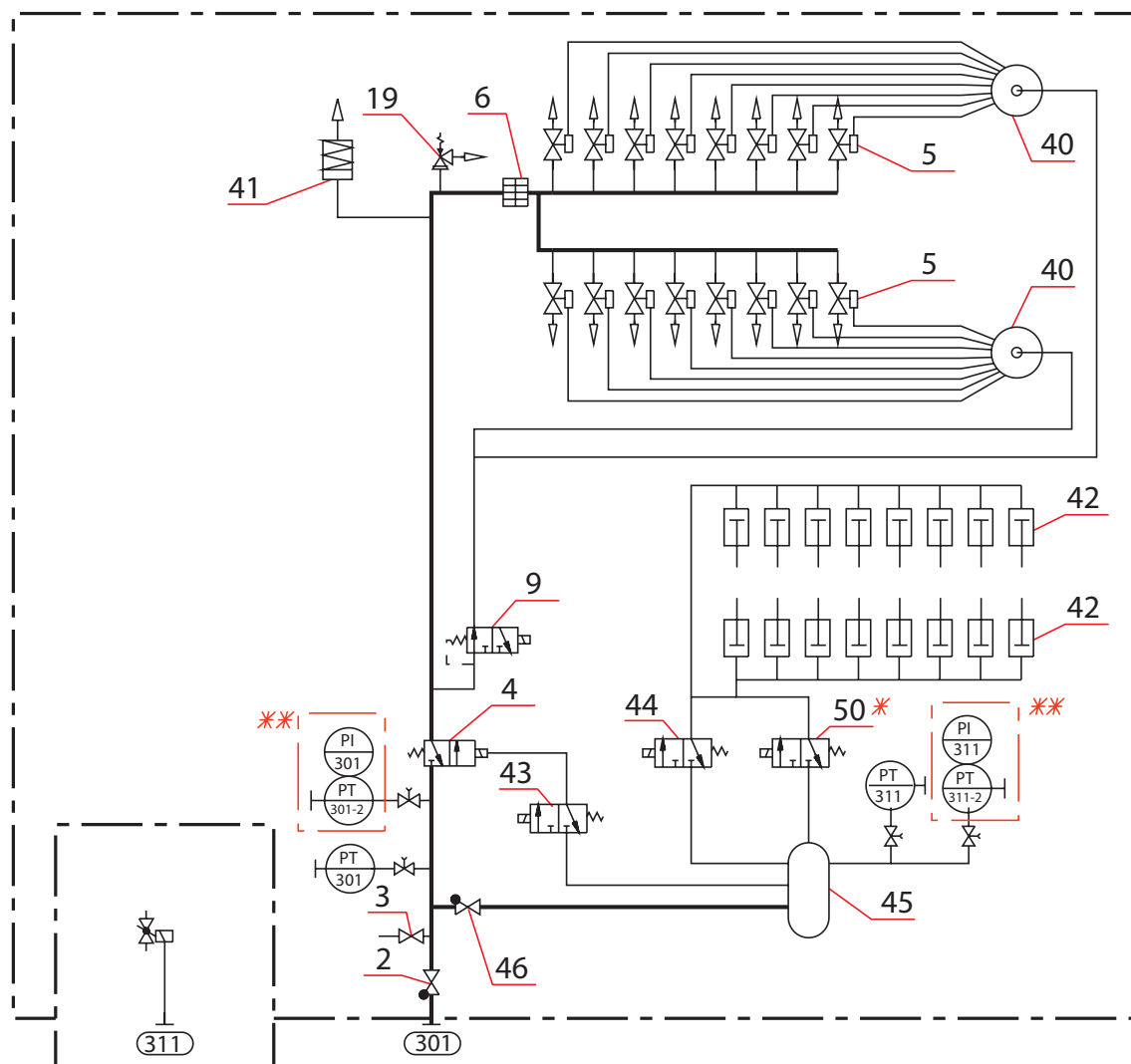
Кнопка соленоидного клапана может использоваться в качестве местного механического стопа.



Примечание!

Когда двигатель работает, подача воздуха на двигатель всегда должна быть открыта.

Пневматическая система



2. Невозвратный клапан 3. Сливной клапан 4. Главный пусковой клапан 5. Пусковой клапан
6. Пламегаситель 9. Запорный клапан 19. Предохранительный клапан 40. Распределитель пускового
воздуха 41. Пусковой бустер 42. Пневмоцилиндр предельного выключателя 43. Электромагнитный
клапан, CV321 44. Электромагнитный клапан, CV153-1 45. Резервуар 46. Невозвратный клапан
50. Электромагнитный клапан, CV153-1301. Вход пускового воздуха 311. Приборный воздух к пере-
пускной заслонке (только если установка с пере-
пускной заслонкой) PT301. Давление пускового воздуха
PT301-2. Давление пускового воздуха PT311. Давление управляющего воздуха PT311-2. Давление
управляющего воздуха PI301. Давление пускового воздуха PI311. Давление управляющего воздуха

* Только с системой UNIC или Marine-BASIC ** Только с системой UNIC C1 или Marine-BASIC

Рис 21-4

402113 V1

21.5.1. Обслуживание пневматической системы

V2

Система содержит компоненты высокого класса точности. Обычно она не требует техобслуживания, кроме проверки функционирования и слива водяного конденсата из баллона (45) через сливную пробку.

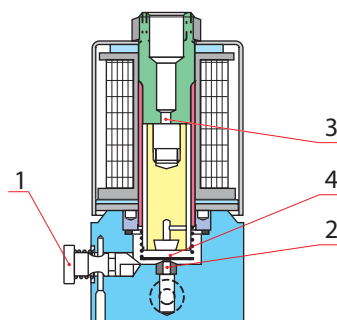
21.5.2. Техобслуживание деталей и узлов пневмосистемы

V2

Электромагнитный клапан (43, 44 и 50, [21-4](#) . При нарушении работы электрической части клапана, его следует проверить, нажав на кнопку (1), см. [Рис. 21-5](#). При наличии механических поломок разберите клапан специальным инструментом.

Убедиться в том, что отверстия (2) и (3) в седле открыты, а прокладка (4) не повреждена. Заменить клапан, если он не работает после очистки.

Соленоидный клапан



1. Кнопка 2. Отверстие 3. Отверстие 4. Сальник

Рис 21-5

402105 V1

22. Механизм управления

22.1. Общие сведения о механизме управления

V2

Во время нормальной работы частота вращения двигателя регулируется регулятором (1), управляющим количеством впрыскиваемого топлива в зависимости от нагрузки и частоты вращения двигателя.

Управляющее перемещение передается на регулирующий вал (10) через регулируемый соединительный шток (2).

Движение от управляющего вала на топливные рейки инжекторных насосов (15) передается через регулирующих рычаг (6) и пружину (7). Торсионная пружина (5) активирует вал управления и, соответственно, остальные топливные рейки должны переместиться в положение остановки, даже если она из них заклинила. Таким же образом торсионная пружина (7) активирует перемещение регулирующего вала в положение подачи топлива, даже если один из инжекторных насосов заклинило в выключенном положении. Эта функция может оказаться полезной в аварийной ситуации.

Двигатель можно остановить с помощью стопорного рычага (16). Когда стопорный рычаг перемещается в положение остановки, рычаг (17) приводит в действие рычаг (9), который перемещает вал регулятора в положение остановки.

Двигатель оборудован электро-пневматическим предельным выключателем сверхоборотов, который ограничивает обороты на уровне 15% выше номинальных. Электро-пневматический предельный выключатель перемещает все топливные рейки в положение прекращения подачи топлива при помощи пневматических цилиндров, установленных на каждом инжекторном насосе. Цилиндр действует прямо на топливную рейку. Электро-пневматический выключатель может также активироваться вручную, см. раздел [22.5](#).

При запуске регулятор автоматически ограничивает перемещение регулирующего вала допустимым значением.

Регулятор частоты вращения оснащен остановочным соленоидом, который соединен с автоматической системой двигателя.

22.2.

Обслуживание механизма управления

v2



Осторожно!

Особое внимание следует уделять функционированию системы, поскольку неисправность в системе может привести к разному двигателю либо к потере двигателем мощности.

- 1 Система должна работать с минимальным трением. Регулярно очищайте и смазывайте рейки, подшипники (включая самосмазывающиеся подшипники (8)) и шаровые шарниры смазочным маслом.
- 2 В системе должно быть как можно меньше люфтов. Проверяйте зазоры во всех соединениях. Общий люфт не должен превышать 0,5 мм перемещения топливной рейки инжекторного насоса.
- 3 Регулярно проверяйте (см. рекомендации в главе 04) настройку системы: положение остановки, предельные выключатели оборотов и пусковой ограничитель топлива, см. разделы 22.3.1, 22.3.2 и 22.3.3.
- 4 При повторной сборке системы, проверьте, чтобы все детали были установлены в правильном положении, чтобы все гайки были затянуты с предписанным моментом и чтобы все стопорящие элементы: пальцы, кольца, пластины, - стояли в правильном положении. Проверьте согласно пп. 1) - 3).

22.3.

Проверка и регулировка

22.3.1. Положение остановки стопорного рычага

v2

- 1 Проверить:
 - Установить рычаг регулятора (3) в положение максимальной подачи топлива, а рычаг остановки (16) – в положение «стоп».
 - Проверить, чтобы положение топливных реек всех впрыскивающих насосов было не более 5 мм.
- 2 Регулировка:
 - Установить рычаг остановки в положение остановки и убедиться, что рычаг (9) контактирует с собачкой (18) надлежащим образом. Регулятором можно установить малое закручивание, но не слишком большое, потому что это будет излишне закручивать вал, хоть и незначительно.
 - Отрегулируйте положение топливной рейки на 5 мм с помощью винтов (14).

22.3.2. Стопорное положение регулятора

V2

1

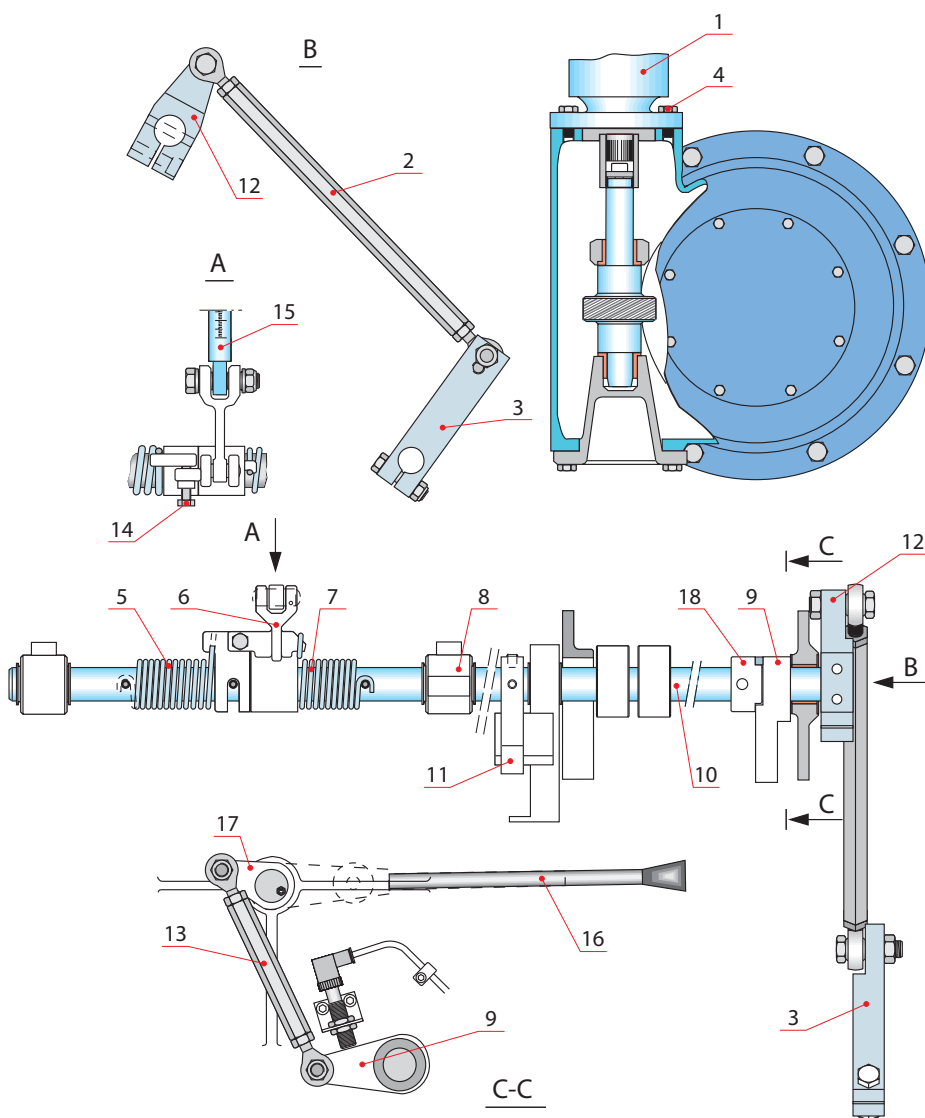
Проверить:

- Переместите стопорный рычаг в рабочее положение.
- Установите рычаг вала регулятора в стопорное положение.
- Проверьте, чтобы топливные рейки стояли в положении 2 мм.

2 Регулировка:

- Если положение топливных реек неодинаковое, отрегулируйте сначала согласно разделу [22.3.1b](#)).
- Отрегулируйте тягу так, чтобы было обеспечено положение топливной рейки 2 мм.
- При замене регулятора см. раздел [22.4](#).

Механизм управления



1. Регулятор 2. Регулируемый соединительный шток 3. Рычаг регулятора
4. Винт 5. Пружина 6. Рычаг инжекторного насоса 7. Пружина 8. Корпус подшипника 9. Рычаг 10. Вал управления 11. Ограничитель нагрузки 12. Рычаг для управляющего вала 13. Регулируемый соединительный шток 14. Регулировочный винт 15. Топливная рейка 16. Рычаг останова 17. Рычаг для рычага останова 18. Упор

Рис 22-1

402201 V1

22.3.3. Электropневматический предельный выключатель

V2

Обслуживание

График техобслуживания см. в главе 04.

22.3.3.1. Демонтаж электро-пневматического предельного выключателя

V2

- 1 Снять клапан с инжекторного насоса
- 2 Вынуть плунжер (2), постукивая цилиндром (3) по бруску дерева. В случае застревания поршня выпрессовать его, подсоединив смазочный шприц с подходящим переходником к подаче воздуха в цилиндр.



Осторожно!

При использовании сжатого воздуха плунжер (2) может быть выброшен с такой силой, что возможно получение травм и повреждение оборудования.

22.3.3.2. Монтаж электро-пневматического предельного выключателя

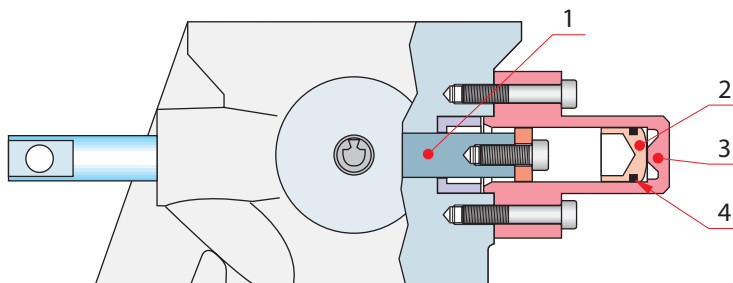
V2

- 1 Убедитесь, что на поршне (2) или в цилиндре (3) нет острых углов и кромок. При необходимости зашлифуйте. Нанесите подходящую смазку, стараясь не повредить уплотняющее кольцо при монтаже поршня (2)
- 2 Проверить положение остановки
 - Установить стопорный рычаг в рабочее положение, а рычаг регулятора – в положение максимальной подачи топлива
 - Нажмите кнопку СТОП на двигателе. (Последовательность останова активизируется приблизительно в течение 1 мин.)
Примечание! Должна быть открыта подача пускового воздуха.
 - Проверьте, чтобы топливные рейки были в положении менее 5 мм.
- 3 Регулировка положения остановки
 - Электро-пневматический предельный выключатель не требует регулировки
 - Если не удастся установить топливные рейки в положение менее 5 мм, проверьте износ реек.

4 Проверка оборотов срабатывания ограничителя

- См. раздел [22.5.2](#).

Электро-пневматический предельный выключатель



1. Топливная рейка 2. Поршень 3. Цилиндр 4. Скользящее кольцо

Рис 22-2

401604 V1

22.4.

Регулятор оборотов

V2

Технические данные и размеры

Регулятор:
Механо-
гидравлического типа
Вес: ~ 65 кг

Двигатель может быть оснащен регуляторами различного типа, в зависимости от типа применения. Что касается самого регулятора, см. прилагающиеся инструкции к регулятору.

22.4.1. Гидравлический привод регулятора

V2

Регулятор приводится отдельным приводным блоком, который, в свою очередь, приводится от распредвала посредством косо-зубой зубчатой передачи. Регулятор прикреплен к этому приводному блоку и соединен с приводным валом шлицевым соединением. Муфта шлицевого соединения крепится винтом. Регулятор с приводом таким образом может демонтироваться и устанавливаться в сборе, или регулятор можно заменить без демонтажа приводного блока.

Масло под давлением подается через отверстия в стойке на подшипники и на сопло для смазки зубчатой передачи.

Проверить с рекомендованными интервалами:

- радиальные и осевые зазоры подшипников,
- зазор шестерен,
- чистоту масляных каналов и сопла,
- надежность крепления на валу втулки шлицевой муфты,
- износ зубчатых соединений втулки и вала привода регулятора.

Заменить изношенные детали.

22.4.2. Демонтаж регулятора

V2

- 1 Ослабить рычаг концевой вала (3), электрические соединения регулятора и необходимые трубные соединения.
- 2 Вывернуть крепежные винты (4) регулятора и вынуть регулятор вертикально вверх. Не допускать падения или опоры регулятора на его приводной вал!

22.4.3. Монтаж регулятора

V2

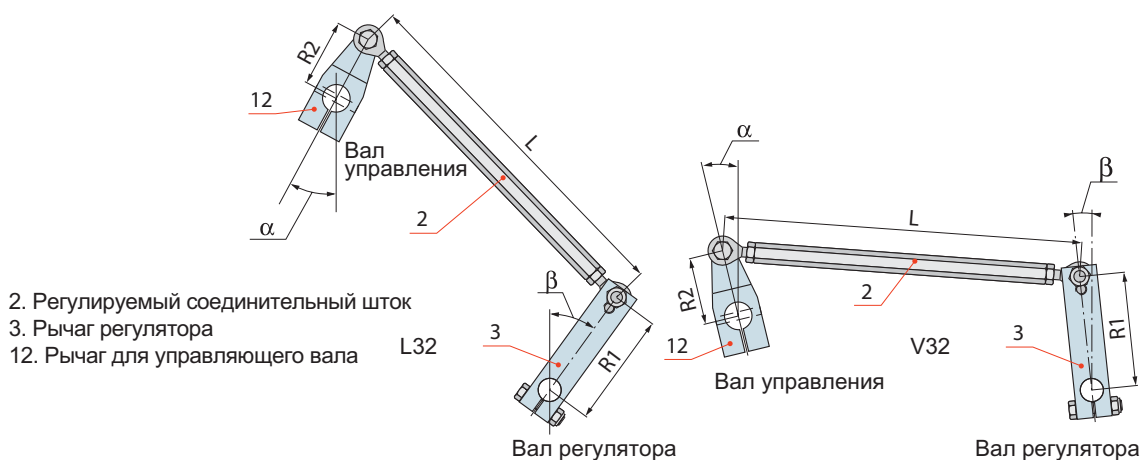
При установке того же регулятора проверить, чтобы отметка на рычаге (3) совпадала с отметкой на валу. Проверить установку согласно разделу [22.3.2](#).

При установке нового регулятора делайте следующее:

- 1 Установите регулятор на место на приводе регулятора.
- 2 Повернуть концевой вал регулятора в положение остановки, см. [Рис 22-3](#) (по часовой стрелке, если смотреть со стороны приводного конца).
- 3 Установить рычаг концевой вала (3) следующим образом, см. [Рис 22-3](#). Установить электрические и трубные соединения регулятора.
- 4 Застопорите винт крепления и маркируйте положение рычага концевой вала отметкой на валу, соответствующей положению рычага.
- 5 Переместить топливные рейки и вал регулятора в заданные положения в соответствии с [Рис 22-3](#).
- 6 Отрегулировать длину регулируемой соединительной тяги, чтобы ее можно было установить между рычагами (3) и (12), см. [Рис 22-3](#). Не забыть закрепить гайки.

7 Проверить в соответствии с разделом 22.3.

Настройки вала регулятора



Базовые параметры настройки регулятора

Тип двиг.	Тип регулятора	L (мм)	R1 (мм)	R2 (мм)	α (°)	β (°)	Стойка, h (мм)	Индикатор регулятора
L32	PGA	379±20	124	73	27	29±3.5	0* 5**	0* 1.5**
	PGG							
	PG-EG							
	EGB							
L32	Europa 2231	133	85	73	15	19	6*	2*
V32	PGA	486±20	124	73	14	3±4	0* 5**	0* 1.5**
	PG-EG							
	EGB							

*) При установке рычагов.

**) При установке регулируемого соединительного штока.

Рис 22-3

402203 V1

22.5. Электропневматический предельный выключатель

V2

Предельный выключатель управляется электронной системой, см. Рис 22-2. В качестве рабочей среды используется сжатый воздух под давлением до 30 бар. Обороты отключения на 15 % выше номинальной частоты вращения.

Трехходовой соленоидный клапан (44), Рис 21-4 получает сигнал остановки для превышения оборотов от системы автоматизации двигателя.

При открытом соленоидном клапане воздух поступает в трехходовой клапан, который направляет сжатый воздух в цилиндры (42, Рис 21-4), по одному для каждого инжекторного насоса. Поршень воздушного цилиндра воздействует на топливную рейку, перемещая ее в положение останова.

Сигнал останова достаточно длительный, чтобы полностью остановить двигатель. После прекращения сигнала воздух выходит через трехпозиционный клапан.

Соленоидным клапаном (44) можно также управлять вручную.

22.5.1. Проверка и регулировка положения остановки

V2

1 Проверить положение остановки

- Установить стопорный рычаг в рабочее положение, а рычаг регулятора – в положение максимальной подачи топлива.
- Нажмите кнопку СТОП на двигателе. (Последовательность останова активизируется приблизительно в течение 1 мин.)
Примечание! Должна быть открыта подача пускового воздуха.
- Проверьте, чтобы топливные рейки были в положении менее 5 мм.

2 Регулировка положения остановки

- Электро-пневматический предельный выключатель не требует регулировки
- Если не удастся установить топливные рейки в положение менее 5 мм, проверьте износ реек.

22.5.2. Проверка оборотов срабатывания ограничителя

V2

Частоту вращения, при которой происходит отключение, можно контролировать двумя разными методами: моделированием сигнала частоты вращения двигателя с помощью генератора сигналов или прогоном двигателя и увеличением частоты его вращения. Рекомендуемый метод предусматривает использование генератора сигналов, см. главу 23., раздел 23.3.

Увеличение частоты вращения коленвала двигателя

Проверить предельные обороты на холостых оборотах - увеличить обороты двигателя выше номинального значения, медленно наклонив рычаг (12) при помощи подходящего гаечного ключа в направлении от двигателя. При достижении и превышении но-

минальных оборотов регулятор начинает уменьшать подачу топлива, т.е. вал управления должен наклоняться против силы регулятора.



Осторожно!

Ни при каких условиях не превышайте частоту вращения коленвала 920 об/мин.

Предельные обороты, при которых происходит отключение, должны быть на 15% выше номинального значения, см. главу 06., раздел 06.1.



Осторожно!

Особое внимание следует уделять испытанию частоты вращения, при которой происходит отключение, поскольку недостаточная тщательность может привести к разному двигателя.

22.5.3. Обслуживание трехпозиционного соленоидного клапана и воздушного цилиндра

V2

1

Трехпозиционный соленоидный клапан

- Если соленоид вышел из строя, заменить его на новый.
- Если клапан не перемещается, то нужно прочистить все каналы. Проверить поршень клапана.
- Если воздух протекает в цилиндры, заменить уплотнения.

2

Воздушный цилиндр, Рис 16-7

- Проверить износ.
- Проверить плотность прилегания поршня. При необходимости заменить уплотнения. Будьте аккуратны, чтобы не повредить тефлоновое кольцо снаружи кольца О-образного сечения.
- Смазать уплотнения и поршень маслом.
- Проверить, чтобы поршень не заедал.

23. КиП и автоматика

23.1.

Обзор системы автоматизации

V2

Все двигатели оборудованы системой управления двигателем Wdrtsild - WECS 2000. Система WECS используется для контроля и управления двигателем. Она разработана для использования в дизельных двигателях, работающих в жестких условиях.

Автоматическая система WECS

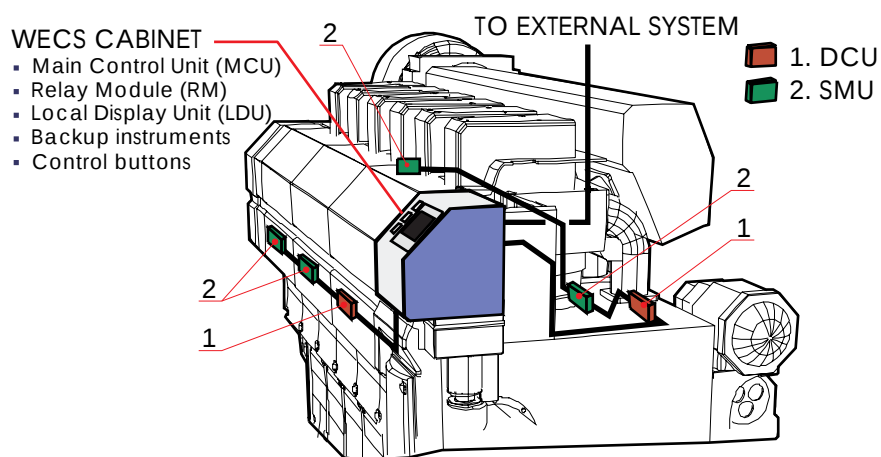


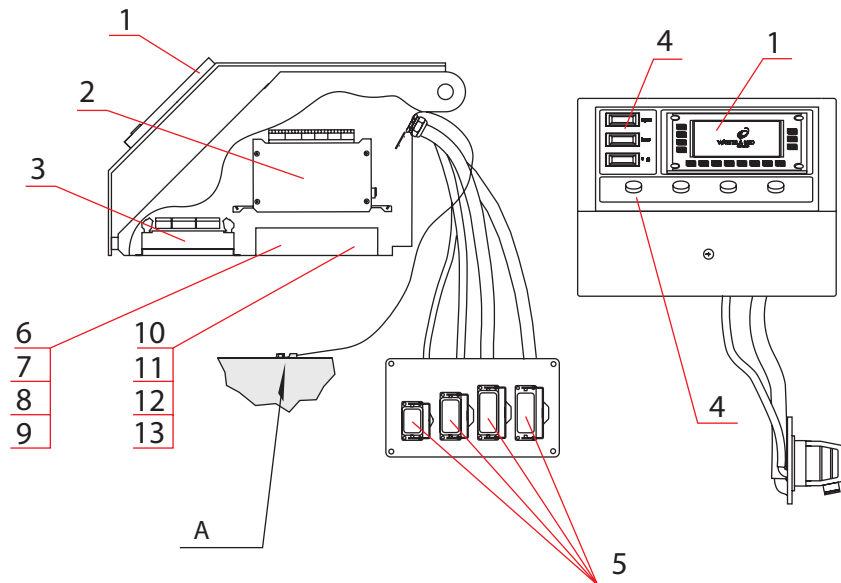
Рис 23-1

402301 V1

На схеме показано расположение элементов системы WECS на шестицилиндровом рядном двигателе. Точная структура системы, т.е. число Модулей распределенного управления (DCU) (1) и Модулей коммутации датчиков (SMU) (2), зависит от конфигурации цилиндров двигателя. Все датчики двигателя подключены к блокам DCU и SMU, а сигналы от внешней системы - к Главному блоку управления (MCU) и Модулю реле (RM). Параметры двигателя отображаются на Блоке локального дисплея (LDU).

Шкаф WECS мягко смонтирован на резиновых опорах около приводного или свободного торца двигателя в зависимости от установки.

Шкаф WECS



1. Местный дисплей 2. Главный блок управления 3. Релейный модуль 4. Панель локального управления 5. Разъемы 6. Реле изоляции 7. Защитные диоды 8. Плавкие предохранители 9. Фильтры 10. Усилитель 11. Преобразователь 12. Преобразователь 13. Выводы

A. Болт крепления к блоку двигателя

Рис 23-2

402309 V2

WECS охватывает:

- Измерения частоты вращения коленвала двигателя и турбоагнетателя.
- Систему безопасности двигателя.
 - запуск двигателя
 - останов двигателя
 - блокировка запуска
 - автоматическое выключение двигателя
 - требование снижения нагрузки
- Обработку сигналов из всех следящих и сигнальных датчиков.
- Представление важных параметров двигателя на графическом дисплее.
- Обмен данными с внешними системами (например, системами тревожной сигнализации и слежения).
- Управление выходами для резервных функций.
- Устройства с экстренными функциями

- приоритетный запрет выключения
- запуск в условиях аварийного перерыва в энергоснабжении

23.2.

Описание работы

V2

В этой главе описываются функциональные задачи WECS. Измерение оборотов отделено от других систем измерения из-за его особого характера. Задача безопасности включает в себя несколько таких функций, как предупреждения, фазы, управление пуском/отключением и ограничение топлива.

23.2.1. Измерение оборотов

V2

Частота вращения коленвала двигателя измеряется двумя датчиками, а турбонагнетателя - одним на каждом нагнетателе.

Один из датчиков оборотов двигателя подсоединен к DCU. Вычисление частоты оборотов выполняется программным обеспечением DCU. В случае превышения оборотов двигателя, DCU, к которому подсоединяется датчик, инициирует останов, а в случае с одиночным судовым главным двигателем DCU отпускает останов, когда обороты ниже установленного предела, т.е. при номинальной частоте вращения. Эта функция называется пульсирующим превышением оборотов. Идея заключается в ограничении оборотов, когда гребной винт поднимается над уровнем воды в условиях бурного моря.

Второй датчик оборотов двигателя подсоединяется к релейному модулю, который находится в шкафу WECS на двигателе. Релейный модуль инициирует отключение двигателя в том случае, если превышение оборотов не обнаруживается присоединенным к DCU датчиком. Датчик оборотов релейного модуля также используется для подавления отключения PSZ 201 из-за низкого давления машинного масла, когда двигатель неподвижен.

Датчик частоты вращения турбонагнетателя подсоединен к одному из устройств либо DCU, либо SMU в зависимости от структуры WECS. Расчет частоты вращения турбонагнетателя выполняется программным обеспечением в DCU.

23.2.2. Система безопасности

V2

Система безопасности реализована в программном обеспечении WECS. Кроме того, есть некоторые резервные функции безопасности в аппаратной реализации (Релейный модуль). Системе безопасности можно разделить на пять основных частей: запуск, остановка, блокировка запуска, выключение и уменьшение нагрузки.

23.2.2.1. Запуск

V2

Функция запуска в системе WECS характеризуется некоторыми важными свойствами, заслуживающими внимания.

- Все условия запуска можно перенастраивать в соответствии с данной установкой.
- Двигатель не будет запускаться, если местная или дистанционная кнопка возврата в исходное состояние не была нажата после выключения двигателя.

23.2.2.2. Остановка

V2

Функция остановки в системе WECS характеризуется некоторыми важными свойствами, заслуживающими внимания, если приоритетный сигнал остановки предусмотрен.

- Сигнал аварийной остановки и выключение при превышении частоты вращения не блокируются приоритетным сигналом остановки,
- Приоритетный сигнал остановки поступает в MCU через Релейный модуль.

23.2.2.3. Блокировки пуска

V2

На судовом двигателе блокировка запуска имеет место при следующих условиях:

- пониженное давление предварительной смазки,
- задействован механизм проворачивания коленвала,
- рычаг остановки в положении стоп,
- переключатель местное/дистанционное в позиции местное (блокирует дистанционный запуск),
- переключатель местное/дистанционное в позиции дистанционное (блокирует местный запуск),

На стандартных стационарных двигателях (на электростанциях) имеются дополнительные блокировки запуска для следующих условий (эти условия конфигурируемы, т. е. их можно перенастраивать в соответствии с данной установкой):

- отсутствие предразогрева двигателя (пониженная температура в ВТ контуре системы охлаждения, выход двигателя),
- пониженное давление топлива,
- пониженное давление пускового воздуха.

Если блокировка пуска активна, то запустить двигатель невозможно. Для каждой активной блокировки по Modbus выдается предупреждение.

23.2.2.4. Выключения

V2

Выключение двигателя выполняется как нормальная остановка, т. е. одновременным применением пневматической остановки двигателя и функции остановки регулятора частоты вращения.

Функция стопорного вывода регулятора оборотов в системе WECS может быть настроена таким образом, чтобы соответствовать регулятору оборотов. В регуляторе оборотов есть вход для остановки двигателя, который может быть активирован или деактивирован. Для отключения двигателя используются датчики аналогового типа, а уровни отключения определены в ПО WECS.

Отключение является фиксирующимся, и для разблокирования возможности повторного пуска нужно дать команду восстановления исходного состояния после отключения. Обычно перед этим нужно исследовать причину отключения. Причина отключения будет передана через средства связи Modbus на внешние системы.

Необходимые предохранительные отключения зависят от типа установки. Условия и ограничения отключений указаны в документации, касающейся установки.

Резервная система выключения

Некоторые из функций отключения WECS продублированы в Релейном модуле, который является независимой постоянно подключенной системой. Вот список этих функций

- пониженное давление масла в смазочной системе,
- ограничение превышения частоты вращения,
- дополнительный выключатель.

К Релейному блоку подсоединена также кнопка аварийной остановки.

Отключение, связанное с давлением смазочного масла, инициируется выделенным переключателем давления. Во избежание отключения при простоях и остановленном двигателе отключение, связанное с давлением смазочного масла, при низких оборотах двигателя подавляется.

Для осуществления выключения при превышении оборотов Релейный модуль использует отдельный датчик оборотов (бесконтактный переключатель). Уровень срабатывания немного выше уровня, заданного в конфигурации WECS, а функция является фиксирующей.

23.2.2.5. Понижение нагрузки

V2

Если установочные точки снижения нагрузки определяются в WECS, то они конкретно указываются в документации по конкретной установке. При превышении установочной точки активируется запрос снижения нагрузки во внешнюю систему. Со снижением нагрузки всегда управляется внешняя система управления или оператор вручную.

23.2.3. Датчики непрерывного слежения и тревожной сигнализации

V2

23.2.3.1. Обработка сигналов в WECS

V2

В WECS используется распределенная система сбора данных. Это означает, что все датчики подключены к распределенным блокам (SMU или DCU), которые расположены рядом с группами датчиков. Только выключатели, связанные с запуском и остановом, подключены непосредственно к MCU. Резервные датчики соединены с релейным модулем.

Измеренные значения передаются в аналоговой форме только из датчика в DCU/SMU. После этого эти значения имеют цифровую форму.

23.2.3.2. Датчики для контроля и сигнализации

V2

На двигатели установлен следующий стандартный комплект датчиков для слежения, тревожной сигнализации и обеспечения безопасности:

Обозн.	Наименование	Тип
LS103A	Утечка топлива, топливопровод высокого давления	b
LS106A	Подтекание топлива, чистое топливо	b
LS108A	Подтекание топлива, грязное топливо, торец с маховиком	b
PT101	Давление жидкого топлива, на входе	a
TE101	Температура жидкого топлива, на входе	a
LS204	Уровень масла в смазочной системе	b
PT201	Давление смазочного масла, на входе	a
PT241	Давление смазочного масла, на входе	a
PDY243	Перепад давления на масляном фильтре ¹⁾	a
TE201	Температура смазочного масла, на входе	a
TE231	Температура масла, на входе LOC	a
PT301	Давление пускового воздуха	a
PT311	Давление управляющего воздуха	a
PT401	Давление ВТ воды, на входе	a
PT471	Давление НТ воды, на входе	a
TE401	Температура ВТ воды, на входе	a
TE402	Температура ВТ воды, на выходе	a
TE432A	Температура ВТ воды, на выходе САС	a
TE471	Температура НТ воды, на входе САС	a
TE472	Температура НТ воды, на выходе САС	a
TE482	Температура НТ воды, на выходе LOC	a
TE511	Температура ОГ, вход турбонагнетателя ²⁾	a
TE517	Температура ОГ, выход турбонагнетателя	a
TE51CA...	Температура ОГ, выход из цилиндра ³⁾	a
PT601	Давление нагнетаемого воздуха, вход	a
TE601	Температура нагнетаемого воздуха, вход	a
TE700...	Температура коренного подшипника 0 ⁴⁾	a
TE711A...	Температура гильзы цилиндра 1 ³⁾	a
GT165	Положение топливной рейки	a
GS171	Рычаг остановки в позиции Стоп	b
ST173	Частота вращения коленвала	a
ST174	Частота вращения коленвала, резервная система	a

Обозн.	Наименование	Тип
SE518	Частота вращения турбонагнетателя	a
GS792	Задействован механизм проворачивания коленвала	b
PSZ201	Давление масла в смазочной системе, вход (резервная система)	b

a – аналоговый датчик

b – бинарный (релейный) датчик

1) Расчетная величина (не отдельный датчик)

2) 1...4 шт. в зависимости от системы выпуска ОГ

3) 2 шт./цилиндр

4) $(n + 2)$ шт., где n – число цилиндров

Даже если упомянутые выше датчики рассматриваются как стандартные, их количество и тип могут варьироваться в зависимости от требований различных установок. Фактическую комплектацию датчиков и другого электрического оборудования, которое установлено на двигателе, а также аварийные сигналы, установочные точки снижения нагрузки и останова можно найти в документации, относящейся к конкретной установке.

23.3.

Испытание работоспособности

V2

В настоящем разделе приводится описание методов испытания механизма ограничения частоты вращения и датчиков давления.

23.3.1. Испытание механизма ограничения частоты вращения

V2

Обороты двигателя измеряются двумя датчиками. Первый датчик (ST173) подключен к DCU1, а второй датчик (ST174) подключен к Релейному модулю. Превышение оборотов определяется обоими этими датчиками.

Предел оборотов, установленный в DCU (распределенном блоке управления), ниже предела оборотов, установленного в Релейном модуле. Предел оборотов, установленный в DCU, превышает номинальные обороты двигателя на 15%. Предел оборотов, установленный в Релейном модуле, превышает номинальные обороты двигателя на 18%.

Функцию предельного выключения можно проверить, заставив двигатель фактически работать на предельных оборотах, если это возможно. В качестве альтернативы можно провести испытание, симулируя обороты двигателя при помощи генератора сигнала.

Функция предельного выключения должна останавливать двигатель при превышении предела оборотов. Она должна срабатывать всегда и без исключений. Если обороты отдельного главного двигателя превышают предел на 15%, то стопорные соленоиды будут активированы только до тех пор, пока обороты не упадут ниже номинального значения. Вспомогательные двигатели останавливаются даже при превышении нижнего предела оборотов. Предел оборотов Релейного модуля используются в качестве резервного средства и срабатывает всегда.

23.3.1.1. Испытание механизма ограничения частоты вращения коленвала прогоном двигателя

V2

Предельный выключатель может тестироваться при работе двигателя с превышением оборотов. Обороты двигателя не допускается увеличивать более чем на 60 об/мин выше предела превышения оборотов.

- 1 Увеличение частоты вращения коленвала.
- 2 Установите, на какой частоте обнаружено превышение предельной величины.

Предел частоты вращения будет сначала превышен в DCU1. При испытании механизма ограничения частоты вращения Релейного модуля датчик частоты DCU1 (ST173) должен быть отсоединен.



Примечание!

Не забудьте вновь подсоединить датчик частоты после испытания!

23.3.1.2. Испытание механизма ограничения частоты вращения коленвала с помощью генератора сигналов

V2

- 1 Подсоединить генератор сигналов (848113) к обоим датчикам оборотов по очереди. Генератор сигналов подсоединяется к штырькам сигнала и массы на датчике оборотов. См. [Рис 23-26](#) по поводу соединений. Останов из-за превышения оборотов должен обнаруживаться, когда превышаетя предел превышения оборотов.



Примечание!

Во избежание отключения смазки при имитации оборотов двигателя на остановленном двигателе можно отсоединить датчик давления PT201-1 и реле давления PSZ201. Чтобы получить информацию о соединениях, см. электрические чертежи по конкретной установке.

- 2 Увеличить частоту входного сигнала.

- 3** Установите, на какой частоте обнаружено превышение предельной величины.

Обороты, снятые с шестерни распредвала. Скорость вращения привода распределительного вала в два раза ниже скорости вращения коленчатого вала. Если известно количество зубьев шестерни распредвала, можно легко вычислить частоту, соответствующую превышению оборотов. В двигателе с планетарной передачей у шестерни распредвала 42 зуба. В двигателе без планетарной передачи у шестерни распредвала 48 зубьев.

По следующей формуле вычисляется измеряемая датчиком частота, соответствующая оборотам двигателя:

$$\text{Частота (Гц)} = (\text{Обороты [об/мин]} / 2) \cdot (\text{Количество зубьев} / 60)$$

Частота, соответствующая оборотам коленвала двигателя, показана в таблицах 23-1 и 23-2 при номинальной частоте вращения коленвала 720 об/мин и, соответственно, 750 об/мин.

Таблица 23-1.

	Частота, соответствующая частоте вращения коленвала	
	Без планетарной передачи	С планетарной передачей
720 об/мин (номинальная частота)	288 Гц	252 Гц
828 об/мин (15%-ный предел превышения, DCU/SMU)	331 Гц	290 Гц
850 об/мин (18%-ный предел превышения, RM)	340 Гц	297 Гц

Таблица 23-2.

	Частота, соответствующая частоте вращения коленвала	
	Без планетарной передачи	С планетарной передачей
750 об/мин (номинальная частота)	300 Гц	263 Гц
863 об/мин (15%-ный предел превышения, DCU/SMU)	345 Гц	302 Гц
885 об/мин (18%-ный предел превышения, RM)	354 Гц	310 Гц

23.3.2. Испытание датчиков давления

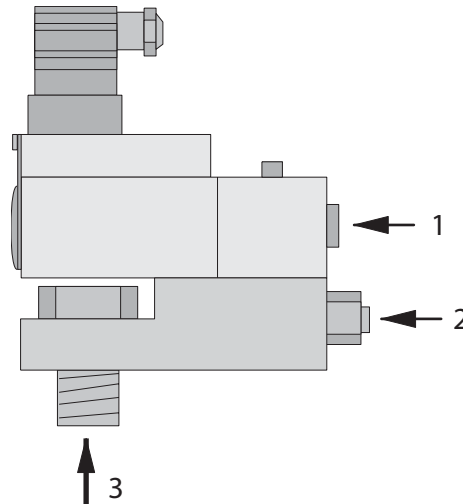
V2

23.3.2.1. Датчики давления

V2

Испытание датчиков давления можно произвести с помощью устройства для градуировки по давлению.

Испытание датчиков давления



1. Испытательное давление 2. Отсечной клапан 3. Измерительное давление

Рис 23-3

0303AA V1

На [Рис. 23-3](#) показаны датчики давления с отсечным клапаном и подсоединения для испытания давлением.

Датчики давления отключаются от каналов измерения давления отсечным клапаном. Устройство калибровки давления подключается для проведения измерений через пробку. Требуемое давление устанавливается с помощью калибровочного устройства.

- 1 Закройте клапан под датчиками.
- 2 Выкрутите пробку прямо над клапаном и подсоедините устройство калибровки давления.
- 3 Проверьте на предмет утечек перед подачей давления.
- 4 Произведите настройку устройства для градуировки.
- 5 Снимите показания датчиков, по крайней мере, в двух точках (например, в крайней нижней и верхней точке полного диапазона) и проверьте технические характеристики датчиков.
- 6 Если необходимо, произведите настройку датчиков или замените их.
- 7 Откройте клапан после проверки датчиков.

8 Если датчики не выдают сигнала, проверьте:

- проводку и соединения (с помощью омметра или универсального электроизмерительного прибора)
- электропитание (полярность указана на датчиках)
- на отсутствие повреждений датчиков.

**Примечание!**

Не забудьте открыть отсечной клапан после испытания!

23.3.2.2. Датчики температуры

V2

Перед поставкой все датчики проверяются на фабрике. Для контроля датчика требуется температурный калибратор (термостат). Все датчики температуры установлены в специальные карманы и, таким образом, их можно вынуть для проверки, в том числе, во время работы.

1 Отверните датчик.**2 Вставьте устройство для градуировки.****3 Произведите настройку устройства для градуировки.****4 Снимите измеренное значение** как минимум в двух точках (низшая и высшая точка всего диапазона) и сверьте со спецификациями.**5 Если необходимо, произведите замену датчика.****6 Если на выходе датчика сигнал отсутствует, проверьте:**

- проводку и соединения (с помощью омметра или мультиметра),
- электропитание (полярность указана на датчике),
- отсутствие повреждений датчика.

Пример контрольных точек для датчиков приведен в таблице ниже.

Температура (°C)	РТ 100 (Ом)	Термопара типа К (мВ)
0	100,0	0
20	107,8	0,8
40	115,5	1,6
100	138,5	4,1
300	-	12,2

23.3.2.3. Реле давления

V2

Предварительная настройка всех выключателей выполнена на заводе-изготовителе. Реле можно проверять во время работы.

1 Закройте клапан под реле.

- 2** Выкрутите пробку прямо над клапаном и подсоедините устройство калибровки давления.
- 3** Проверить реле путем наблюдения за давлением, при котором вырубается микропереключатель. Надлежащее давление указано в спецификациях двигателя и напечатано на самом реле.
- 4** Если необходимо, произведите настройку реле или замените его.
- 5** При ошибочном функционировании также проверить соединение и проводку.

23.3.2.4. Реле температуры

V2

В специальные гнезда также установлены термовыключатели, которые можно извлечь вверх для проверки во время работы. Проверка может выполняться с помощью калибратора температуры и путем наблюдения за температурой, при которой вырубается микропереключатель. Надлежащая температура указана в спецификациях двигателя и напечатана на самом переключателе. При необходимости, переключатель должен быть отрегулирован или заменен. Также проверить соединение и проводку на наличие повреждений.

23.3.2.5. Прочие реле и выключатели

V2

Эти устройства имеют механическую конструкцию и могут быть проверены, когда двигатель не работает.

- 1** Поверните управляющий вал до срабатывания индикаторного переключателя нагрузки.
- 2** Проверьте, какой это соответствует нагрузке.

23.3.2.6. Испытание входов датчиков моделированием

V2

Также можно тестировать каждый вход датчика/преобразователя, подключенного к WECS, путем имитации типа измеренного сигнала. Для этих целей доступно мультитестовое устройство (848112).

23.4.

Приборы

V2

Местные контрольно-измерительные приборы размещены на шкафу WECS. К ним относятся:

- Местная кнопка запуска (зеленая)
- Местная кнопка остановки (красная)
- Местная кнопка возврата в исходное состояние/индикация выключения (синяя)
- Переключатель способа запуска «местный/дистанционный» (блокировка запуска для работы «местная/дистанционная»)
- Местный дисплей, на который выводится вся информация, требующаяся для работы двигателя.
- Резервная индикация частоты вращения коленвала двигателя
- Резервная индикация давления масла смазочной системы
- Резервная индикация температуры охлаждающей воды в ВТ контуре

Эти три резервных измерительных прибора независимы от основной системы.

Местные контрольно-измерительные приборы

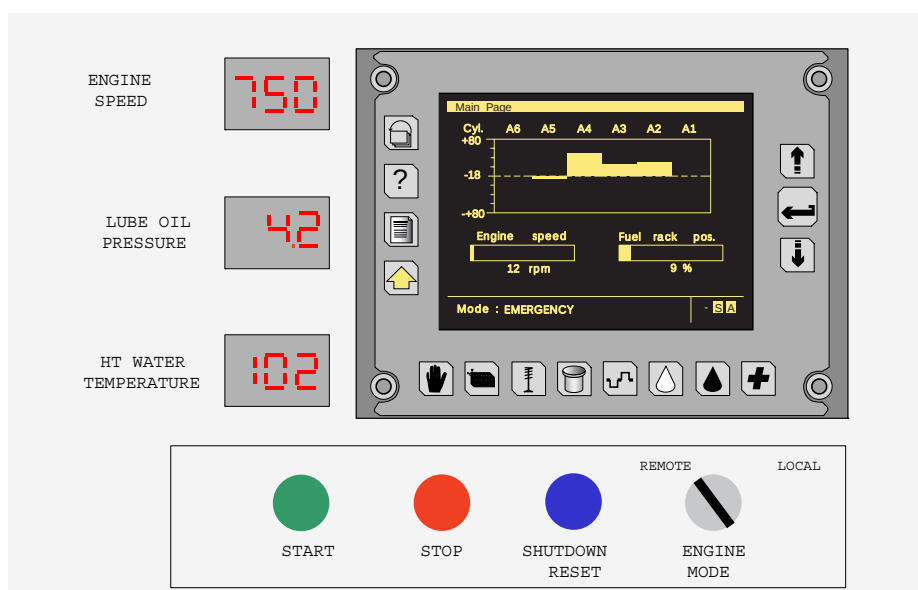


Рис 23-4

402310 V1

23.4.1. Местный дисплей

V2

Местный дисплей (Local Display Unit, LDU) заменяет традиционную панель манометров, термометров и других приборов.

Оператор имеет возможность выдавать все необходимые команды с помощью кнопок, имеющих на панели LDU.

На LDU выводится информация из MCU посредством MODBUS.

Местный дисплей

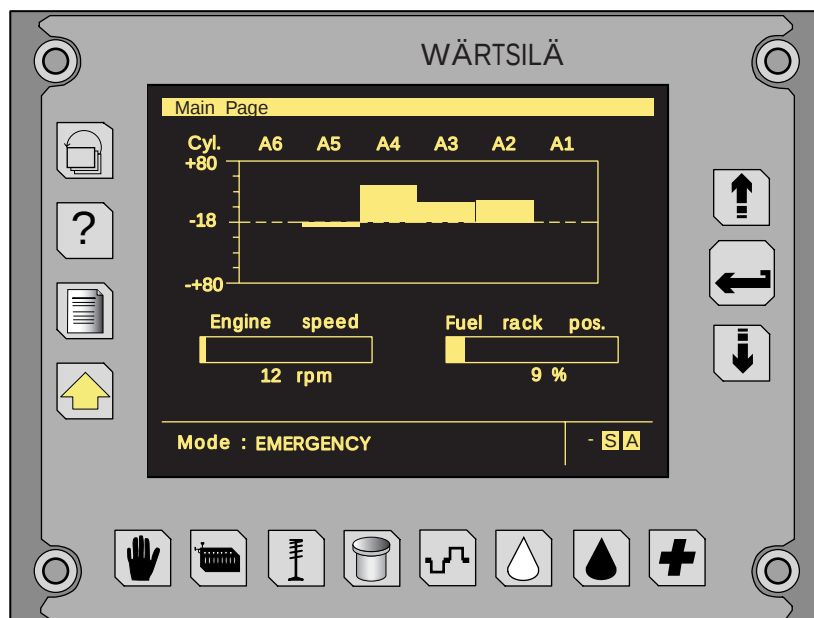


Рис 23-5

402311 V1

На дисплее отображаются страницы трех типов: главная страница, страница журнала и страница состояния. Эти типы страниц описываются в следующих разделах.

ГЛАВНАЯ СТРАНИЦА

Показ критических параметров двигателя и информация о состоянии двигателя.

Критические параметры двигателя:

- частота вращения коленвала и нагрузка (положение топливной рейки)
- температура отработавших газов

Информация о состоянии двигателя:

- режим двигателя текстовым сообщением (в нижней части страницы)
- общие сигналы неисправности двигателя (в нижнем правом углу страницы)
- информация о запросе снижения нагрузки (в нижнем правом углу страницы)
- информация о приоритетном запрете останова/выключения (в нижнем правом углу страницы)

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ СТРАНИЦА

На ретроспективную страницу выводятся сообщения о самых недавних событиях в двигателе, например, двигатель был запущен,

сигналы о неисправностях, выключения и т. д. с коротким описанием.

Описание включает время события, его тип, обозначение датчика и его описание.

Типы событий указываются сокращенно в виде обозначения одной буквой:

- A – Сигнализация (аварийная)
- B – Блок запуска
- S – Выключение
- E – Чрезвычайное положение
- L – Снижение нагрузки
- M – Изменение режима
- N – Примечание (например, для индикации включения насоса)

СТРАНИЦА СТАТУСА

Всегда имеется несколько страниц состояния. Количество страниц варьируется в зависимости от количества датчиков в WECS. Одна страница состояния отображает значения логических групп датчиков, например, температуры коренных подшипников.

Разные системы имеют свои отдельные информационные страницы:

- Блоки запуска и давления воздуха
- эксплуатационные показатели двигателя
- отработавшие газы,
- гильзы цилиндров
- коленчатый вал
- водяные системы
- масляные системы

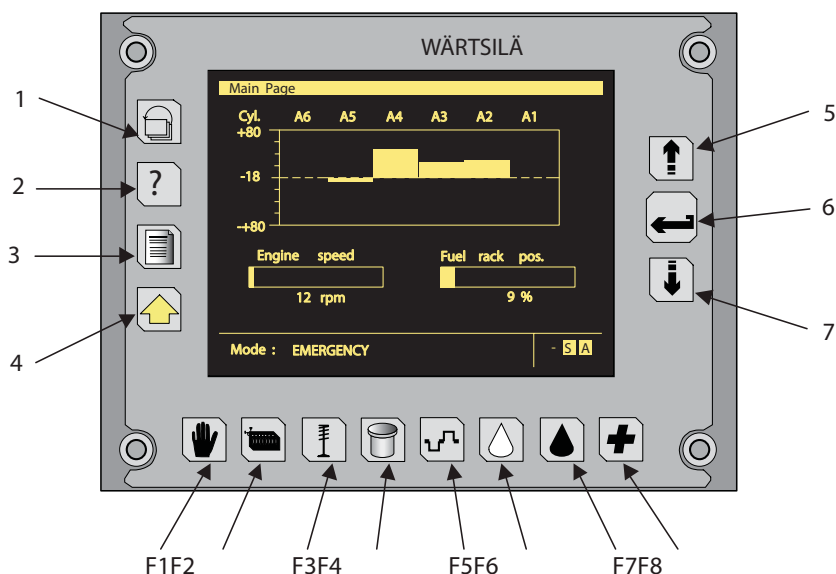
Типичная информация на странице состояния:

- логическое наименование
- аналоговая величина (обратная нерасчетная величина)
- столбцовый график

ИНДИКАЦИЯ АКТИВНОГО РЕЖИМА MODBUS

В верхнем правом углу находится индикатор статуса MODBUS. Если MODBUS активен и работает, то индикатор будет постоянно мигать. Если MODBUS работает неправильно, то индикатор будет черным.

Клавиши управления LDU



1. Кнопка "ГЛАВНЫЙ" 2. Кнопка "ПОМОЩЬ" 3. Кнопка "ИСТОРИЯ"
4. Кнопка "SHIFT" 5. Кнопка "ВВЕРХ" 6. Кнопка "ВВОД" 7. Кнопка "ВНИЗ"
F1-F8 функциональные кнопки

Рис 23-6

402312 V1

КЛАВИШИ

- Кнопка "ГЛАВНАЯ" открывает главную страницу.
- Чтобы просмотреть список предупредительных сообщений и отключений, воспользуйтесь кнопкой "ИСТОРИЯ".
- Перелистывать страницы можно с помощью кнопок "ВВЕРХ" и "ВНИЗ", а выбрать - с помощью кнопки "ВВОД".
- Для отображения страницы помощи воспользуйтесь кнопкой "ПОМОЩЬ".
- Кнопка F8 открывает меню дополнительных страниц.

Клавиши F1-F7 приведут Вас на страницу состояния логической группы датчиков согласно нижеследующему описанию:

- F1: Блокировки запуска и давления воздуха
- F2: Эксплуатационные показатели двигателя
- F3: Температура отработавших газов
- F4: Температура гильз цилиндров
- F5: Температура коренных подшипников
- F6: Системы водяного охлаждения
- F7: Система питания и смазочная система

Некоторые страницы состояния разделены на несколько страниц. Если страница разделена, то в верхнем правом углу отображается стрелка. Для пролистывания страниц, находящихся на одном уровне, пользуйтесь кнопками "ВВЕРХ" и "ВНИЗ". Если отображается пустая стрелка, то вы можете использовать "SHIFT"+"ВВЕРХ" или "SHIFT"+"ВНИЗ".

Если на экране одновременно полые и обычные стрелки, в пределах одного уровня имеется несколько страниц.

У всех основных уровней есть подуровни: уровень СОСТОЯНИЯ и уровень ОБСЛУЖИВАНИЯ. Для изменения уровня нажмите "SHIFT"+"ВВЕРХ" или "SHIFT"+"ВНИЗ".

23.4.2. Функции WEпCoM

V2

WEпCoM делится на две части: функция безопасности включает в себя WECS, а графики тенденций реализованы во внешней системе. Внешняя система в этом значении является системой управления, предупреждения или контроля, которая соединена с WECS. Температурные измерения гильз цилиндров, коренных подшипников и выпускных газовых клапанов, проверка уровней предупреждения, снижения мощности или отключения и необходимые математические действия - все это включает в себя си-

стема WECS. Представление всех измеренных и рассчитанных данных должно реализовываться, в соответствии с рекомендациями, во внешней системе, соединенной с MCU. В зависимости от типа и размера двигателя количество датчиков, задействованных для функций WEEnCoM, может варьировать.

23.4.2.1. Гильзы цилиндров

V2

Температура гильзы цилиндры отражает состояние не только этой детали, но и поршня с поршневыми кольцами, см. [Рис. 23-7](#). Температура гильзы цилиндра измеряется двумя датчиками. Если значение температуры превышает установленный предел, то генерируется сигнал аварии, снижения нагрузки или выключения. Частота обновления показаний - 1 Гц.

Датчики температуры в гильзах цилиндров

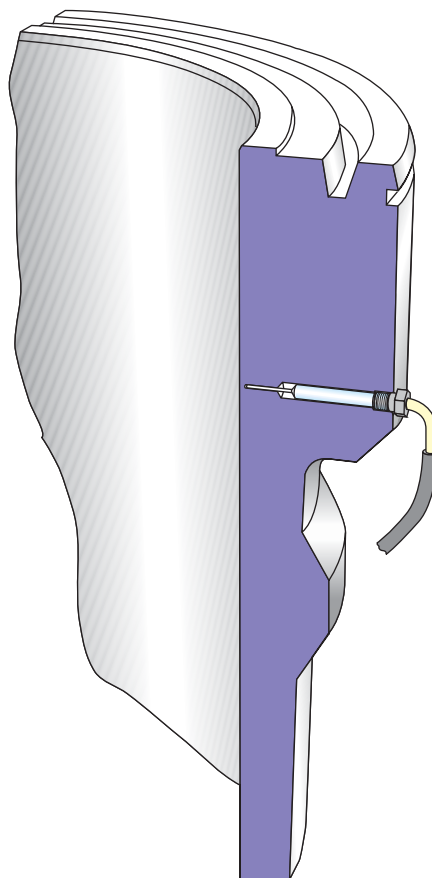


Рис 23-7

080209AA V1

Графики тенденций температуры гильз цилиндров рекомендуется иметь во внешней системе.

23.4.2.2. Коренные подшипники

V2

Мониторинг температуры коренного подшипника осуществляется датчиком в прямом контакте с вкладышем подшипника, см.

Рис 23-8. Если значения этих параметров превысят указанные величины, вырабатывается сигнал предупреждения, снижения мощности или отключения. Частота обновления показаний - 1 Гц.

Датчики температуры коренных подшипников

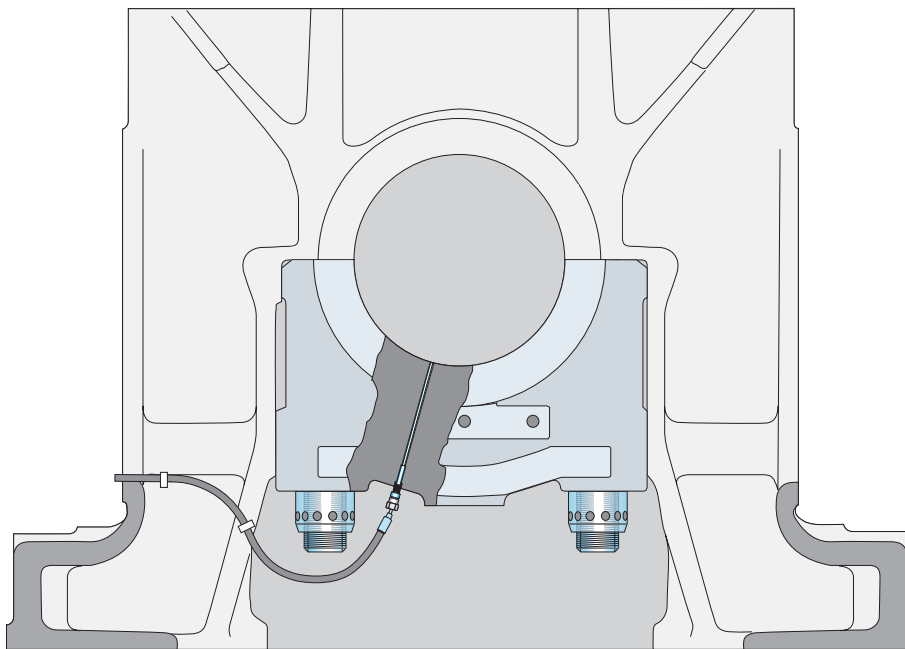


Рис 23-8

080209BA V1

Графики тенденций температуры коренных подшипников рекомендуется иметь во внешней системе.

23.4.2.3. Выпускные клапаны

V2

За состоянием клапана выхлопных газов следит датчик температуры, установленный позади этого клапана, см. **Рис. 23-9**. Прогоревший участок на тарелке клапана, со временем, приведет к всплескам повышения температуры из-за вращения клапанов. Неисправный клапан может быть обнаружен путем исследования циклических вариаций температуры выхлопных газов. Данный анализ выполняется путем быстрого Фурье-преобразования и статистической оценки значений температур.

В каждой головке цилиндра установлено два датчика температуры отработавших газов – по одному на выпускной клапан.

Датчик температуры отработавших газов

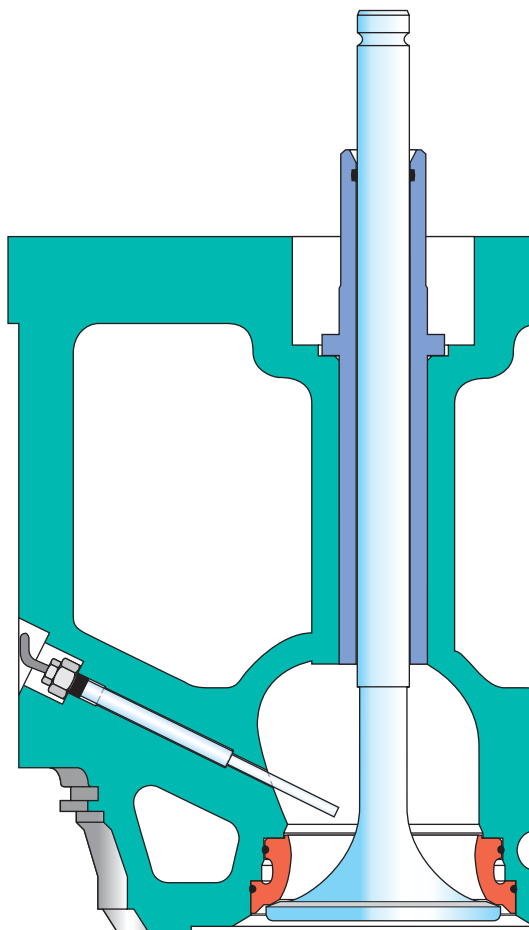


Рис 23-9

080209CA V1

Нижеследующие измеренные и расчетные значения вырабатываются для каждого цилиндра в качестве отдельных данных и рекомендуются для использования во внешней системе для графиков тенденций:

- температура выпускного клапана 1,
- температура выпускного клапана 2,
- температура ОГ (средняя расчетная величина для клапанов 1 и 2),
- отклонение температуры ОГ от среднего значения для двигателя,
- выпускной клапан 1, среднеквадратичное,
- выпускной клапан 2, среднеквадратичное,
- разница температур выпускных клапанов.

23.5.

Аппаратное обеспечение

V2

В этом разделе приведено описание всех аппаратных модулей WECS, а также краткая характеристика их технических и физических свойств. Здесь также приводятся характеристики корпуса и рамы, например, их размеры. Для большинства блоков РСВ показаны схемы размещения и блок-схемы с описанием входов/выходов.

23.5.1. Главный блок управления

V2

Система MCU состоит из набора плат, которые выполняют все операции по сбору, обработке и передаче данных. Базовая концепция MCU включает раму, материнскую плату, плату процессора, преобразователь пост. ток/пост. ток, блок памяти, плату локальной сети и три интерфейсные платы.

Рама Главного блока управления (MCU)

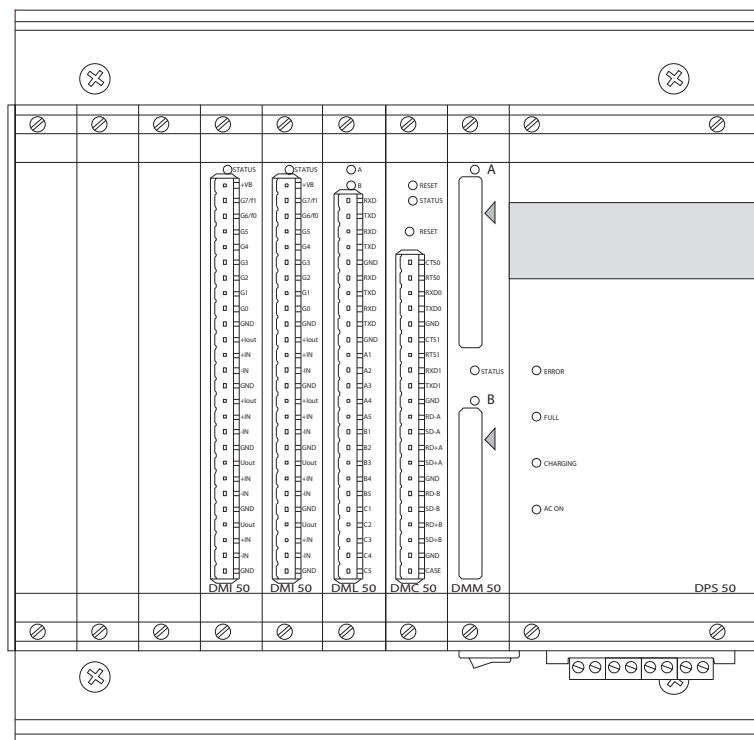


Рис 23-10

080302LA V1

23.5.1.1. Рама

V2

Алюминиевая рама представляет собой компактный корпус для соединения плат MCU с заземлениями кабелей. В раме MCU предусмотрено место для дополнительной интерфейсной платы.

23.5.1.2. Объединительная плата

V2

Материнская плата DMB50 это в основном шинная плата, у которой нет своих собственных электрических функций. Она делится на группу шин и цепи подсоединения питания. При чтении следующих разделов см. [Рис 23-11](#).

Топология Объединительной печатной платы

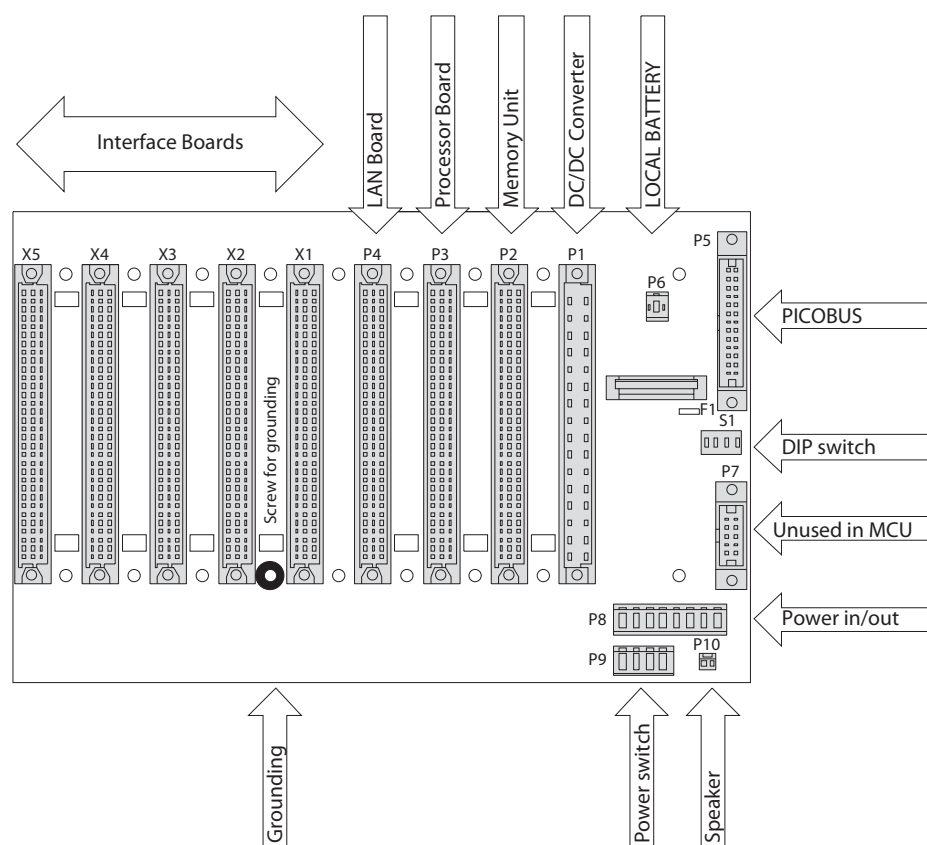


Рис 23-11

080302DC V1



Осторожно!

Установить платы MCU в гнезда, предусмотренные для них. Если установить плату в неправильное гнездо и включить питание, то она будет навсегда повреждена.

23.5.1.3. Преобразователь постоянного напряжения V2

Преобразователь постоянного напряжения DPS50 представляет собой плату питания с многофункциональным переключением для MCU. На ней собрано четыре независимых источника питания и цепи для управления и передачи двоичной информации.

Преобразователь постоянного напряжения DPS50

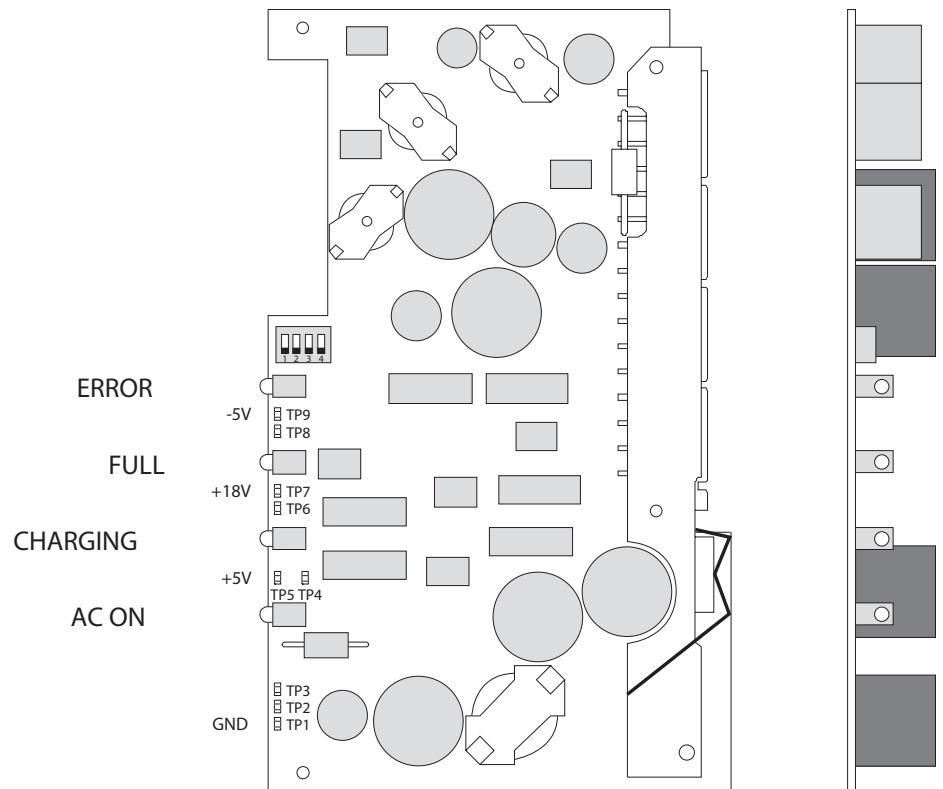


Рис 23-12

080302FB V1

Переключатель главного аккумуляторного зарядного устройства изолирован и расположен отдельно. Первичная обмотка этого источника питания полностью изолирована от корпуса MCU и электроники и, в связи с этим, на нее можно подавать напряжение без необходимости в дополнительной изоляции. Уровень выходного напряжения переключателя регулируется программным обеспечением MCU после его запуска. Три источника электропитания переключателя преобразуют напряжение батареи 12 В в +5 В, в -5 В и в +18 В.

Блок-схема преобразователя постоянного напряжения

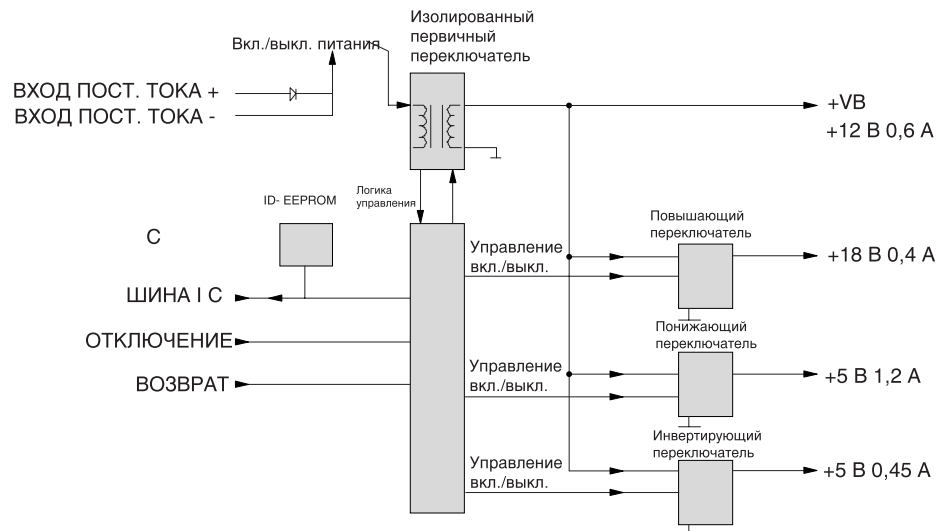


Рис 23-13

080302GA V1

Светодиодные индикаторы

Светодиоды преобразователя пост. ток/пост. ток показаны на [Рис 23-12](#).

- Аккумулятор разряжен/ОШИБКА процесса зарядки.
- АККУМУЛЯТОР ПОЛНОСТЬЮ ЗАРЯЖЕН.
- ЗАРЯДКА.
- ПЕРЕМЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВКЛ. (прямое питание от источника переменного напряжения).

23.5.1.4. Плата процессора

V2

Плата процессора осуществляет совместно с ПО MCU координацию всех функций отдельных плат MCU. Она также предоставляет память для хранения программного кода, файлов параметров и системной БД. Функциональные блоки платы процессора показаны на [Рис 23-15](#).

Топология Платы процессора

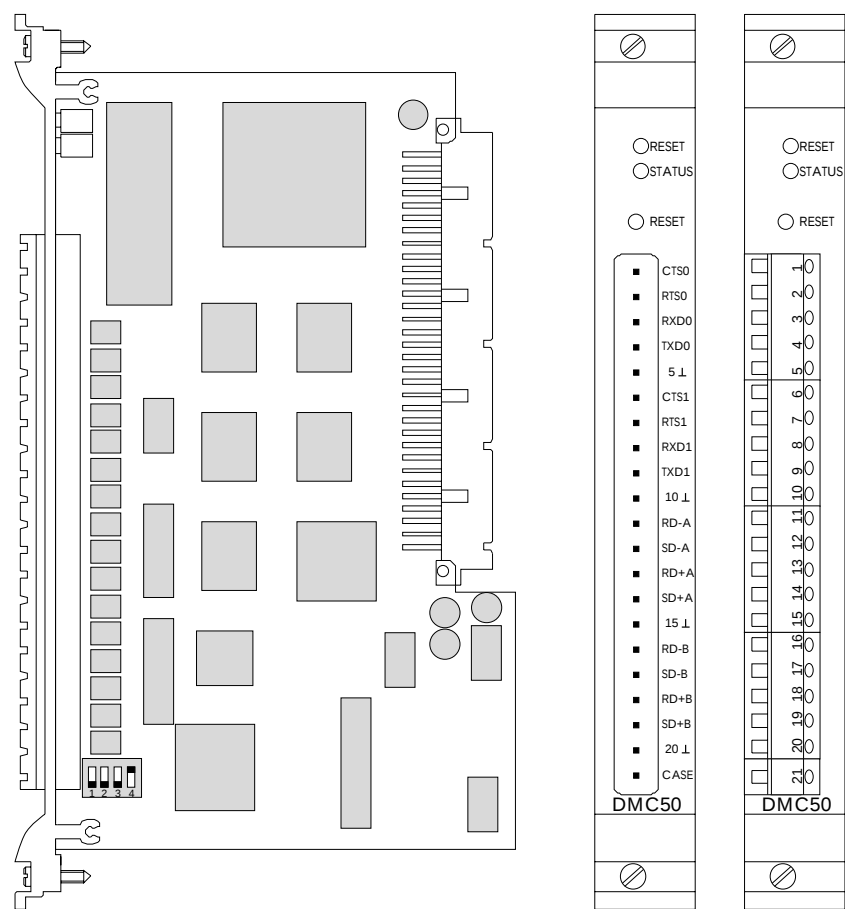


Рис 23-14

080302HB V1

Блок-схема Платы процессора

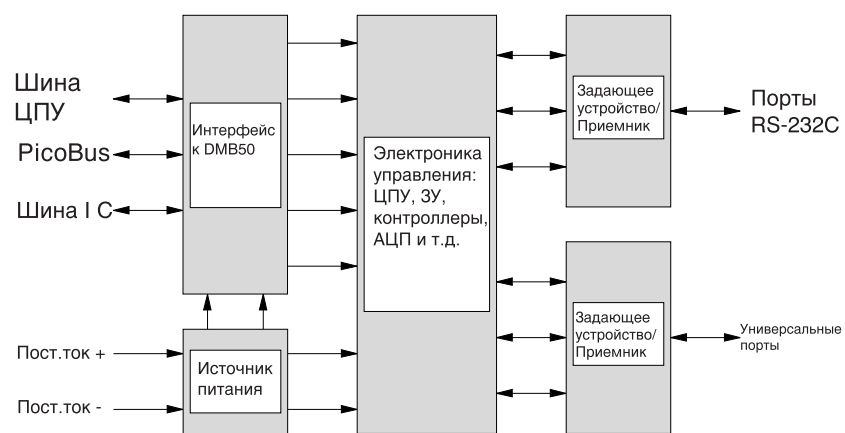


Рис 23-15

030302BA V1

23.5.1.5. Блок памяти

V2

Блок памяти DMM50 позволяет использовать съемные PC-карты для обновления программ и конфигураций.

Топология Блока памяти

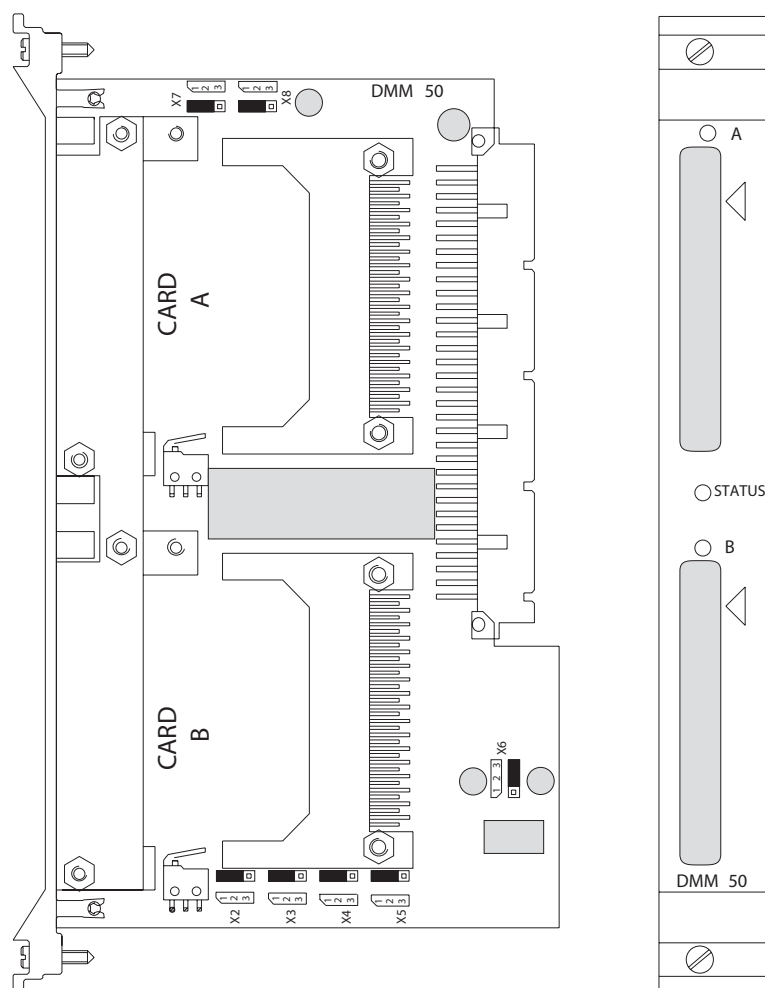


Рис 23-16

080302YC V1

Светодиодные индикаторы

Оба привода PC Card (A и B) имеют светодиодный индикатор, показывающий их активность. В зависимости от типа активности индикатор может гореть зеленым или красным светом. На передней панели Блока памяти также имеется светодиодный индикатор "СОСТОЯНИЕ".

23.5.1.6. Сетевая плата

V2

Плата локальной сети предоставляет MCU дополнительные последовательные порты. Она также снабжена специальными модулями для соединения MCU с сетями RS-485 и CAN, подобно MODBUS.

Топология Сетевой платы

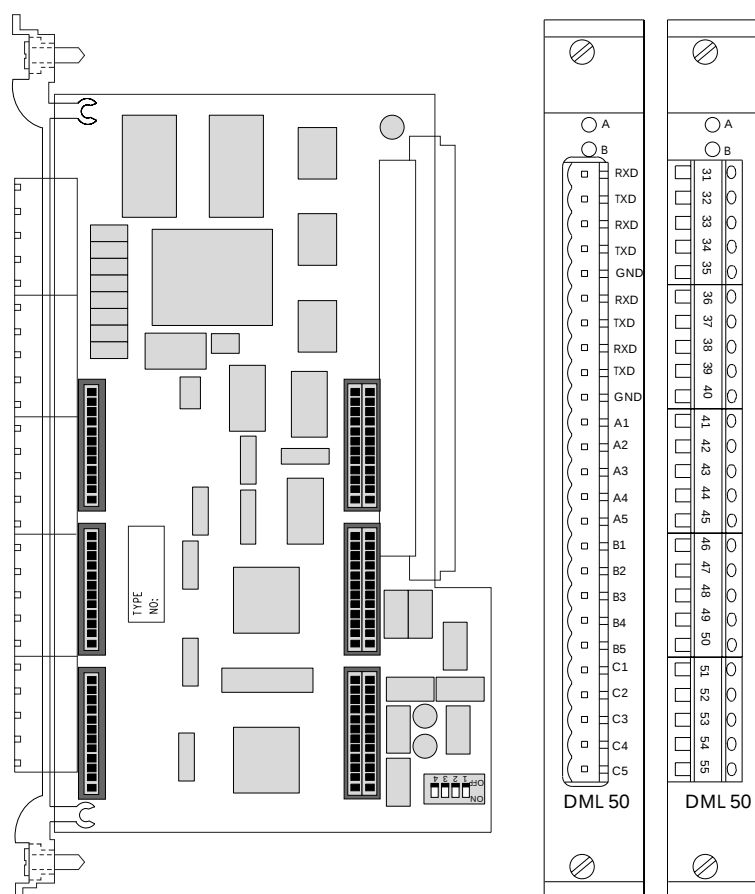


Рис 23-17

080302XB V1

Блок-схема Сетевой платы

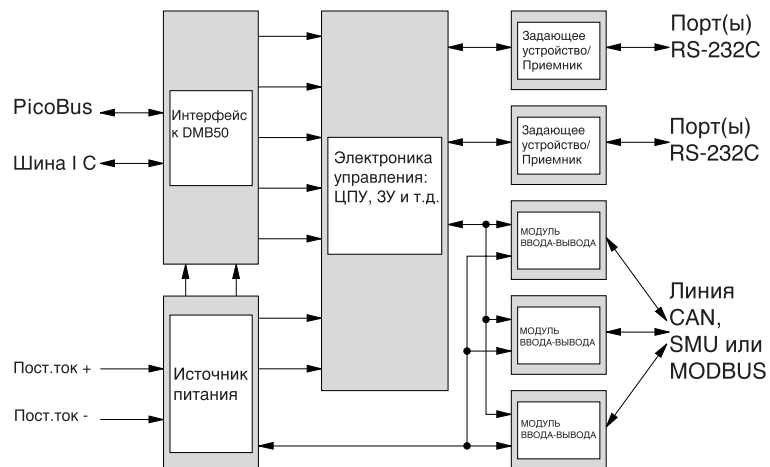


Рис 23-18

030302DA V1

Светодиоды лицевой панели Сетевой платы

- Зеленый светодиод мигает один раз приблизительно через каждые 10 секунд. (Если интервал больше, программа перегружена.)
- Красный светодиод не должен гореть. Если он горит, произведите возврат MCU в исходное состояние.

23.5.1.7. Интерфейсная плата

V2

DMI50 это многоцелевая интерфейсная плата для MCU. Имеется четыре аналоговых канала и один 8-битовый параллельный цифровой порт ввода/вывода с открытым коллектором. В WECS интерфейсная плата главным образом используется для соединений переключателей и реле.

Относительно конструкции интерфейсной платы см. рисунок [Рис 23-19](#).

Топология Интерфейсной платы

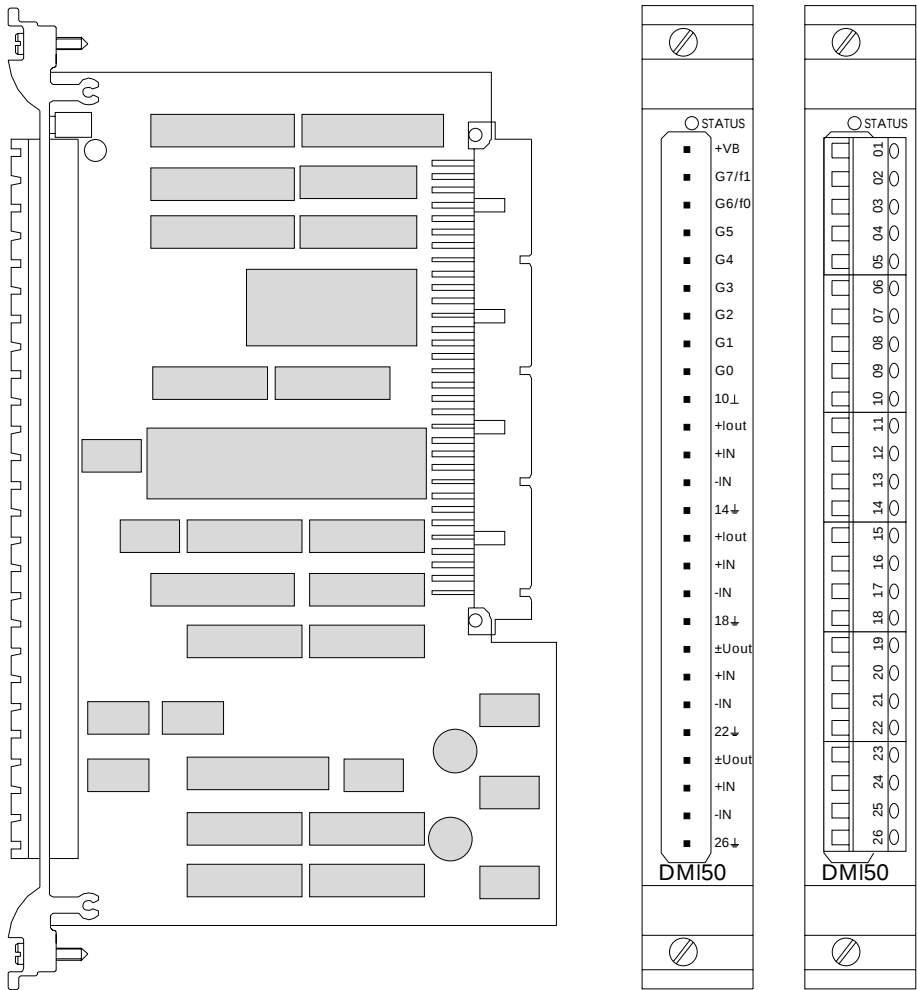


Рис 23-19

080302JB V1

Блок-схема Интерфейсной платы

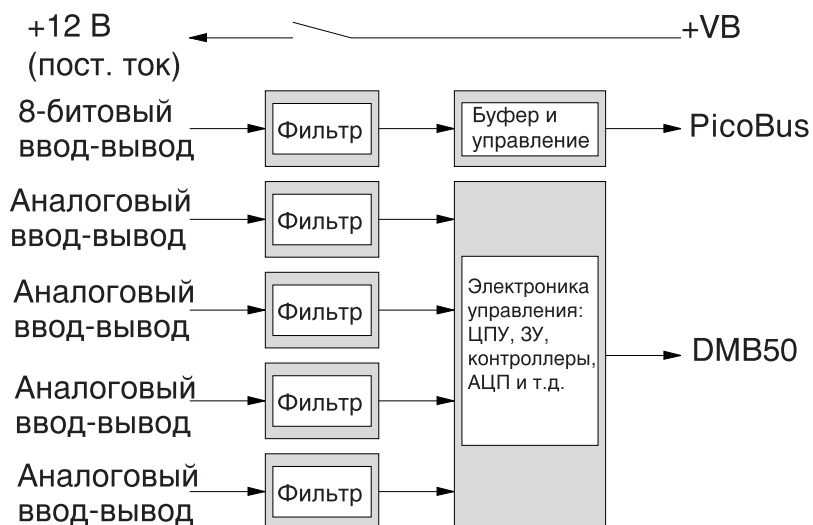


Рис 23-20

030302CA V1

23.5.2. Распределительный блок

V2

Распределительный блок может быть либо Датчиковым мультиплексным устройством (SMU – Sensor Multiplexer Unit), включающим Плату SMU, или Распределенным устройством управления (DCU – Distributed Control Unit), включающим как Плату SMU, так и Плату DCU.

SMU и DCU

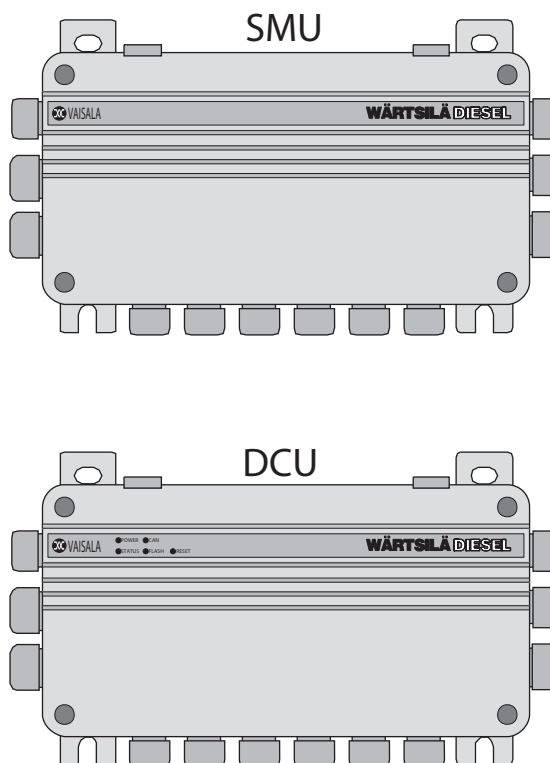


Рис 23-21

030304AA V1

Модуль SMU - это микропроцессор на основе измерительного блока, разработанного для непрерывной работы в жестких условиях окружающей среды. Он работает как интерфейс между датчиками и DCU. Модуль SMU может обрабатывать сигналы, как аналоговых, так и цифровых датчиков. Он сохраняет данные одного измерения в собственной памяти SRAM. Данные передаются из памяти на главный процессор по специальной команде. Модуль SMU также выполняет линеаризацию показаний датчиков температуры и проверку ошибок.

Модуль SMU подсоединен к главному процессору через один последовательный канал. Этот канал является гальванически развязанным полудуплексным RS-485 соединением. Каждый SMU имеет свой собственный адрес, которому он соответствует.

Модуль DCU включает плату SMU и плату DCU на крышке коробки. Эти платы соединены друг с другом при помощи плоского кабеля. В дополнение к возможностям SMU, плата DCU имеет более мощный микропроцессор, флеш-память, разъем для PC карты и CAN контроллер.

23.5.2.1. Плата SMU

V2

Плата SMU достаточно гибкая в применении и предлагает разнообразие возможных конфигураций. К ней могут быть подсоединены датчики различных типов:

- токовый контур 4-20 мА,
- преобразователь тока,
- преобразователь напряжения,
- Pt-100
- термопары типа J, K, S и T,
- резистивный,
- потенциометр,
- выключатель (макс. 2-позиционный).

Топология Платы SMU

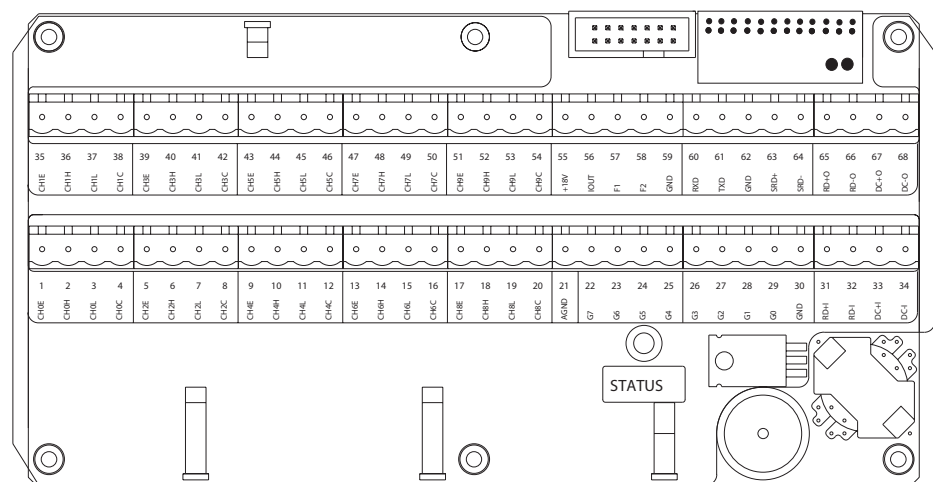


Рис 23-22

080304BB V1

Плата SMU включает в себя 8-битовый ЦПУ Intel 80C51FC, работающий с тактовой частотой 14,7 МГц. Плата SMU также имеет запоминающую схему для сохранения операционных переменных и параметров системы. Аналого-цифровое преобразование выполняется 16-битовым сигма/дельта аналого-цифровым преобразователем с цифровым фильтром и усиливается.

Плата SMU преобразует все необходимые значения рабочего напряжения самостоятельно, исходя из уровня 24 В. Импульсный источник питания SMU изолирован и принимает входное напряжение в диапазоне от +7 до +50 В пост. тока. Плата SMU работает независимо от другой электроники WECS по причине обособленного электропитания.

Блок-схема Платы SMU

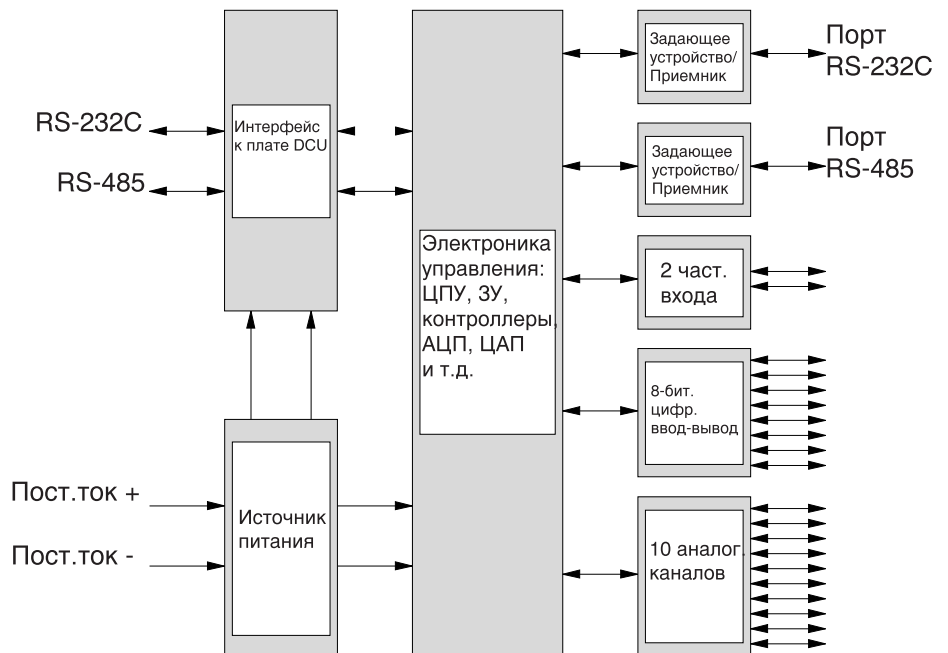


Рис 23-23

030304BA V1

23.5.2.2. Плата DCU

V2

Модуль DCU - это комбинация двух плат с процессорами. 16-битный процессор платы DCU является главным для блока SMU. Он обрабатывает все внешние сигналы. Помимо последовательного канала блока SMU в блоке существует три канала связи, которые невидимы для пользователя. В этой установке последовательный канал SMU обрабатывается напрямую процессором DCU через оптопару.

Топология DCU

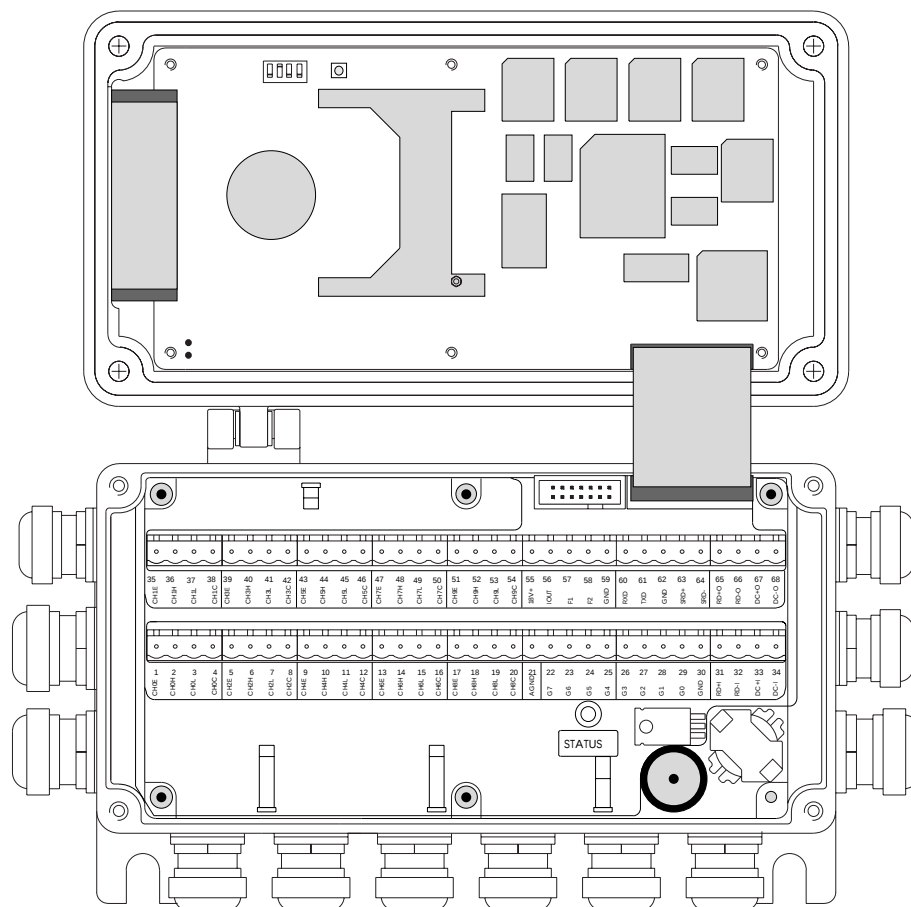


Рис 23-24

080304EH V1

Последовательные каналы от блока DCU: CAN, витая пара RS-485 и коммуникационные соединения RS-232C. Для последовательной передачи данных через 2-проводную RS-485 и внутреннюю плату SMU используются два внутренних последовательных канала CPU. Кроме этого имеет один слот PC Card type II для подключения памяти SRAM или флэш-карт

Плата DCU преобразует все необходимые рабочие напряжения (+5 В, +12 В) из плавающего напряжения 7 В, которое подается из отдельного импульсного источника питания SMU. Таким образом достигается изоляция платы. This makes the whole DCU от электроники модуля SMU.

Блок-схема Платы DCU

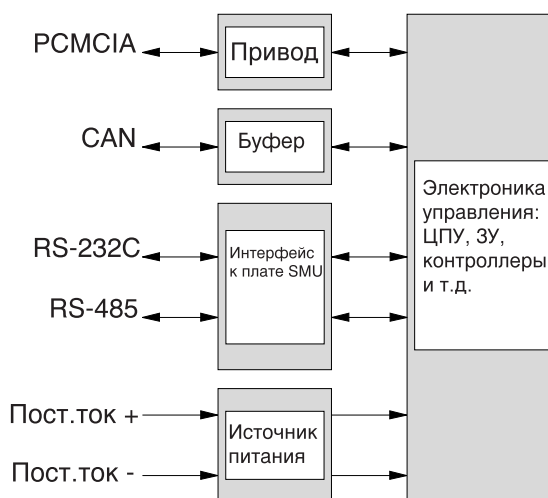


Рис 23-25

030304CA V1

При работе плата DCU передает распределенную базу данных через шину CAN. PC Card используется для передачи параметров новых установок с подключенного настроенного оборудования в систему DCU. При правильной передаче эти файлы с параметрами сохраняются в флеш-памяти модуля DCU независимо от состояния питания (включено или выключено) вплоть до удаления по команде пользователя.

Таблица 23-3.

Светодиод на DCU		
Светодиод	Цвет	Светодиодная индикация
ПИТАНИЕ	зеленый	непрерывно ВКЛ. пока блок получает питание
CAN	желтый	мигает во время передачи по CAN
СОСТОЯНИЕ	зеленый	мигание указывает на работу программы
ФЛЭШ	желтый	непрерывно ВКЛ., когда напряжение ФЛЭШ подсоединено (обычно во время конфигурации или загрузки программного обеспечения)
ВОЗВРАТ	красный	указывает на возврат системы в исходное состояние при запуске, во время ручного возврата в исходное состояние или в условиях недостаточного питания

23.5.3. Датчики

23.5.3.1. Датчики частоты вращения

V2

Датчик частоты вращения двигателя

Обороты вращения двигателя измеряются двумя безконтактными индуктивными концевыми выключателями PNP-типа. На датчик подается питание напряжением 10 - 30 В постоянного тока (в WECS обычно 15 В постоянного тока). Третий вывод датчика является импульсным выходом, пропорциональным оборотам. Напряжение выходного импульса изменяется между двумя фиксированными значениями: 0 В пост. тока и +15 В пост. тока (напряжение питания).

Электронная схема датчика залита смолой в трубчатый корпус из никелированной латуни с наружной резьбой M18 x 1,5 мм. Кабель подключается через четырехполюсный разъем Euchner BS4.

Чтобы установить датчик поверните вал двигателя до тех пор, пока в монтажном отверстии датчика появится прорезь. Аккуратно вкрутите датчик от руки. Выкрутите его примерно на 1,5 оборота, чтобы обеспечить расстояние в 2,0 - 2,5 мм, а затем затяните контргайку ключом.



Примечание!

Установка датчика при работающем двигателе не допускается.

Датчики частоты вращения коленвала двигателя

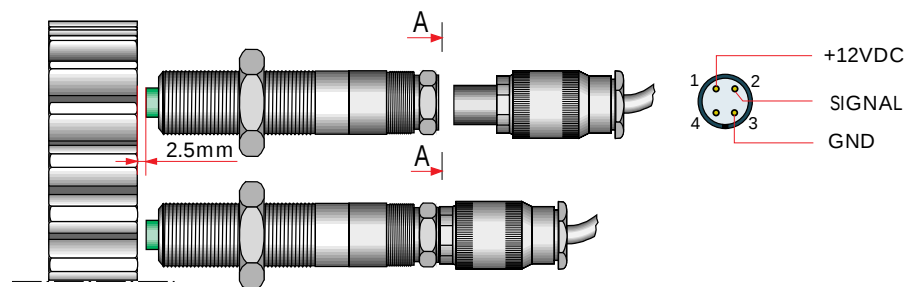


Рис 23-26

202364 V1

Датчик частоты вращения турбонагнетателя АВВ

Датчик оборотов турбонагнетателя - магнитного типа. Он не нуждается в подаче напряжения. Датчик эксцентрично установлен в крышке подшипников турбонагнетателя. В смазочное колесо на валу вмонтированы шесть магнитов, каждый из которых генерирует в датчике импульс, который передается на чувствительную

головку. Уровень синусоидального сигнала датчика подключенного к WECS поэтому пропорционален оборотам турбоагнетателя.

Металлический корпус датчика имеет размеры M12 x 1,25. Кабель подключается через четырехполюсный разъем Euchner BS4.

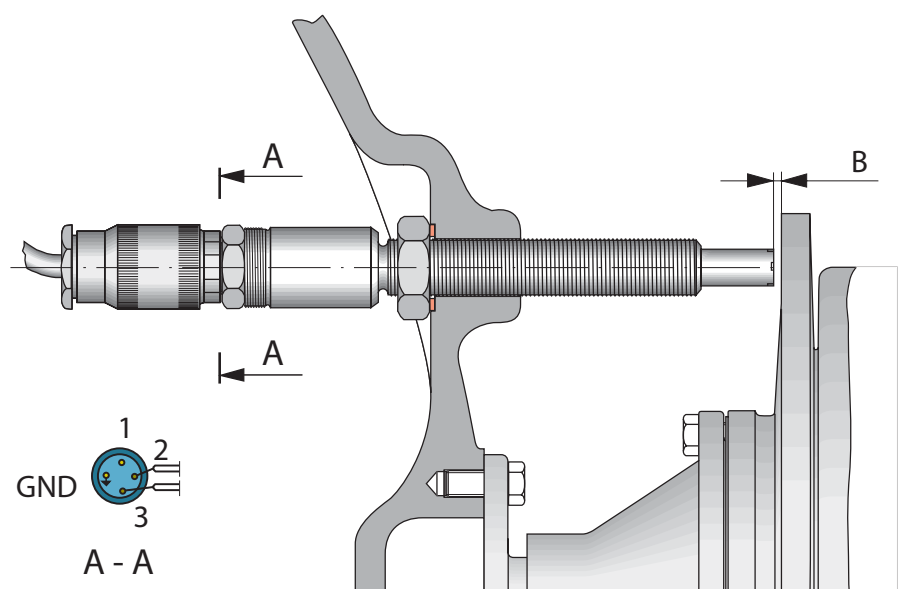
Для установки аккуратно вкрутите датчик от руки. Выкрутите его на 2 оборота для получения необходимого расстояния в 2,5 мм и затяните плотно затяните контргайку гаечным ключом.



Примечание!

Установка датчика при работающем двигателе не допускается.

Датчик частоты вращения турбоагнетателя ABB



В. 2,5 мм = 2 оборота датчика

Рис 23-27

322360A V1

Датчик частоты вращения турбоагнетателя EGT

Датчик частоты вращения турбоагнетателя EGT работает также, как и соответствующий датчик турбоагнетателя ABB, за исключением лишь того, что он выдает либо два, либо шесть импульсов за один оборот вала турбоагнетателя.

Металлический корпус датчика имеет резьбу 5/8" UNF. Длина датчика зависит от конкретного типа турбоагнетателя, что видно из Таблицы 23-4.

Таблица 23-4.

Датчик частоты вращения турбоагнетателя EGT		
Турбоагнетатель тип	Измерьте "А" на Рис 23-28	Импульсы
Napier 155	200 мм	2
Napier 295	267 мм	2
Napier 355	367 мм	2
Napier 457	200 мм	6
Napier 557	200 мм	6

Для установки аккуратно вкрутите датчик от руки. Выкрутите его на 0,5 оборота для получения необходимого расстояния в 0,7 мм и затяните плотно затяните контргайку гаечным ключом.

**Примечание!**

Установка датчика при работающем двигателе не допускается.

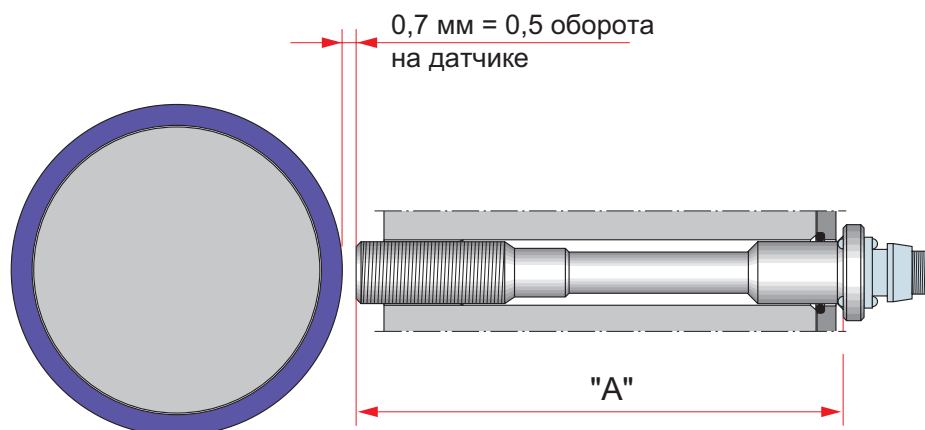
Датчик частоты вращения турбоагнетателя EGT

Рис 23-28

322386 V1

Кабель подсоединен с помощью разъема Cannon KPT.06.F.8.2.P.

23.5.4. Соленоидные клапаны

V2

В двигателях используются 3-ходовые соленоидные клапаны, изготовленные компанией E. Seitz. Они могут, в зависимости от применения, быть нормально открытыми или нормально закрытыми. Номинальное рабочее напряжение - 24 В постоянного тока, однако соленоидные клапаны имеют допуск по напряжению

от -15 % до +10 %. Обмотка клапана имеет номинальную мощность 11 Вт. В нее встроены диоды для понижения напряжения и защиты от обратной полярности.

23.5.5. Релейный модуль

V2

Релейный модуль это устройство, которое выполняет команды MCU путем активации электромагнитных клапанов и т.д. Он также служит в качестве резервной системы безопасности, когда главная система безопасности не работает надлежащим образом или если остальная система выходит из строя. Большинство проводных сигналов, таких как аварийный выключатель и т.д., соединены с релейным модулем. Электропитание всей системы целиком также обеспечивается релейным модулем.

Топология Релейного модуля

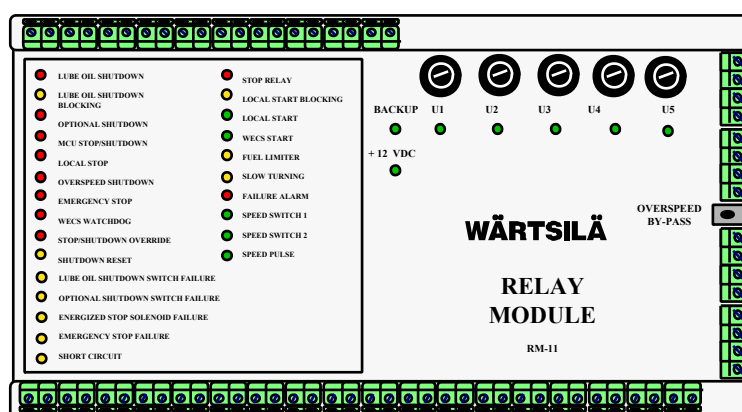


Рис 23-29

402313 V1

В отличие от других блоков WECS, у релейного модуля нет процессора или программного обеспечения. Следовательно, релейный модуль полностью является аппаратным блоком.

Релейный модуль состоит из следующих функциональных блоков:

- блок измерения частоты вращения (резервный),
- блок выключения смазочной системы (резервный),
- блок выключения по выбору (резервный),
- блок остановки/выключения MCU,
- блок локальной остановки,
- блок выключения при превышении частоты вращения (резервный),

- блок аварийной остановки,
- блок сторожевой схемыMCU,
- блок приоритетного запрета останова/выключения,
- блок возврата в исходное состояние после выключения,
- блок короткого замыкания,
- блок остановки,
- блок локального запуска,
- блок запуска WECS,
- блок топливоограничения,
- блок медленного проворачивания,
- блок отказа,
- блок питания.

Подстроечные элементы

Релейный модуль имеет шесть подстроечных элементов для установки задержек и контрольных точек.

Светодиодная индикация

В релейном модуле имеется светодиодный индикатор для каждого функционального блока. Для всех напряжений питания имеются отдельные светодиоды. Переключатель выключения смазочной системы, дополнительный выключатель отключения и запитанный остановочный соленоид имеют светодиоды неисправностей благодаря своему особому характеру.

Таблица 23-5.

Светодиоды Релейного модуля		
Светодиод	Цвет	Светодиодная индикация
Выключение смазочной системы	красный	Реле давления масла произвело выключение, но местная проводная кнопка возврата еще не была нажата.
Блокировка выключения смазочной системы	желтый	Выключение смазочной системы заблокировано во время запуска/остановки/бездействия двигателя
Выключение по выбору	красный	Дополнительный выключатель отключения вызвал отключение, т.е. был замкнут. Местная проводная кнопка сброса еще не была нажата
Остановка/выключение MCU	красный	Сигнал остановки MCU активен и вызывает остановку двигателя
Местный стоп	красный	Местная (обычно местная) кнопка остановки нажимается или была отпущена менее чем 60 секунд назад
Выключение при превышении частоты вращения	красный	Превышение оборотов вызвало отключение, но местная проводная кнопка сброса еще не была нажата. Частота вращения измеряется резервным датчиком оборотов
Аварийная остановка	красный	Кнопка аварийной остановки нажата и обуславливает выключение.

Слежение за WECS	красный	Сигнал слежения за WECS отсутствует и это обуславливает выключение
Приоритетные останов/выключение	красный	Сигнал приоритетного запрета останова/выключения из внешней системы
Восстановление исходного состояния после выключения	желтый	Кнопка восстановления исходного состояния после выключения нажимается
Реле останова	красный	Реле останова задействовано
Местная блокировка запуска	желтый	Сигнал местной блокировки запуска из внешней системы активен
Запуск на месте	зеленый	Местная (обычно местная) кнопка запуска нажимается
Запуск WECS	зеленый	Сигнал запуска WECS активен
Топливоограничитель	желтый	Сигнал топливоограничителя из MCU активен
Медленное проворачивание	желтый	Сигнал медленного проворачивания из MCU активен
Сигнал отказа	красный	Сигнал об отказе релейного модуля активен. Также один из светодиодных индикаторов отказа должен быть ВКЛ. или один из светодиодов напряжения должен быть ВЫКЛ.
Реле частоты вращения 1	зеленый	Частота вращения коленвала превышает предел 1
Реле частоты вращения 2	зеленый	Частота вращения коленвала превышает предел 2
Импульс частоты вращения	зеленый	Импульс частоты вращения из датчика (мигание)

Таблица 23-6

Отказ светодиодов Релейного модуля		
Светодиод	Цвет	Светодиодная индикация
Отказ реле выключения смазочной системы	желтый	Цепь реле выключения смазочной системы разомкнута
Отказ реле выключения по выбору	желтый	Цепь реле выключения по выбору разомкнута
Отказ соленоида остановки под током	желтый	Цепь соленоида остановки под током разомкнута
Отказ аварийного стопа	желтый	Цепь аварийного стопа разомкнута
Короткое замыкание	желтый	Короткое замыкание на выход 24 В (постоянный ток) из Релейного модуля

Таблица 23-7

Светодиоды питания Релейного модуля		
Светодиод	Цвет	Светодиодная индикация
U1	зеленый	Напряжение U1 (U6 и не относящиеся к остановке функции РМ) ВКЛ.
U2	зеленый	Напряжение U2 (MCU и КИП) ВКЛ.

U3	зеленый	Напряжение U3 (DCU, цепь 1) ВКЛ.
U4	зеленый	Напряжение U4 (DCU, цепь 2) ВКЛ.
U5	зеленый	Напряжение U5 (LDU) ВКЛ.
Резерв	зеленый	Резервное питание (функции, относящиеся к остановке) ВКЛ.
+12 В (пост. ток)	зеленый	Напряжение +12 В (пост. ток) ВКЛ. из MCU (+VB)

23.6. Программное обеспечение

23.6.1. Оболочка операционной системы VRX

v2

VRX (Vaisala Real-time Executive - программа-диспетчер, работающая в реальном масштабе времени) это высокоуровневая оболочка для доступа к сервисам базовой операционной системы. Она также предоставляет базу данных в реальном времени на базе ОЗУ.

Главная цель VRX заключается в том, чтобы сделать прикладные программы независимыми от операционной системы. VRX обеспечивает простой высокоуровневый интерфейс для программиста. Приложения обычно участвуют в производстве и потреблении данных. Данные собираются, обрабатываются и распределяются далее. Это является причиной того, почему VRX очень информационно-ориентирована.

Одной из функций VRX является изоляция задач. Задачи не имеют непосредственной связи друг с другом. Вся связь выполняется посредством VRX. Задачи связываются друг с другом при помощи элементов данных базы данных.

Задачи - это модули прикладных программ, работающие под VRX. Каждый из них имеет конкретную задачу для выполнения, и некоторые из них можно конфигурировать. Для каждой из конфигурируемых прикладных задач имеется файл конфигурации. Эти файлы компилируются в двоичный формат и загружаются в файловую систему целевого блока (MCU или одного из DCU).

Режимы системного программного обеспечения

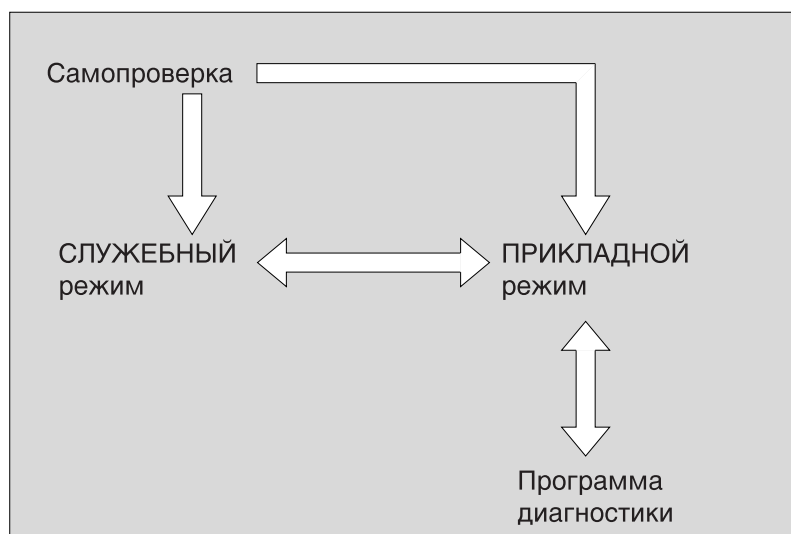


Рис 23-30

1001AB V1

Структура программного обеспечения WECS

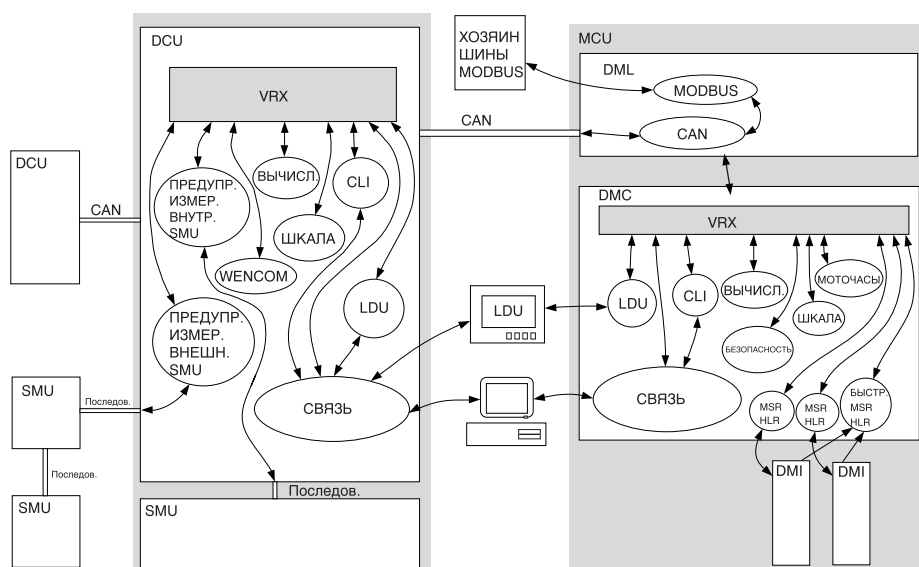


Рис 23-31

1001BB V1

23.7.

Техобслуживание и поиск неисправностей

V2

Этот раздел содержит информацию об органах управления и индикаторах, необходимых при осуществлении обслуживания и устранения неисправностей. Раздел "Органы управления и индикаторы" разделен на параграфы, посвященные отдельным видам оборудования.

Благодаря тому, что в этой системе нет никаких подвижных деталей, операции техобслуживания просты, однако и важно выполнять.

Главный принцип при поиске неисправностей состоит в том, что неисправно работающий элемент подлежит замене и на месте не будет производиться никакого ремонта элементов.

23.7.1. Устройства котроля и индикации

V2

Эта секция разделена на параграфы по типам оборудования. Это облегчает поиск инструкций для компонента или блока. При нормальной работе органы управления и индикации не используются. Процедуры по устранению неисправностей с использованием органов управления и индикации рекомендуется выполнять только подготовленному персоналу.

23.7.1.1. Главный блок управления

V2

Для слежения за MCU и его контроля имеются различные устройства контроля и индикации. Когда производится включение MCU, требуется от 1 до 3 секунд, прежде чем какой-либо светодиод загорится или начнет мигать.

23.7.1.2. Рама

V2

Двухпозиционный переключатель расположен на нижней поверхности рамы Главного блока управления (MCU), как показано на [Рис 23-32](#). Переключатель отключает как внешний источник питания, так и внутреннюю 12 В батарею от преобразователя пост. ток/пост. ток (Щит DPS50).

Выключатель питания ВКЛ./ВЫКЛ.

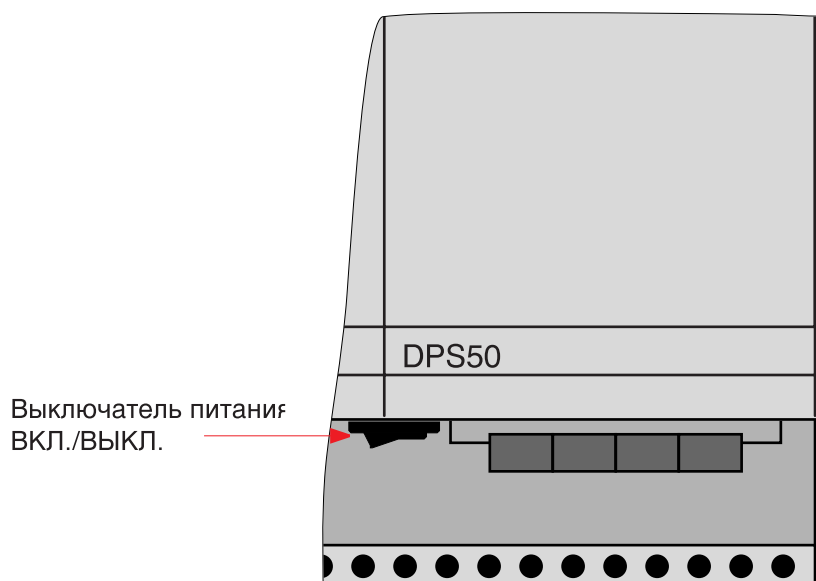


Рис 23-32

050302IB V1

Позиция ВКЛ.:

Соединяет внешний источник питания с преобразователем пост. ток/пост. ток. Соединяет 12 В системную батарею с преобразователем пост. ток/пост. ток, что позволяет осуществлять зарядку батареи и питание Главного блока управления (MCU) от батареи.

Позиция ВЫКЛ.:

Отсоединяет как внешний источник питания, так и системную аккумуляторную батарею на 12 В от Преобразователя постоянного напряжения. Внутренние напряжения MCU отключены, что делает возможными снятие и замену блоков MCU.

23.7.1.3. Преобразователь постоянного напряжения (Плата DPS50)

V2

На торце преобразователя постоянного напряжения установлены четыре светодиодных индикатора. Их можно видеть через панель крышки, как показано на [Рис 23-33](#).

Когда все четыре светодиода не горят, MCU в состоянии NO CHARGE (БЕЗ ЗАРЯДКИ), системная аккумуляторная батарея на 12 В не заряжается.

Светодиод неисправности:

Светодиодный индикатор имеет два состояния:

ВКЛ. НЕПРЕРЫВНО - указывает на то, что питание включено от 1 до 3 секунд назад, но программное обеспечение MCU еще не запущено. Программное обеспечение MCU сразу отключит светодиод после своего запуска.

МИГАЕТ - указывает на ошибку в процессе зарядки. Программное обеспечение прекратило зарядку, и MCU потребляет питание от внешнего источника постоянного тока.

Светодиод полной зарядки:

Когда этот светодиод горит, преобразователь постоянного напряжения в состоянии FLOAT CHARGE (НЕПРЕРЫВНАЯ ПОД-ЗАРЯДКА). Системная аккумуляторная батарея на 12 В полностью заряжена, и зарядка батареи завершена. Ток зарядки батареи отсутствует. Напряжение аккумуляторной батареи поддерживается на термокомпенсированном уровне. Компенсация выполняется в программном обеспечении и основывается на датчике температуры процессорной платы, если конфигурацией не предусмотрено иное.

Светодиод зарядки:

Этот светодиодный индикатор имеет два состояния:

ВКЛ. НЕПРЕРЫВНО – Преобразователь постоянного напряжения в состоянии ОБЪЕМНОЙ ЗАРЯДКИ и аккумуляторная батарея заряжается с максимальным током.

МИГАЕТ - Преобразователь постоянного напряжения в состоянии ОБЪЕМНОЙ ЗАРЯДКИ, но доступный зарядный ток ограничен из-за входного полного сопротивления линии электропитания или иным способом. Например, зарядка происходит, но не при полной мощности.

Светодиод ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК ВКЛ.

Этот светодиод указывает на то, что на зажимах ВХОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА Рамы MCU присутствует внешнее напряжение.

Устройства котроля и индикации блока MCU

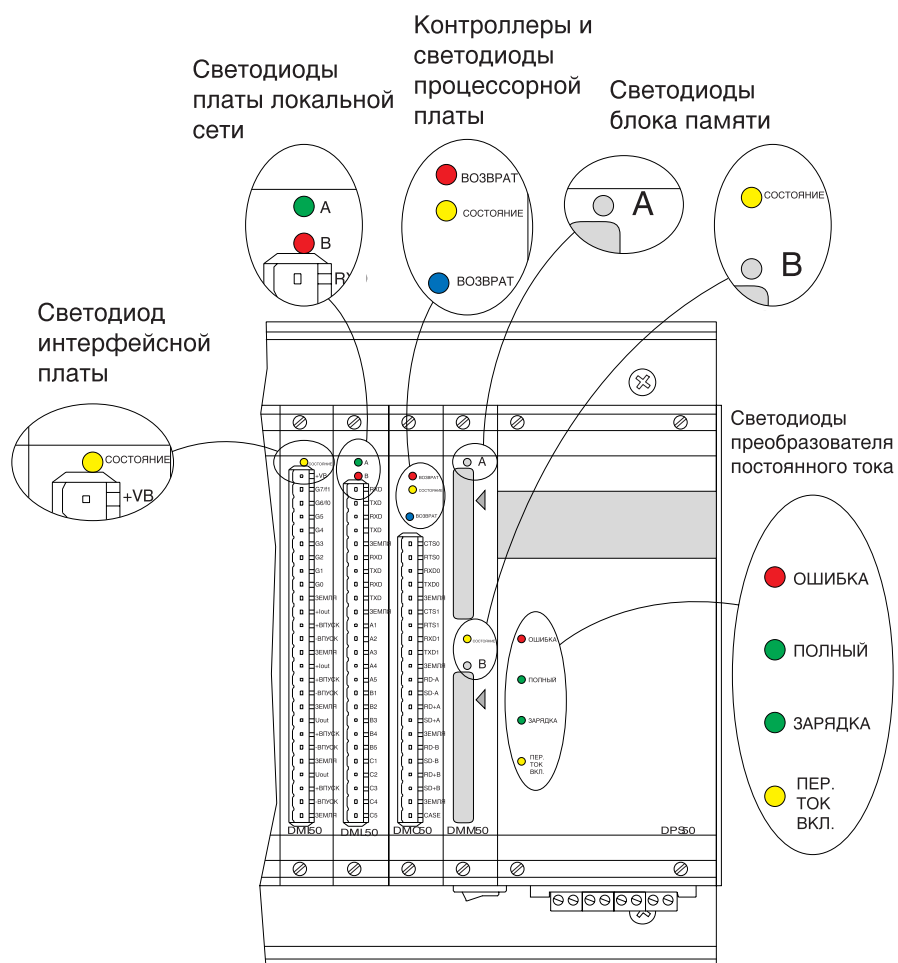


Рис 23-33

090202AA V1

23.7.1.4. Плата процессора (DMC50)

V2

На процессорной плате имеется два светодиодных индикатора и один утопленный орган управления "СБРОС". Они показаны на [Рис 23-33](#).

Кнопка возврата в исходное состояние:

Орган управления "СБРОС" утоплен за передней панелью процессорной платы для предотвращения случайного срабатывания. Его можно активировать мягким нажатием кончика авторучки через отверстие, предусмотренное на передней панели процессорной платы. Активирование органа управления "СБРОС" приводит к тому, что MCU прекращает выполнение программы и начинает самопроверки.

Светодиод возврата в исходное состояние:

Этот светодиод горит, когда процессор находится в состоянии сброса. Сброс может произойти из-за внутренней сторожевой схемы или при нажатии утопленного органа управления "СБРОС" на процессорной плате. Во время нормальной работы светодиод "СБРОС" не должен гореть.

Светодиод состояния:

Действием светодиода "СОСТОЯНИЕ" управляет программное обеспечение MCU. Мигание этого светодиода указывает на операцию, выполняемую средствами программного обеспечения, и обновление сторожевой схемы. Светодиод "СОСТОЯНИЕ" также указывает режимы работы следующим образом.

МИГАНИЕ с интервалом в одну секунду:

Это указывает на то, что самотестирование завершено успешно и что MCU работает в ПРИКЛАДНОМ режиме.

МИГАНИЕ с интервалом в две секунды:

Это указывает на то, что самотестирование завершено успешно и что MCU работает в режиме ТЕХОБСЛУЖИВАНИЯ.

23.7.1.5. Блок памяти (DMM50)

V2

На Блоке памяти имеются три светодиодных индикатора. Они показаны на [Рис 23-33](#).

Светодиоды А и В:

Оба привода PC Card (А и В) имеют светодиодный индикатор, показывающий их активность. В зависимости от типа активности индикатор может гореть зеленым или красным светом.

БЫСТРОЕ МИГАНИЕ ЗЕЛЕНЫМ - Когда вставляется карта PC Card, вначале должен быть установлен ее тип. Если карта подходит, то зеленый светодиод быстро мигает, а затем отключается.

ГОРИТ ТО КРАСНЫЙ, ТО ЗЕЛЕНЫЙ - Когда вставляется карта PC Card, вначале должен быть установлен ее тип. Если карта не принимается, то светодиод последовательно меняет цвет с красного на зеленый.

НЕПРЕРЫВНЫЙ ЗЕЛЕНЫЙ – Происходит выполнение обычной операции считывания/записи.

КРАСНОЕ МИГАНИЕ – PC-карта вставлена в гнездо неправильно.

23.7.1.6. Сетевая плата (DML50)

V2

На сетевой плате имеются два светодиодных индикатора. Они показаны на [Рис 23-33](#).

Светодиод А:

При нормальной работе светодиод А мигает приблизительно один раз в 10 секунд. Если интервал больше, то программа подвергается избыточной нагрузке.

Светодиод В:

Когда горит светодиод В, то CAN-драйвер находится в состоянии BUS OFF (шина отключена), а в противном случае он находится в активном состоянии обнаружения ошибок (=нормальном) или в пассивном состоянии обнаружения ошибок (драйвер обнаружил ошибки в работе шины, но еще не отключился от шины). Выход из состояния BUS OFF (шина отключена) возможен только посредством перезапуска CAN-схемы. Тогда светодиод В выключается.

Также светодиод В горит, если на сетевой плате нет ПО. Загрузите ПО, следуя инструкциям, изложенным в главе 2.

23.7.1.7. Интерфейсная плата (DMI50)

v2

На передней панели интерфейсной платы расположен один светодиодный индикатор, как показано на [Рис 23-33](#).

Светодиод состояния:

Действием светодиода "СОСТОЯНИЕ" управляет программное обеспечение MCU. Светодиод мигает во время нормальной работы.

23.7.2. Распределительный блок

23.7.2.1. SMU

v2

На плате SMU имеется светодиодный индикатор, как показано ниже на [Рис 23-34](#).

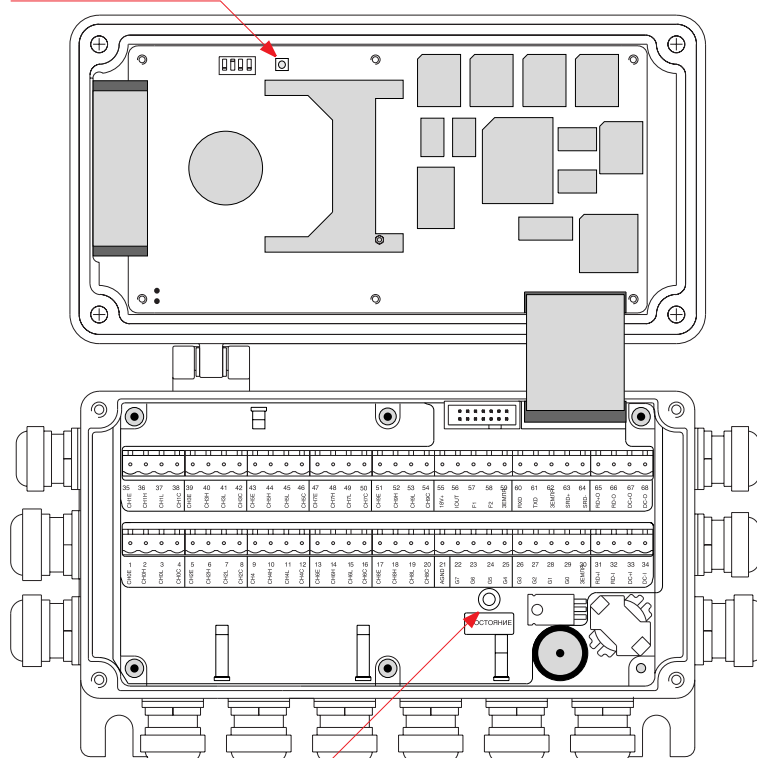
Светодиод состояния

Светодиод состояния начинает мигать с интервалом приблизительно в одну секунду, когда плата подсоединена к питанию и питание включено.

Светодиод состояния мигает со случайно изменяющейся частотой, когда Плата SMU выполняет измерения.

Органы управления и светодиоды внутри корпуса DCU/SMU

Кнопка возврата
в исходное
состояние



Светодиод
состояния

Рис 23-34

090204AA V1

23.7.2.2. DCU

V2

На крышке DCU имеется пять светодиодных индикаторов. Они показаны на [Рис 23-35](#). Орган управления "СБРОС" находится на плате DCU, как показано на [Рис 23-34](#).

Кнопка возврата в исходное состояние

Активирование органа управления "СБРОС" приводит к тому, что DCU прекращает выполнение программы и начинает самопроверки. Орган управления "СБРОС" также используется во время процедур загрузки программного обеспечения.

Светодиод ПИТАНИЯ

Светодиод ПИТАНИЯ горит непрерывно, когда питание ВКЛ.

Светодиод Can

Мигание светодиода CAN указывает на то, что по линии сети CAN осуществляются операции по связи.

Светодиод состояния

Мигание светодиода СОСТОЯНИЯ указывает на работу программного обеспечения.

Светодиод Флэш

Светодиод ФЛЭШ горит непрерывно, когда напряжение ФЛЭШ подключено, т. е. в процессе загрузки программного обеспечения или конфигурации.

Светодиод возврата в исходное состояние

Светодиод ВОЗВРАТА В ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ горит непрерывно, когда производится нажатие на кнопку возврата в исходное состояние.

Светодиоды DCU

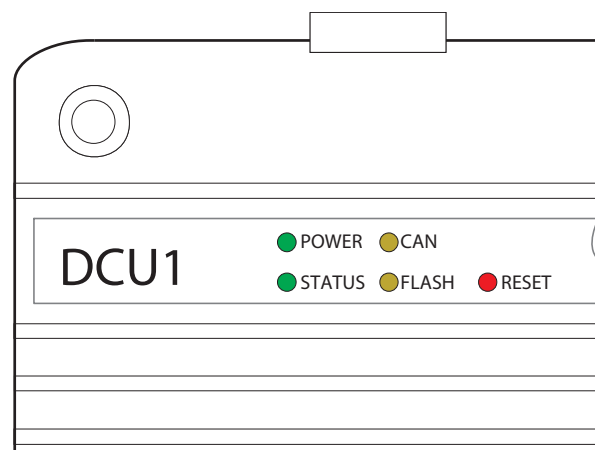


Рис 23-35

080304GB V1

23.7.3. Релейный модуль

23.7.3.1. Светодиодная индикация

V2

В релейном модуле имеется светодиодный индикатор для каждого функционального блока. Светодиоды показаны на [Рис 23-36](#). Их функции описаны ниже:

Светодиодная индикация Релейного модуля

● LUBE OIL SHUTDOWN	● STOP RELAY
● LUBE OIL SHUTDOWN BLOCKING	● LOCAL START BLOCKING
● OPTIONAL SHUTDOWN	● LOCAL START
● MCU STOP/SHUTDOWN	● WECS START
● LOCAL STOP	● FUEL LIMITER
● OVERSPEED SHUTDOWN	● SLOW TURNING
● EMERGENCY STOP	● FAILURE ALARM
● WECS WATCHDOG	● SPEED SWITCH 1
● STOP/SHUTDOWN OVERRIDE	● SPEED SWITCH 2
● SHUTDOWN RESET	● SPEED PULSE
● LUBE OIL SHUTDOWN SWITCH FAILURE	
● OPTIONAL SHUTDOWN SWITCH FAILURE	
● ENERGIZED STOP SOLENOID FAILURE	
● EMERGENCY STOP FAILURE	
● SHORT CIRCUIT	

Рис 23-36

402314 V1

Светодиод выключения смазочной системы

Реле давления масла в смазочной системе произвело выключение, а местная проводная кнопка возврата не была нажата после этого.

Светодиод блокирования выключения смазочной системы

Выключение смазочной системы блокировано во время запуска двигателя.

Светодиод выключения по выбору

Дополнительный выключатель отключения вызвал отключение, т.е. был замкнут. Местная проводная кнопка сброса еще не была нажата.

Остановка/выключение MCU

Сигнал остановки MCU активен и вызывает остановку двигателя.

Светодиод местного стопа

Проводная (обычно местная) кнопка остановки нажимается или была отпущена менее чем 60 секунд назад.

Светодиод выключение при превышении частоты вращения

Превышение оборотов вызвало отключение, но местная проводная кнопка сброса еще не была нажата. Частота вращения измеряется резервным датчиком оборотов.

Светодиод аварийной остановки

Кнопка аварийной остановки нажата и обуславливает выключение.

Светодиод слежения за WECS

Сигнал слежения за WECS отсутствует.

Светодиод приоритетного запрета останова/выключения

Сигнал приоритетного запрета останова/выключения из внешней системы активен.

Светодиод восстановления исходного состояния после выключения

Кнопка восстановления исходного состояния после выключения нажимается.

Светодиод реле останова

Реле останова задействовано.

Светодиод местной блокировки запуска

Из MCU поступил сигнал местной блокировки запуска

Светодиод местного запуска

Производится нажатие на местную кнопку запуска.

Светодиод запуска WECS

Сигнал запуска WECS активен.

Светодиод топливоограничителя

Сигнал топливоограничителя из MCU активен.

Светодиод медленного проворачивания

Сигнал медленного проворачивания из MCU активен.

Светодиод сигнала отказа

Сигнал об отказе релейного модуля активен. Кроме того, один из светодиодных индикаторов отказа должен быть ВКЛ. или один из

светодиодов напряжения должен быть ВЫКЛ.

Светодиод реле частоты вращения 1

Частота вращения коленвала превышает предел 1.

Светодиод реле частоты вращения 2

Частота вращения коленвала превышает предел 2

23.7.3.2. Светодиоды отказов

v2

Реле выключения смазочной системы, реле выключения по выбору и соленоида остановки под током имеют светодиоды отказа по причине их специального характера.

Светодиод отказа реле выключения смазочной системы

Цепь реле выключения смазочной системы разомкнута.

Светодиод отказа реле выключения по выбору

Цепь реле выключения по выбору разомкнута.

Светодиод отказа соленоида остановки под током

Цепь соленоида остановки под током разомкнута.

Светодиод импульс частоты вращения

Импульс частоты вращения из датчика (мигание).

23.7.3.3. Светодиоды напряжения питания

V2

Все источники питания имеют свои светодиодные индикаторы, которые показаны на [Рис 23-37](#). Их функции описаны ниже:

Светодиоды питания Релейного модуля

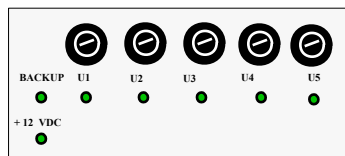


Рис 23-37

402315 V1

Светодиод U1

Напряжение U1 (U6 и не относящиеся к остановке функции РМ) ВКЛ.

Светодиод U2

Напряжение U2 (MCU и КИП) ВКЛ.

Светодиод U3

Напряжение U3 (DCU, цепь 1) ВКЛ.

Светодиод U4

Напряжение U4 (DCU, цепь 2) ВКЛ.

Светодиод U5

Напряжение U5 (LDU) ВКЛ.

Светодиод резервного питания

Резервное питание (функции, относящиеся к остановке) ВКЛ.

Светодиод +12 В постоянного тока

Напряжение +12 В (пост. ток) ВКЛ. из MCU (+VB).

23.8.

Уход за электрическими контактами

V2

Для продления срока службы поверхностей электрических контактов, для обеспечения хороших электрических соединений при всех условиях и для сохранения высокой эксплуатационной надёжности системы WECS.

Обслуживание осуществляется путем нанесения контактной смазки на поверхности электрических контактов. Для получения наилучших результатов перед нанесением смазки поверхности контактов должны быть очищены с помощью чистящего средства для электрических контактов в аэрозольной упаковке.

Смазочные материалы для контактов представляют собой составленные по специальной формуле смеси пластичных смазок и масел для уменьшения трения и улучшения эксплуатационных электрических показателей токонесущих металлических поверхностей контактов в выключателях и разъёмах. Они также имеют нейтральный pH и тем самым препятствуют поверхностной коррозии.

**Примечание!**

Перед использованием прочитать информацию о продукте.

**Предупреждение!**

Во избежание поражения электрическим током или пожара перед нанесением проводящей смазки необходимо отключить электропитание системы. Обеспечить сохранение изоляции положительного и отрицательного контактов. Неправильное использование может привести к короткому замыканию, возникновению электрической дуги или поражению электрическим током.

Компания Wärttilä рекомендует выполнять обслуживание контактов электрических разъёмов с нанесением контактной смазки регулярно, через каждые 2000 - 4000 часов работы или 6 месяцев. Перечисленные ниже виды смазки для обработки контактов можно заказать в компании Wärttilä.

Мы рекомендуем следующие химикаты:

- Electrolube SGB20S, 20 мл, шприц, дет. № 387 022. Эта паста рекомендуется для применения на контактных поверхностях разъёмов основных электронных модулей и датчиков. Действующее вещество такое же, как в SGB200D, но отличается консистенция, т. е. паста, а не аэрозоль.
- Electrolube SGB200D, 200 мл, аэрозоль (легковоспламеняющийся), дет. № 387 021. Этот аэрозоль рекомендуется для использования на контактных поверхностях разъёмов основных электронных модулей

(SMU, DCU, RM, MCU) и датчика масляного тумана. Поскольку это аэрозоль, необходимо соблюдать специальные требования по его транспортировке и применению.

- Chemtronics CW7100, 6,5 г, шприц, дет. № 387 023. Это паста для сложных условий эксплуатации. Очень высокая электропроводность благодаря наполнению смазки чистым серебром, см. предупреждение ниже. Следует использовать на проблемных датчиках и поверхностях силовых контактов, где смазки SGB недостаточно.



Осторожно!

Обращаться с осторожностью, т.к. этот химический продукт имеет очень высокую электропроводность и при неправильном нанесении может вызвать короткое замыкание или замыкание на массу. Наносить требуется непосредственно на контактную поверхность и в очень малых количествах.

23.9.

Работа WECS2000 в аварийном режиме^{v2}

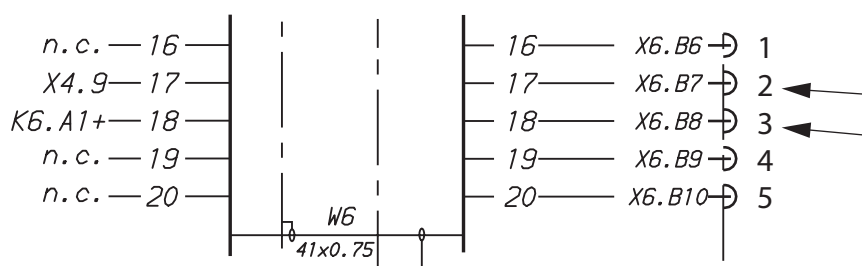
В системе WECS имеется две функции в поддержку работы в аварийном режиме:

- Функция аварийного запуска в случае аварийного перерыва в энергоснабжении используется для автоматического запуска двигателя после такого перерыва в пределах указанной задержки времени.
- Функция приоритетного запрета выключения используется для предупреждения выключения двигателя при работе судна в критических условиях.

23.9.1. Запуск в условиях аварийного перерыва в энергоснабжении OS748^{v2}

Запуск в условиях аварийного перерыва в энергоснабжении является функцией в WECS для чрезвычайных обстоятельств, позволяющей запуск двигателя без предварительного давления в смазочной системе.

Вход для запуска в условиях аварийного перерыва в энергоснабжении в разъеме X6



1. Дублирующий 2. Эталон 24 в пост. тока для входа при запуске в условиях аварийного отключения электроснабжения 3. Вход для пуска в условиях аварийного отключения электроснабжения 4. Дублирующий 5. Дублирующий

Рис 23-38

402308 V1

См. специальные чертежи электросхем установки.



Примечание!

Обычно насос предварительной смазки должен получать электропитание от аварийного генератора, что позволяет производить нормальный запуск двигателя в случае аварийного перерыва в энергоснабжении.

WECS 2000 имеет вход для пуска в условиях аварийного отключения электроснабжения, который может быть активирован системой внешнего управления в течение 5 минут после потери давления предварительной смазки или аварийного отключения электроснабжения. По истечении 5 минут вход для пуска в условиях аварийного отключения электроснабжения блокируется.

Перед началом пуска в условиях аварийного отключения электропитания двигатель должен быть в режиме **Готов к пуску** или в режиме **Блокировка пуска** и, причем без активных отключений. Если перед аварийным отключением электроснабжения двигатель был в режиме "Готов к пуску", то при исчезновении давления предварительной смазки он перейдет в режим "Блокировка пуска".

При активации входа для пуска в условиях аварийного отключения электроснабжения, пусковой вывод к РМ (Релейному модулю) активируется напрямую. Пропускается проверка блокировки пуска и последовательности медленного поворота (опция) в MCU (Главном блоке управления).

В пределах указанного времени на поверхностях подшипников будет достаточная пленка масла, позволяющая запуск без повреждений.



Примечание!

Если в действии находится выключение или последовательность останова, запуск в условиях аварийного перерыва в энергоснабжении будет невозможен.



Примечание!

Если не был произведен возврат в исходное состояние после выключения, запуск в условиях аварийного перерыва в энергоснабжении будет невозможен.

23.9.2. Приоритетный запрет выключения OS736 V2

Все выключения за исключением резервным механизмом ограничения частоты и аварийного стопа могут быть подавлены приведением в активное состояние входа приоритетного запрета выключения на WECS. Приоритетный запрет выключения можно задействовать в любом режиме работы. Он в любом случае заблокирует или отпустит соленоиды останова.

Светодиод приоритетного запрета останова/выключения на РМ горит, когда эта функция задействована.

Вход приоритетного запрета выключения на разъеме X1

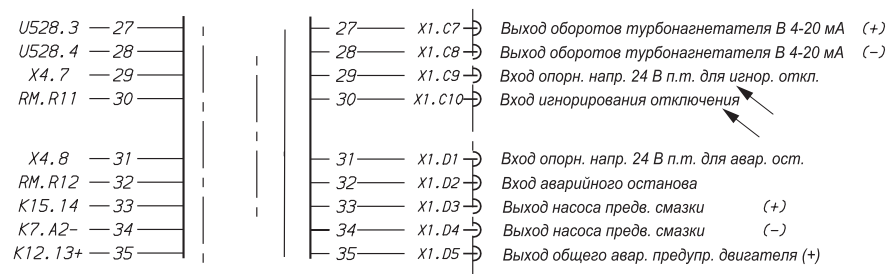


Рис 23-39

402306 V1

См. специальные чертежи электросхем установки.

23.9.3. Аварийный запуск V2

Если электрической системе не удастся запустить двигатель, это можно сделать в аварийном режиме, приведя в действие главный пусковой клапан CV321 вручную. При аварийном запуске для управления ускорением используется рычаг останова.

**Примечание!**

Запуск механически заблокирован, если рычаг остановки на двигателе в позиции СТОП, или пневматически заблокирован, если включен механизм проворачивания коленвала.

**Примечание!**

Если в WECS задействовано несбрасываемое выключение, соленоиды выключения необходимо вывести из активного состояния.

23.9.4. Вывод соленоидов выключения из активного состояния, чтобы сделать возможным аварийный запуск

V2

Отключающие соленоиды остаются активированными до тех пор, пока обороты двигателя ниже 1 об/мин, или до тех пор, пока не истечет время активации остановочного соленоида для конкретной установки, поскольку было инициировано отключение и выдана команда на восстановление исходного состояния после отключения. Если необходимо экстренно запустить двигатель во время последовательности отключения, **можно деактивировать отключающие соленоиды, приведя в действие приоритетный запрет выключения.**

**Примечание!**

Отключающие соленоиды будут повторно активированы, если приоритетный запрет выключения деактивируется без выдачи команды на восстановление исходного состояния после отключения. Отключающие соленоиды также будут активированы, если имеется, по крайней мере, один активный останов или вход отключения, когда деактивируется приоритетный запрет выключения.

Приведения в действие приоритетного запрета выключения недостаточно в двух случаях:

1

Отключающие соленоиды активированы вследствие аварийного останова.

- 2** Отключающие соленоиды активированы из-за обнаружения превышения оборотов (предел выше номинальных оборотов примерно на 18 %). В случае аварийного останова необходимо освободить кнопку аварийного останова или отсоединить провод R12 модуля RM. В случае обнаружения превышения оборотов необходимо снять разъем R1-R3 модуля RM. При отсоединении разъема R15-R20 в RM отключающие соленоиды полностью деактивируются.



Примечание!

После преодоления критической ситуации не забыть деактивировать приоритетный запрет выключения и заменить разъемы.

23.9.5. Подавление системы WECS или ее частей v2

При серьезных проблемах WECS функциональные возможности системы можно уменьшить до минимума, отключив MCU. Для этого можно нажать выключатель электропитания MCU в положение ВЫКЛ. После этого действия доступными будут только минимальные функциональные возможности безопасности релейного модуля, т.е. предельный выключатель, резервный останов по давлению масла, дополнительный останов и аварийный останов. Отключение MCU естественно приведет к прекращению связи Modbus с внешней системой сигнализации. На LDU все значения будут отображаться инвертированными, потому что они больше не обновляются. Во всяком случае, остается возможность управлять двигателем при помощи кнопок локального пуска, останова и сброса. Также остаются в рабочем состоянии резервные приборы.



Примечание!

При отключении MCU нет автоматической проверки пусковых условий. Поэтому оператор должен лично убедиться в соблюдении всех пусковых условий и в безопасности пуска двигателя.

Отключение MCU не поможет при проблемах с релейным модулем. В таком случае единственным надежным способом решить проблемы является замена поврежденного модуля запасным релейным модулем.

Если проблемы WECS сводятся к одному DCU или SMU, то также можно отключить этот DCU или SMU, отсоединив разъемы 31-34 на плате SMU. Этот способ работы гарантирует минимальное влияние на функции контроля, безопасности и управления, необходимые для безопасной эксплуатации двигателя. Все сигналы, подсоединенные к отсоединенному DCU или SMU, будут выдавать предупреждение через Modbus.

Если проблемы сводятся только к одному сигналу или датчику, то сигнал можно отсоединить. Точное соединение можно найти на чертеже конкретной установки "Монтажная схема - распределенные устройства". Для отсоединенного датчика через Modbus будет указан код ошибки датчика.



Примечание!

При проверке пусковых условий сигналы, указывающие на неисправность датчика, игнорируются. Поэтому при запуске двигателя оператор должен лично убедиться в отсутствии критической ситуации с отсоединенными сигналами.



Примечание!

Следует немедленно обнаружить начальную причину проблемы и предпринять необходимые действия, чтобы устранить проблему как можно быстрее. Как только проблема решена, систему следует вернуть в нормальный режим работы.

23.9.6. Двигатели, укомплектованные регулятором частоты вращения Woodward 721/723

V2

Электронный регулятор частоты вращения получает из WECS управляющий сигнал РАБОТА/ОСТАНОВ. Если осуществляется последовательность выключения Релейного модуля, выход будет закрыт (или открыт, если такова конфигурация) и регулятор получит сигнал СТОП и переведет топливную рейку в нулевое положение.

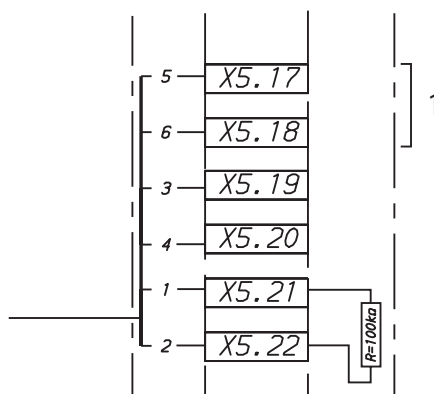
Если соленоиды выключения выведены из активного состояния согласно инструкции в настоящем письме, регулятор частоты вращения также будет находиться в режиме РАБОТА, позволяя запуск двигателя и его прогон.



Примечание!

Последовательность операций выключения 721/723 прервать невозможно. Частота вращения коленвала двигателя должна упасть ниже 100 об/мин и заданное время выбега должно истечь.

Выход РАБОТА/СТОП из блока управления регулятором X5 на двигателе



1. Сигнал ПУСК/СТОП от WECS

Рис 23-40

402307 V1

См. специальные чертежи электросхем установок.

23.10.

Коды неисправностей

V2

Если в какой-то момент измеренное значение отсутствует, то состоянию элемента данных присваивается СТАРОЕ_ЗНАЧЕНИЕ. Если элемент данных никогда не обновлялся, то состоянию присваивается ЗНАЧЕНИЕ_ПО_УМОЛЧАНИЮ. В обоих случаях для элемента данных обновляется код ошибки. Код ошибки рассчитывается в соответствии с формулой $-(900 + \text{значение элемента данных})$.

Коды ошибок из-за отказов измерений в SMU. Таблица 23-8

Код ошибки	Объяснение
-901	Неисправность питания
-902	Неисправность АД
-903	Ошибка сдвигового регистра
-904	Неисправность соединения
-905	Короткое замыкание датчика
-906	Обрыв связи с датчиком
-908	Ошибочная контрольная температура
-909	Ошибка переполнения

Код ошибки	Объяснение
-910	Ошибка из-за потери значимости
-911	Ошибка ЕЕ
-912	Аппаратная ошибка или отсутствие измерения

Коды ошибок из-за отказов связи в SMU. Таблица 23-9

Код ошибки	Объяснение
-1000	Задержка в получении ответа
-1001	Ошибка в контрольной сумме в полученном сообщении
-1002	STX не найден в старт-раме или длина данных ноль
-1003	Поле данных слишком широкое
-1004	Измеренное значение за пределами диапазона измерения
-1005	Результат не число с плавающей запятой
-1006	Разница между двумя последовательными измерениями слишком велика
-1007	Отказ инициализировать SMU

Значения датчиков в MCU могут быть умножены на 10 или на 100 для целей связи Modbus. Во внешней системе значения делятся в соотношении 1/10 или 1/100, соответственно. В случае значения кода ошибки, код датчика в MCU не умножается. Если внешняя система все-равно делит значения кода ошибки, то оно может отличаться от значения, показанного в Таблице 23-8 и Таблице 23-9 на один или два порядка (например, код ошибки MCU -906 во внешней системе может принять значение -90,6).

23.11. Перечень оборудования

v2

Главый блок управления MCU

Рама DMF50 Рама
 Материнская плата DMB50 Материнская плата
 Преобразователь пост. ток/пост. ток DPS50 Преобразователь пост. ток/пост.
 Плата процессора DMC50 Плата процессора
 Блок памяти DMM50 Блок памяти
 Сетевая плата DML50 Сетевая плата
 Интерфейсная плата DMI50 Интерфейсная плата
 Модуль последовательного интерфейса DSI485 Модуль RS-485
 Модуль DCA501 Модуль CAN

Местный дисплей LDU

Рама дисплея Рама дисплея
 Электролюминисцентный дисплей ELD
 Материнская плата дисплея Материнская плата дисплея
 Базовый модуль/ХТ Печатная дисплея

Распределительный блок DCU/SMU

Минимодуль/VGA MM/VGA Плата драйвера дисплея
 Распределенный блок управления DCU DCU
 Модуль мультиплексера датчика SMU SMU
 Релейный модуль RM Релейный модуль

23.12.

Технические руководства

V2

Нижеуказанные техническая документация относится к WECS.

Устройство	Руководство
MCU	Инструкция пользователя MILOS 500
SMU	Общая инструкция пользователя датчиками QLI50
Modbus	Modicon
	Протокол Modbus
	Справочное руководство
	PI-MBUS-300, Изм. D