

INSTRUCTION MANUAL

Number	43539
--------	--------------

Installation	HAVYARD 82
--------------	-------------------

Engine type	WÄRTSILÄ 6L20
-------------	----------------------

Engine number	PAAE002001
---------------	-------------------

Specification	173316
---------------	---------------

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.



© Copyright by Wärtsilä Finland Oy

All rights reserved. No part of this booklet may be reproduced or copied in any form or by any means (electronic, mechanical, graphic, photocopying, recording, taping or other information retrieval systems) without the prior written permission of the copyright owner.

THIS PUBLICATION IS DESIGNED TO PROVIDE AN ACCURATE AND AUTHORITATIVE INFORMATION WITH REGARD TO THE SUBJECT-MATTER COVERED AS WAS AVAILABLE AT THE TIME OF PRINTING. HOWEVER, THE PUBLICATION DEALS WITH COMPLICATED TECHNICAL MATTERS SUITED ONLY FOR SPECIALISTS IN THE AREA, AND THE DESIGN OF THE SUBJECT-PRODUCTS IS SUBJECT TO REGULAR IMPROVEMENTS, MODIFICATIONS AND CHANGES. CONSEQUENTLY, THE PUBLISHER AND COPYRIGHT OWNER OF THIS PUBLICATION CAN NOT ACCEPT ANY RESPONSIBILITY OR LIABILITY FOR ANY EVENTUAL ERRORS OR OMISSIONS IN THIS BOOKLET OR FOR DISCREPANCIES ARISING FROM THE FEATURES OF ANY ACTUAL ITEM IN THE RESPECTIVE PRODUCT BEING DIFFERENT FROM THOSE SHOWN IN THIS PUBLICATION. THE PUBLISHER AND COPYRIGHT OWNER SHALL UNDER NO CIRCUMSTANCES BE HELD LIABLE FOR ANY FINANCIAL CONSEQUENTIAL DAMAGES OR OTHER LOSS, OR ANY OTHER DAMAGE OR INJURY, SUFFERED BY ANY PARTY MAKING USE OF THIS PUBLICATION OR THE INFORMATION CONTAINED HEREIN.



CONTACT WÄRTSILÄ

Any time...



Service Department

Wärtsilä Finland Oy, Service

P.O.Box 252, FIN-65101 Vaasa, Finland

During office hours (7.30-16.30) call operator
+358 10 709 0000 or any direct dial number.

Wärtsilä Finland Oy, Service

P.O.Box 50, FIN-20810 Turku, Finland

During office hours (7.30-16.30) call operator
+358 10 709 0000 or any direct dial number.

Mobile Telephone Numbers

Nights and weekends please call mobile phone for service engineer or spare parts assistance.

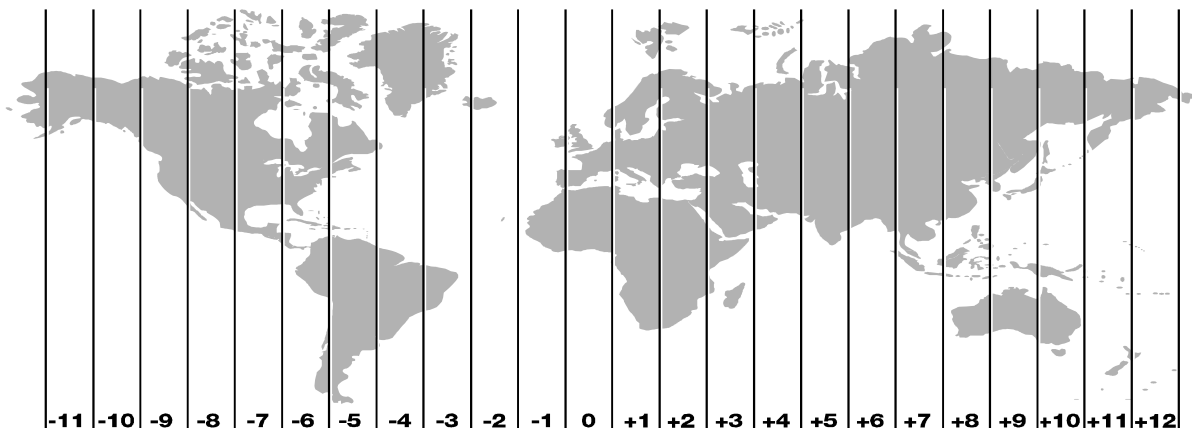
Phone: +358 (0)10 709 080

Wärtsilä homepage: www.wartsila.com

E-mail: service.solutions@wartsila.com

Service Telecopiers

+358 6 356 7355	Field Service, Resources	+358 10709 3455	Field Service
+358 10 709 1572	Service Sales Support	+358 10709 3179	Service Sales Support
+358 10 709 1380	- Americas	+358 10709 3410	- South Europe, Africa
+358 10 709 2787	- North, Central and East Europe		- Middle East, South Asia
+358 6 356 7336	- South East & E Asia		
+358 6 356 7339	- Finland	+358 10709 3181	Service Projects
	Service Projects	+358 10709 3279	Technical Service
+358 10 709 1847	Technical Service	+358 10709 3595	Training
+358 10 709 1271	Technical Service, Warranty Handling	+358 10709 3435	Documentation and Software Systems
+358 6 356 7376	Training	+358 10709 3435	Parts
+358 10709 2777	Documentation and Software Systems		
+358 6 356 7344	Parts		



Direct dial number to contact persons

During office hours (7.30-16.30)

Service Sales Support

Kimmo Kohtamäki
General Manager
+358 10 709 2860
Mobile:
+358 40 558 2372
kimmo.kohtamaki@wartsila.com

Päivi Hirvonen
Assistant in Vaasa
+358 10 709 2861
paivi.hirvonen@wartsila.com

South East & East Asia

Pasi Hautakoski
Regional Manager
+358 10 709 2826
Mobile:
+358 40 565 8237
pasi.hautakoski@wartsila.com

Kai Laine
Sales Support
Manager
+358 10 709 2838
Mobile:
+358 40 520 0801
kai.laine@wartsila.com

Middle East, India, Pakistan

Tom Backlund
Regional Manager
+358 10 709 3317
Mobile:
+358 40 729 2535
tom.backlund@wartsila.com

Kari Källvik
Sales Support
Manager
+358 10 709 3196
Mobile:
+358 40 507 0994
kari.kallvik@wartsila.com

North, Central & East Europe

Kari Koski-Tuuri
Regional Manager
+358 10 709 2875
Mobile:
+358 40 513 6876
kari.koski-tuuri@wartsila.com

Ton Makkee
Sales Support
Manager
+358 10 709 1860
Mobile:
+358 40 762 5563
ton.makkee@wartsila.com

South Europe, Africa

Keijo Nieminen
Regional Manager
+358 10 709 3235
Mobile:
+358 40 820 9235
keijo.nieminen@wartsila.com

Olli Laakso
Sales Support
Manager
+358 10 709 3062
Mobile:
+358 400 863 062
olli.laakso@wartsila.com

Americas

Juha Kuusisto
Regional Manager
+358 10 709 2842
Mobile:
+358 40 516 2902
juha.kuusisto@wartsila.com

Jim Andersson
Sales Support
Manager
+358 10 709 2065
Mobile:
+358 40 524 4370
jim.andersson@wartsila.com

Johanna Kilpinen
Assistant in Turku
+358 10 709 3260
johanna.kilpinen@wartsila.com

Sten-Eric Björkman
Sales Support Manager
+358 10 709 2822
Mobile:
+358 40 589 3443
sten-eric.bjorkman@wartsila.com

Jari Vataja
Sales Support Manager
+358 10 709 1305
Mobile:
+358 40 837 3305
jari.vataja@wartsila.com

Harri Leinonen
Sales Support Manager
+358 10 709 3314
Mobile:
+358 40 500 5498
harri.leinonen@wartsila.com

Janne Ahti
Sales Support Manager
+358 10 709 1307
Mobile:
+358 40 518 1776
janne.ahsti@wartsila.com

Kim Östman
Sales Support Manager
+358 10 709 1824
Mobile:
+358 40 836 5579
kim.ostman@wartsila.com

Hannu Koski
Sales Support Manager
+358 10 709 3144
Mobile:
+358 400 859 144
hannu.koski@wartsila.com

Klaus Westerinen
Sales Support Manager
+358 10 709 3281
Mobile:
+358 40 502 6882
klaus.westerinen@wartsila.com

Jarno Tunturi
Sales Support Manager
+358 10 709 2709
Mobile:
+358 10 751 8285
jarno.tunturi@wartsila.com

Finland

Vesa Honkela
Sales Manager

+358 10 709 2837
Mobile:
+358 40 550 8815
vesa.honkela@wartsila.com

Eero Hakala
Account Manager

+358 10 709 1632
Mobile:
+358 40 552 2512
eero.hakala@wartsila.com

Christian Wickström
Account Manager

+358 10 709 2746
Mobile:
+358 40 556 3947
christian.wickstrom@wartsila.com

Guy Blomquist
Account Manager

+358 10 709 3475
Mobile:
+358 40 592 0488
guy.blomquist@wartsila.com

Ville Packalén
Account Manager

+358 10 709 3642
Mobile:
+358 40 502 4472
ville.packalen@wartsila.com

Service Projects

Leif Enlund
Manager, Service
Projects

+358 10 709 2906
Mobile:
+ 358 40 501 9262
leif.enlund@wartsila.com

Jens Norrgård
Project Manager, Gas

+358 10 709 1876
Mobile:
+358 40 748 5586
jens.norrgard@wartsila.com

Mikael Karhulahti
Project Manager,
Electrical

+358 10 709 1845
Mobile:
+358 40 748 6632
mikael.karhulahti@wartsila.com

Technical Service

Krister Slotte
General Manager

+358 10 709 3406
Mobile:
+358 400 526 763
krister.slotte@wartsila.com

Ari Reunanen
Manager
Wärtsilä 46, 50DF

+358 10 709 3063
Mobile:
+358 40 835 8581
ari.reunanen@wartsila.com

Pia Jerkku
Assistant in Turku

+358 10 709 3178
pia.jerkku@wartsila.com

Stefan Wiik
Manager
Wärtsilä 20, Vasa 22, 24

+358 10 709 2394
Mobile:
+358 40 540 8740
stefan.wiik@wartsila.com

Nancy Dahl
Assistant in Vaasa

+358 10 709 2781
nancy.dahl@wartsila.com

Jonas Sundblom
Manager
Vasa 32, Wärtsilä 32 &
Wärtsilä 32, 34 Gas
Engines

+358 10 709 1835
Mobile:
+ 358 40 735 1835
jonas.sundblom@wartsila.com

Johan Pellas
Manager
Condition Based
Maintenance

+358 10 709 2806
Mobile:
+358 40 732 2687
johan.pellas@wartsila.com

Olli Tarvonen
Technical Manager
Wärtsilä 32, 34 Gas
Engines

+358 10 709 2783
Mobile:
+358 40 590 2256
olli.tarvonen@wartsila.com

Karl-Erik Lindholm
Manager
Automation & Control

+358 10 709 2790
Mobile:
+358 40 732 2689
karl-erik.lindholm@wartsila.com

Karl-Johan Nixholm
Technical Manager
Wärtsilä 32

+358 10 709 2807
Mobile:
+358 40 765 5807
karl-johan.nixholm@wartsila.com

Hans-Olof Norrgård
Manager
Warranty

+358 10 709 2710
Mobile:
+358 40 773 5531
hans-
olof.norrgard@wartsila.com

Mats Lagström
Technical Manager
Vasa 32

+358 10 709 2804
mats.lagstrom@wartsila.com

Ingmar Ahlqvist
Manager
Documentation and
Software Systems

+358 10 709 2750
Mobile:
+358 40 725 9954
ingmar.ahlqvist@wartsila.com

Asko Vakkila
Documentation Manager
Prime Movers

+358 10 709 2756
Mobile:
+358 400 667 670
asko.vakkila@wartsila.com

Arto Nikula
Documentation Manager
Plant Installations

+358 10 709 1325
Mobile:
+358 40 748 2259
arto.nikula@wartsila.com

Hannu Salminen
Documentation Manager
Ship Installations

+358 10 709 3337
Mobile:
+358 40 838 5899
hannu.salminen@wartsila.com

Field Service

Thomas Nummelin
General Manager
Field Service

+358 10 709 2832
Mobile:
+358 40 508 3114
thomas.nummelin@wartsila.com

Tapani Syrjänen
Manager
Power Plants

+358 10 709 3359
Mobile:
+358 40 502 3562
tapani.syrjanen@wartsila.com

Niina Haapala-
Livera
Assistant in Vaasa

+358 10 709 2731
niina.haapala-
livera@wartsila.com

Tiina Mäkinen
Assistant in Turku

+358 10 709 3024
tiina.makinen@wartsila.com

Ralf Guldbrand
Manager
Field Service Resources

+358 10 709 1859
Mobile:
+358 40 767 8859
ralf.guldbrand@wartsila.com

Kaj-Erik Holm
Service Co-ordinator
Field Service Resources

+358 10 709 2836
Mobile:
+358 40 837 3882
kaj-erik.holm@wartsila.com

Reijo Seikkula
Service Co-ordinator
Field Service Resources

+358 10 709 3230
Mobile:
+358 40 769 1787
reijo.seikkula@wartsila.com

Ulf-Johan Björknäs
Manager
Marine Commissioning

+358 10 709 1152
Mobile:
+358 40 729 2182
ulf-johan.bjorknas@wartsila.com

Anders Ståhlgård
Service Co-ordinator
Power Plant < 380

+358 10 709 2862
Mobile:
+358 40 556 2862
anders.stahlgard@wartsila.com

Anders Bergfors
Service Co-ordinator
Electrical & Automation
Systems

+358 10 709 2856
Mobile:
+358 40 708 2856
anders.bergfors@wartsila.com

INSTRUCTION MANUAL

Contents, Instructions, Terminology	00
Main Data, Operating Data and General Design	01
Fuel, Lubricating Oil, Cooling Water	02
Start, Stop and Operation	03
Maintenance Schedule	04
Maintenance Tools	05
Adjustments, Clearances and Wear Limits	06
Tightening Torques and Use of Hydraulic Tools	07
Operating Troubles, Emergency Operation	08
Specific Installation Data	09
Engine Block with Bearings, Cylinder Liners and Oil Sump	10
Crank Mechanism: Crankshaft, Connecting Rod, Piston	11
Cylinder Head with Valves	12
Camshaft Driving Gear	13
Valve Mechanism and Camshaft	14
Turbocharging and Air Cooling	15
Injection System	16
Fuel System	17
Lubricating Oil System	18
Cooling Water System	19
Exhaust System	20
Starting Air System	21
Control Mechanism	22
Instrumentation and Automation	23

00. Содержание, Инструкции и Терминология

00.1

Содержание инструкции

1. Настоящая Инструкция содержит данные и руководство по эксплуатации и уходу двигателя, инструкции по методам использования и хранения топлив, масел и присадок охлаждающей воды при нормальной работе по эксплуатации и уходу, а также по индивидуальной защите персонала и первой помощи при их эксплуатации. Не включена основная информация общего характера. Следовательно, предполагается хорошая осведомленность обслуживающего персонала об уходе за дизельными двигателями.
2. "Вяртсила" оставляет за собой право на внесение небольших изменений и улучшений, связанных с конструктивным совершенствованием дизеля, без обязательного внесения соответствующих изменений в настоящую инструкцию.
3. Дизели будут укомплектованы оборудованием согласно торговым документам. Никаких претензий не может быть заявлено на основании этой инструкции, поскольку в ней описываются также детали и узлы, не включающиеся в объем каждой поставки.
4. Компоновка дизеля во всех подробностях определяется по спецификационному номеру, выбитому в фирменной табличке на дизеле. При ведении любой переписки, либо оформлении заказов на сменные запасные части, а также номер спецификации.
5. В качестве дополнения к настоящей инструкции прилагается каталог запасных частей, включающий в себя поперечное сечение или внешний вид всех деталей (узлов).

00.2

Общие положения

- 1** Изучить тщательно соответствующие части настоящей инструкции перед принятием каких-нибудь мер.
- 2** Вести машинный журнал по каждому дизелю.
- 3** Соблюдать предельную чистоту и порядок при любой работе по техобслуживанию дизеля.
- 4** Перед разборкой проверить, чтобы все разбираемые системы были осушены или чтобы давление было снято. После разборки немедленно закрыть масляные, топливные и воздушные отверстия клейкой лентой, заглушками, чистой тканью или чем-либо подобным.
- 5** При замене изношенной или поврежденной детали, снабженной меткой, указывающей номер цилиндра или подшипника, пометить новую деталь тем же самым номером, нанося его на то же самое место. Каждая замена должна быть внесена в машинный журнал с четким указанием причины замены.
- 6** После сборки проверить, чтобы все болты и гайки были затянуты и при необходимости застопорены.

00.3

Термины

Основные термины, употребляющиеся в настоящей инструкции, приведены ниже, см. тоже Рис. 00-1:

Сторона управления. Продольная сторона дизеля, где расположены устройства управления (пуск и остановка, щит приборов, регулятор частоты вращения).

Противоположная управлению сторона. Продольная сторона дизеля, находящаяся противоположно стороне управления.

Сторона привода. Торец дизеля, где расположен маховик.

Сторона, противоположная стороне привода. Торец дизеля, находящийся со стороны противоположной приводу.

Нумерация цилиндров. В соответствии с рекомендацией 1204 Международной организации по стандартизации (ISO) и с нормой DIN 6265 нумерация цилиндров начинается со стороны привода. В V-образном исполнении цилиндры по левому ряду, если смотреть со стороны привода, называются A1, A2 и т.д., а по правому ряду B1, B2 и т.д., см. рисунок ниже.

Термины

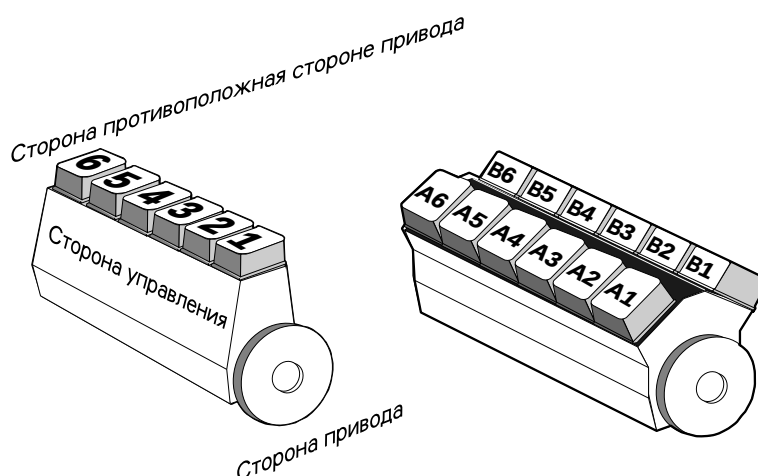


Рис. 00-1

WV00519326

Нумерация подшипников

- Рамовые подшипники. Подшипник маховика имеет № 0, первый из стандартных рамовых подшипников №1, второй № 2 и т.д.
- Упорные полукольца опорно-упорного рамового подшипника расположены на подшипнике маховика. Наружные полукольца, находящиеся ближе к маховику, обозначены номером 00, а внутренние номером 0.
- Подшипники распределительного вала нумеруются аналогично рамовым, причем обозначение втулок опорно-упорного подшипника 00 (наружной) и 0.
- Подшипники привода распределительного вала. Подшипниковые втулки обозначены номером 00 (наружные) и 0.

- Верхние и нижние вкладыши подшипников. В подшипниках, оба вкладыша которых являются идентичными, верхний вкладыш обозначен буквами "UP".

Нумерация подшипников

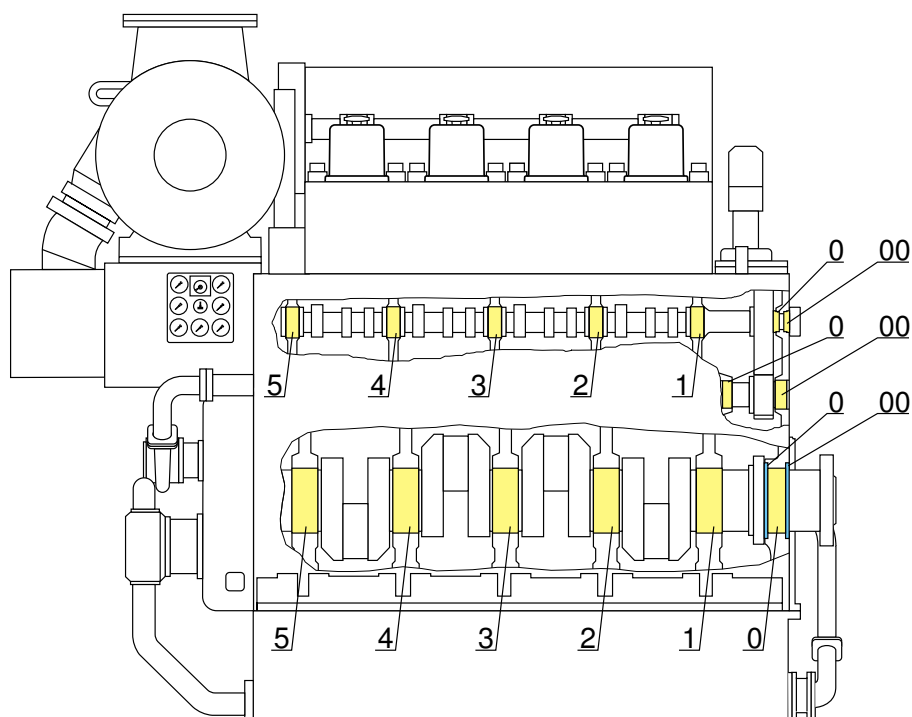


Рис. 00-2

3200528935

Сторона управления и противоположная ей сторона. Детали, расположенные на стороне управления, могут быть обозначены буквой "М", а детали, расположенные на противоположной стороне двигателя соответственно буквой "В" (ряд В в V-образном двигателе).

Двигатель правого вращения. Если смотреть на двигатель со стороны привода, коленчатый вал вращается по часовой стрелке.

Двигатель левого вращения. Если смотреть на двигатель со стороны привода, 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, сокращенная ВМТ, является верхней точкой изменения направления хода поршня в цилиндре. ВМТ для каждого цилиндра помечена буквами "TDC" по градусировке, нанесенной на маховике. За полный рабочий цикл, продолжающийся у четырехтактного двигателя за два оборота коленчатого вала, поршень два раза достигает ВМТ:

а) Первый цикл происходит, когда прекращается такт выпуска предшествующего рабочего цикла и начинается такт всасывания последующего цикла. Выпускные клапаны так же, как и впускные, в этот момент несколько приоткрыты и происходит продувка. Если проворачивать коленчатый вал назад-вперед около ВМТ, то как вы-

пускные, так и впускные клапаны будут двигаться – это указывает на нахождение коленчатого вала близко к положению, которое может быть названо ВМТ в момент продувки.

б) Второй цикл происходит за ходом сжатия и перед рабочим ходом. Незадолго до ВМТ происходит впрыск топлива (при работающем дизеле) и эта ВМТ может быть названа ВМТ в момент воспламенения. Характерно, что в этот момент все клапаны закрыты и не будут двигаться при проворачивании коленчатого вала. Наблюдая за распределительным валом и топливным насосом высокого давления, можно заметить, что ролик толкателя насоса находится на стороне подъема топливного кулачка.

00А. Уменьшение риска

00А.1

Общие сведения

Прежде чем приступать 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.

Во всех условиях требуется применение исправных индивидуальных средств защиты, например, перчаток, каски, защитных очков и наушников. Отсутствие средств защиты или их неисправное состояние могут стать причиной серьезных травм или потери жизни.

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						
Валоповоротное устройство, используемое при техобслуживании	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 серьёзной 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											
Выброс деталей / газ под высоким давлением из-за высокого давления сгорания	x	x				x	x	x		x					x								
Риск выброса деталей в результате поломки турбоагнетателя	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 выхлопных газов в результате утечки ³⁾	x								x					x									
Продолжение																							

Продолжение

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	
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, чистого от газов.
 3) Требование хорошей вентиляции моторного помещения/цеха.
 4) Требование хорошей вентиляции и/или обнаружителя газа в двигателе.

00A.1.1 Общеизвестные опасности, опасные ситуации или события

00A.1.1.1 Опасности, связанные с наличием движущихся частей

- 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 зацеплено, 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.1.1.2 Опасности, которые могут быть вызваны неправильными условиями эксплуатации

- 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.

00А.1.1.3 Опасности, которые могут быть результатом различных течей, поломки или неправильной сборки узлов и агрегатов.

- 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 пневмостопы,
- Выброс деталей по причине:
 - поломки гидравлического инструмента,
 - поломки гидравлического болта,
 - поломки турбокомпрессора,
 - 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.

00А.1.1.4 Опасности, которые могут быть обусловлены электрооборудованием или неправильным его подключением

- 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 разрыве электрооборудования или его демонтаж при включённом питании.
- Перегрев элементов системы управления в результате ненадёжных электрических соединений.
- 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,

00А.1.1.5 Другие опасности или опасные ситуации, в которых особо важно пользоваться индивидуальными средствами защиты

- Поскользнуться, споткнуться и упасть
- Добавки к воде и средства для мойки и чистки (см. приложение 02А, раздел 02А.4),
- Прикосновение к изоляционной коробке, турбоагрегату, 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 02А),
- Уровень шумов,
- Прикосновение или снятие изоляции Турбоагрегата,
- Преднагруженные крепёжные пружины во время контроля / замены датчика.

00В. Меры предосторожности при сварке

00В.1

Общие меры предосторожности

Основные принципы:

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

00В.1.1 Предупреждение неконтролируемых токовых цепей

Путь сварочного тока всегда должен быть под контролем, от точки сварки до обратного подсоединения к сварочному аппарату следует иметь прямой путь. Самый большой ток всегда течёт там, где сопротивление наименьшее, 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.

00В.1.2 Предупреждение радиации

Сварочный ток и сварочная дуга являются источниками электромагнитного излучения широкого спектра. Оно может вызвать повреждение чувствительной электронной аппаратуры.

Для предупреждения таких повреждений все шкафы и клеммные коробки должны быть закрыты во время сварки. Чувствительную аппаратуру можно также защитить с помощью экранирования металлическим листом.

Кроме того, избегайте расположения кабелей сварочного аппарата параллельно проводам и кабелям системы управления. Большой сварочный ток легко наводит вторичные токи в других проводящих материалах.

00В.1.3 Предупреждение повреждений брызгами расплавленного металла

Брызги расплавленного металла обычно разбрасываются вокруг сварочной дуги. Немногие материалы могут противостоять тепловому воздействию этих брызг. По этой причине все шкафы и клеммные коробки следует закрыть на время выполнения сварки. Датчики, исполнительные устройства, провода и другое оборудование на двигателе должны быть защищены целесообразными средствами.

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

00B.2

Контрольный перечень мер предосторожности

00B.2.1 Общие сведения о контрольных перечнях

Приводимые в настоящей главе контрольные перечни (предпочтительно приклеенные к пластмассовой пластине) следует разместить в шкафу двигателей для соответствующих типов систем. Контрольный перечень должен быть на виду и доступен при открытии шкафа.

00B.2.2 Основной контрольный перечень ECU (Despemes/Spemos)

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.2.3 Контрольный перечень WECS 2000

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

- 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.2.4 Контрольный перечень WECS 3000

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 обратную линию сварочного аппарата к алюминиевому профилю, содержащему модули CCU, KDU и модуль зажигания. Этот профиль используется в качестве общего заземления 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.

00В.2.5 Контрольный перечень WECS 7000/8000

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

- Переведите систему в нерабочее состояние, отсоединив все внешние подсоединения (X1...X6).
- Если место сварки находится близко (примерно в радиусе 2 м) к электронному модулю (SSM-701, SSM-558, CCD/PDM, Cense и т. д.), отсоедините все разъёмы блока.
- Закройте крышки шкафа
- 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.

01. Основные технические данные, рабочие параметры и общая конструкция

01.1

Основные технические данные Wärtsilä 20

Диаметр цилиндра 200 мм
Ход поршня 280 мм
Рабочий объем каждого цилиндра 8,80 л

Порядок зажигания		
Тип двигателя	Вращение по часовой стрелке	Вращение против часовой стрелки
4L20	1-3-4-2	1-2-4-3
5L20	1-2-4-5-3	1-3-5-4-2
6L20	1-5-3-6-2-4	1-4-2-6-3-5
8L20	1-3-7-4-8-6-2-5	1-5-2-6-8-4-7-3
9L20	1-7-4-2-8-6-3-9-5	1-5-9-3-6-8-2-4-7

Обычно двигатель вращается по часовой стрелке.

Объем смазочного масла в двигателе					
Тип двигателя	4L20	5L20	6L20	8L20	9L20
Объем масла, прибл., литры	270	320	380	490	550
Нормальный поддон					
Глубокий поддон		330	500	640	710
Особо глубокий поддон			540		
Объем масла между отметками макс. и мин. прибл., л/мм	0.7	1.4	1.5	1.9	2.0

Объем смазочного масла в регуляторе оборотов, литры	
Woodward 3161	2.2
Woodward UG-A	1.4

Объем охлаждающей воды (ГВ) в двигателе, литры					
Тип двигателя	4L20	5L20	6L20	8L20	9L20
Только двигатель	90	105	120	150	160

01.2

Рекомендуемые рабочие параметры

Действительны при нормальной работе с номинальными оборотами.

	Нормальные значения ^(xx)	Пределы выдачи сигнала предупреждения (остановки) ^(xx)
Нагрузка	100 %	0 – 100 %
Температуры (°C)		
Смазочное масло перед двигателем	63 – 67	80
Смазочное масло после двигателя	10 – 15 и выше	
Горячая вода (ГВ) после двигателя	86 – 95	105 (110)
ГВ перед двигателем	6 – 10 и ниже	
ХВ перед охладителем нагнетаемого воздуха	25 – 38	
Нагнетаемый воздух в воздухоприемнике	50 – 70	75
Выхлопные газы после цилиндра	См. результаты испытаний	70 и выше ^(xxx)
Предварительный нагрев воды (ГВ)	60	
Показания манометров (бар)		
Смазочное масло перед двигателем при оборотах 720 об/мин (12,0 об/с)	4.0 – 5.0	3.0 (2.0)
1000 об/мин (16,7 об/с)	4.0 – 5.0	3.0 (2.0)
ГВ/ХВ перед насосом ГВ/ХВ (=статич.)	0.7 – 1.5	
ГВ перед двигателем	1,6 + стат. давл. ^(x)	1,0 + стат. давл.
ХВ перед охладителем нагнетаемого воздуха	1,6 + стат. давл. ^(x)	1,0 + стат. давл.
Топливо до двигателя	(MD) 4 – 7 ^(x) , (HF) 5 – 7	4
Сжатый воздух Пневматический стартер	макс. 30 9,0	18
Нагнетаемый воздух	См. результаты испытаний	
Прочие давления (бар)		
Давление сгорания	См. результаты испытаний	
Давление открывания предохранительного клапана масляного насоса	6 – 8	
Визуальный индикатор и электронный предупредительный сигнал превышения перепада давления на масляном фильтре	< 1,2 – 1,8	1.2 – 1.8

(x) В зависимости от оборотов и установки.

На двигателе с насосом (MD) при приближении к минимальным оборотам давление может быть ниже.

(xx) При 30% нагрузке температура масла и воды незначительно падает.

(xxx) См. протоколы испытаний.

01.3

Нормальные условия

Нормальные условия согласно стандарту ISO 3046/I (1986):

Давление воздуха	100 кПа (1,0 бар)
Температура окружающей среды	298 К (25°C)
Относительная влажность воздуха	30%
Температура охлаждающей воды в охладителе нагнетаемого воздуха	298 К (25°C)

В случае, когда двигатель можно использовать в более трудных условиях, чем приведенные выше, это будет указано в сопроводительных документах. В противном случае изготовитель двигателя может дать Вам рекомендации по правильному снижению выходной мощности. Ориентировочно дополнительное понижение мощности можно рассчитать следующим образом:

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

$a = 0,5\%$ на каждый градус ($^{\circ}\text{C}$) 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 градус ($^{\circ}\text{C}$) превышения температуры охлаждающей воды в охладителе нагнетаемого воздуха над указанной в сопроводительных документах величиной.

01.4

Общая конструкция двигателя

Двигатель представляет собой 4-тактный дизельный двигатель с турбо-наддувом, промежуточным охладителем и прямым впрыском топлива. Блок цилиндров монолитный. Коренные подшипники подвесные. Крышка коренного подшипника поддерживается двумя гидравлически затягиваемыми винтами коренного подшипника и двумя горизонтальными боковыми винтами.

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

Масляный поддон сварной.

Гильзы цилиндров мокрого типа. Охлаждающий эффект оптимизирован для поддержания заданной температуры внутренней поверхности.

Для предупреждения полировки внутренней поверхности гильза снабжена противополіровочным кольцом.

Коренные подшипники представляют собой полностью взаимозаменяемые триметаллические или биметаллические подшипники, демонтируемые посредством демонтажа крышек коренных подшипников.

Коленвал цельнокованный и сбалансирован противовесами.

Шатуны изготовлены объемной штамповкой на падающем молоте. Нижняя головка разделена на две части, соединяемые поверхности которых зазубрены. Подшипник верхней головки имеет ступенчатую форму, которая обеспечивает увеличение несущей поверхности. Полностью взаимозаменяемые подшипники нижних головок имеют триметаллическую или биметаллическую конструкцию.

Поршни имеют составную конструкцию из литой юбки и кованой головки, соединенных между собой винтами. Они оснащены запатентованной системой смазки юбки фирмы Wärtsilä. Верхние канавки под поршневые кольца закалены.

Масло поступает в охлаждаемые полости через шатун. Охлаждаемые полости имеют особую форму для улучшения эффекта сотрясения.

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

Головка цилиндров отлита из специального чугуна и крепится четырьмя гидравлически затянутыми шпильками. 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 также имеют стеллированные седла и хромированные штоки, они посажены на непосредственно охлаждаемые кольца седел клапанов.

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

Распредвалы составлены из одноцилиндровых секций с встроенными кулачками. Шейки подшипников представляют собой отдельные секции, что позволяет демонтировать распредвал в поперечном направлении.

Инжекторные насосы имеют встроенные следящие ролики и могут заменяться без дополнительной регулировки. Насосы и трубопроводы расположены в замкнутом пространстве с теплоизоляцией для больших потоков топлива. Плунжерная пара может заменяться без демонтажа корпуса насоса.

Турбонагнетатель обычно располагается на задней стороне двигателя. Охладитель нагнетаемого воздуха изготовлен в виде заменяемых вставок.

Смазочная система состоит из шестеренчатого насоса, масляного фильтра, охладителя с терморегулирующим клапаном, центробежного байпасного фильтра и насоса 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 запуска. Двигатель оборудован пневматическим устройством запуска турбинного типа. Пневматический стартер воздействует непосредственно на маховик.

02. Топливо, смазочное масло, охлаждающая вода

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

02.1

Топливо

02.1.1 Общая информация

Среднеоборотные дизельные двигатели WARTSILA® предназначены для работы на тяжелом топливе (мазуте) с максимальной вязкостью 55 сСт/100°C (прибл. 730 сСт при 50°C, прибл. 7200 сек по вискозиметру Редвуда № 1 при 100°F), но работают удовлетворительно также на смешанных (средневязких) сортах топлива с более низкой вязкостью, а также и на дистиллятном дизельном топливе. Следует избегать использования сортов топлива с вязкостью ниже, чем указано в следующей таблице, так как такие виды топлива могут вызывать заедание плунжера топливного насоса высокого давления или иглы топливной форсунки.

Предельные значения вязкости топлива на входе двигателя при рабочих условиях (сСт)			
Топливо	WARTSILA® 20	Vasa 32 & 32LN WARTSILA® 32	WARTSILA® 46
Легкое дизтопливо, мин.	1,8	2,0	2,8
Тяжелое дизтопливо	16 - 24	16 - 24	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 сек 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).

02.1.2 Подготовка топлива

02.1.2.1 Очистка

Тяжелое топливо (мазуты и смеси мазутов с дистиллятами) перед поступлением в расходный бак должно подвергаться очистке в эффективном сепараторе. Перед сепарированием топливо должно подогреваться.

Рекомендуемые значения температуры в зависимости от вязкости топлива приведены на графике Рис 02-1 в главе 02.

Следить за тем, чтобы использовался правильный гравитационный диск. Не допускать превышения значений расходов топлива, рекомендуемых для сепарирования 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
Раход через сепаратор (% от ном. производ.)	60	40	30	25	20	15

Внимание! 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 хранения.

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.

02.1.2.2 Подогрев

См. график Рис 02-1. Температура топлива должна поддерживаться на уровне на 10°C выше минимальной температуры хранения, указанной на графике, чтобы сократить до минимума вероятность образования парафина, а температура после окончательного нагревателя должна быть на 5 – 10°C выше рекомендуемой перед инжекторными насосами, чтобы компенсировать потери тепла между нагревателем и двигателем.

График зависимости вязкости топлива от температуры

Сантистокс

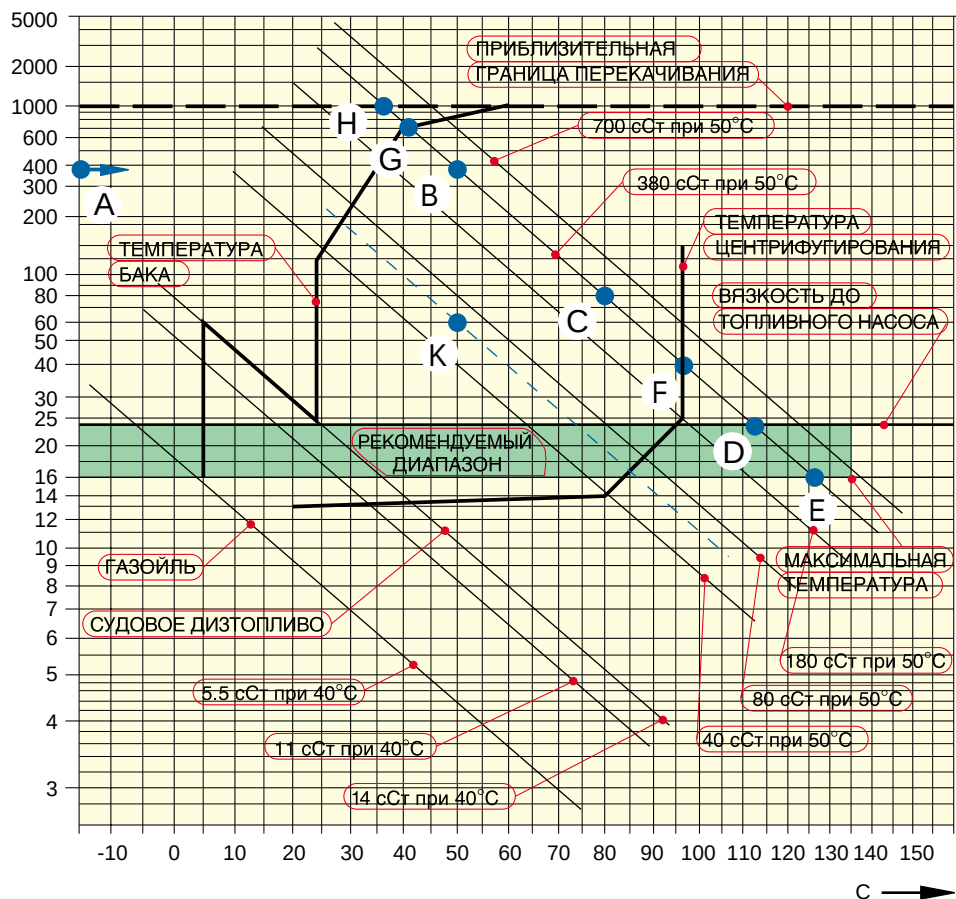


Рис 02-1

3202529238

Пример: Топливо с вязкостью 380 сСт (A) при 50°C (B) или 80 сСт при 80°C (C) должно быть подогрето до 112 – 126°C D-E) перед топливными насосами высокого давления, до 97°C (F) на сепараторе и минимум до 40°C (G) в баках хранилища. Перекачка топлива при температуре ниже 36°C (H) может быть невозможной.

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

Пример: Известна вязкость 60 сСт при 50°C (K). По пунктирной линии можно определить следующие значения: вязкость при 80°C равна 20 сСт, температура на топливных насосах высокого давления 74 – 86°C, температура сепарирования 86°C, минимальная температура в баке хранилища 28°C.

Преобразование различных современных и устаревших единиц измерения вязкости может выполняться с помощью графика Рис 02-2. График следует использовать только для преобразования значений вязкости при одинаковой температуре. То же значение температуры должно использоваться и при нанесении точки вязкости/температуры на график Рис 02-1.

График преобразования единиц измерения вязкости

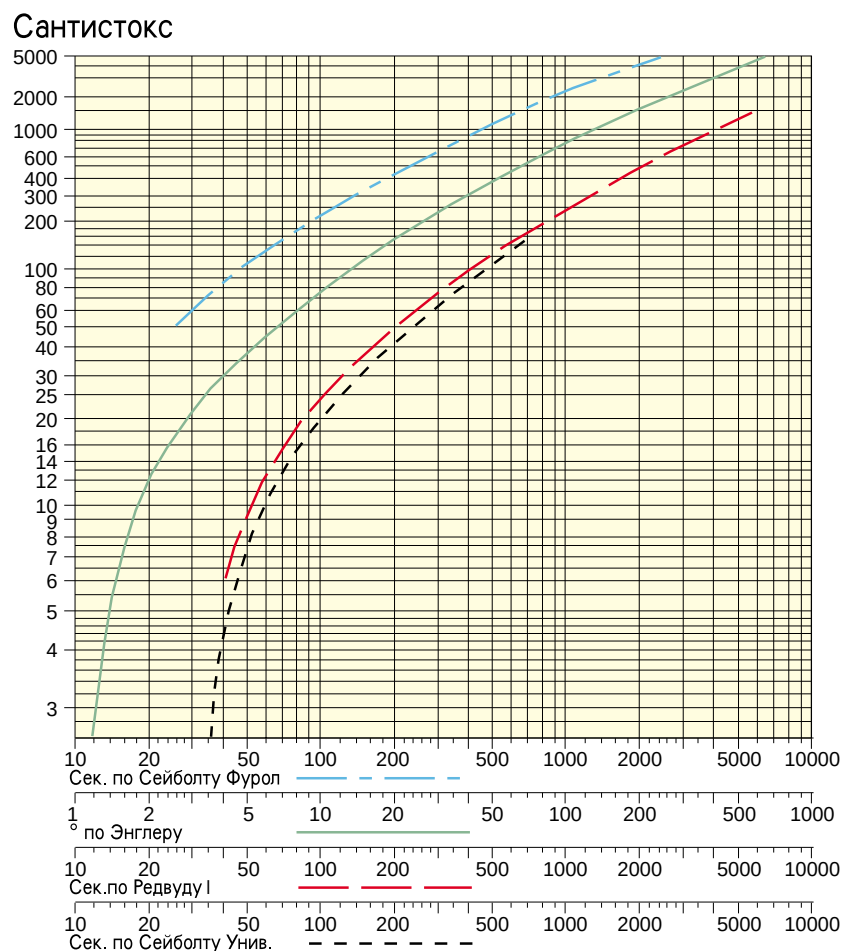


Рис 02-2

3202538935

При пересчете вязкости из каких-либо единиц измерения в сантистоксы или наоборот следует учитывать, что полученный результат справедлив только для одной температуры. Для пересчета вязкости в любых единицах измерения при заданной температуре в вязкость при другой температуре следует использовать график зависимости вязкости от температуры или правило преобразования.

02.1.2.3 Контроль вязкости

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

02.1.3 Предельные значения характеристик топлива

Дизельные двигатели WARTSILA® Vasa 32 и 32LN, WARTSILA® 20, WARTSILA® 32 и WARTSILA® 46 сконструированы и предназначены для непрерывной эксплуатации без снижения номинальной мощности на сортах топлива, имеющих следующие характеристики:

Характеристики топлива, макс. пределы		
Кинематическая вязкость	сСт при 100°C сСт при 50°C Сек Редвуд №1 при 100°F	55 730 7200
Кинематическая вязкость	сСт на входе двигателя	см. 02.1.1
Плотность	кг/М ³ при 15°C	991
Плотность ¹⁾	кг/М ³ при 15°C	1010 ¹⁾
Вода	об. %	1.0
Вода, перед двигателем	об. %	0.3
Температура вспышки, мин. (PMCC)	°C	60
Температура текучести	°C	30
Общий осадочный потенциал	масс. %	0.10

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

Для двигателей WARTSILA® Vasa 32 и 32LN, WARTSILA® 20, WARTSILA® 32 и WARTSILA® 46 определены четыре типа топлива:

- 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".

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
Алюминий + кремний	мг/кг	30	30 – 80
Алюминий + кремний, перед двигателем	мг/кг	15	15
Коксовый остаток по Конрадсону	масс. %	15	15 – 22
Асфальтены	масс. %	8	8 – 14
ССАІ		850	850 – 870

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

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

02.1.4 Пояснения к характеристикам топлива

а) Вязкость не является показателем качества топлива, однако ею определяется сложность системы нагрева и обработки топлива, поскольку тяжелое дизтопливо должно нагреваться до достижения им вязкости 16 – 24 сСт при впрыске. При низких значениях вязкости возрастает расход через плунжер инжекторного насоса. Это приводит к уменьшению количества впрыскиваемого топлива, что в худшем случае может воспрепятствовать развитию двигателем полной мощности.

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).

б) Плотность главным образом влияет на сепарирование топлива. Сепараторы могут отделять воду и, в некоторой степени, твердые частицы из топлива плотностью до 991 кг/м³ при 15°C. Существуют также сепараторы, способные очищать топливо плотностью до 1010 кг/м³ при 15°C. Возможности сепаратора должны проверяться перед приобретением топлива очень высокой плотности, так как некачественное сепарирование приводит к чрезмерному износу из-за наличия неотделенных частиц и воды. Сепараторный диск должен выбираться в соответствии с плотностью топлива.

Осторожно! Топливо, имеющее низкую вязкость при высокой плотности, обычно имеет низкую воспламеняемость!

ц) Воспламеняемость. Тяжелые сорта дизтоплива могут иметь очень низкую воспламеняемость. Это может приводить к проблемам при пуске двигателя и работе с низкой нагрузкой, особенно если двигатель недостаточно прогрет. Низкая воспламеняемость может также вызывать значительную задержку воспламенения и резкий рост давления, а также высокие максимальные значения давления. Это увеличивает механическую нагрузку и даже может привести к серьезным повреждениям деталей двигателя, например поршневых колец и подшипников. Могут наблюдаться также отложения на поршнях, выпускных клапанах, в выхлопной системе, на кольцевом сопле турбины и ее лопатках. Загрязнение турбоагрегата приводит к понижению его производительности и к увеличению термической нагрузки.

Признаком низкой воспламеняемости является детонационный стук, т.е. сильный и звонкий шум детонации. В результате детонации возрастает механическая нагрузка на детали вокруг камеры сгорания, увеличивается термическая нагрузка, а также повышается расход моторного масла и его загрязнение.

Осторожно!

Несмотря на то, что низкая воспламеняемость приводит к задержкам воспламенения, увеличение опережения впрыска только ухудшает положение: топливо впрыскивается при более низкой температуре компрессии, что еще больше удлиняет задержку воспламенения!

Воспламеняемость не определяется и не ограничивается в стандартах на морское нефтяное топливо. То же самое относится и к стандарту на морское дистиллятное топливо ISO-F-DNC.

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:

$$CCAI = \rho - 81 - 141 \log_{10} \log_{10} (\nu_k + 0,85)$$

где ρ = плотность (кг/м³ при 15°C

ν_k = кинематическая вязкость (сСт при 50°C)

Внимание!

Увеличение индекса **CCAI** соответствует ухудшению воспламеняемости!

Индекс CCAI можно также определить (но с ограниченной точностью) с помощью номограммы, см. Рис 02-3.

Сорта топлива прямой перегонки имеют значение индекса в пределах 770 – 840 и обладают отличной воспламеняемостью. Крекинговые остатки могут иметь индекс от 840 до 900 и выше, но основная часть бункерного топлива в настоящее время остается в пределах 840 – 870.

Индекс CCAI не предназначен для точной оценки воспламеняемости топлива. Тем не менее следует придерживаться следующих общих правил.

- 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 для определения индекса CCAI

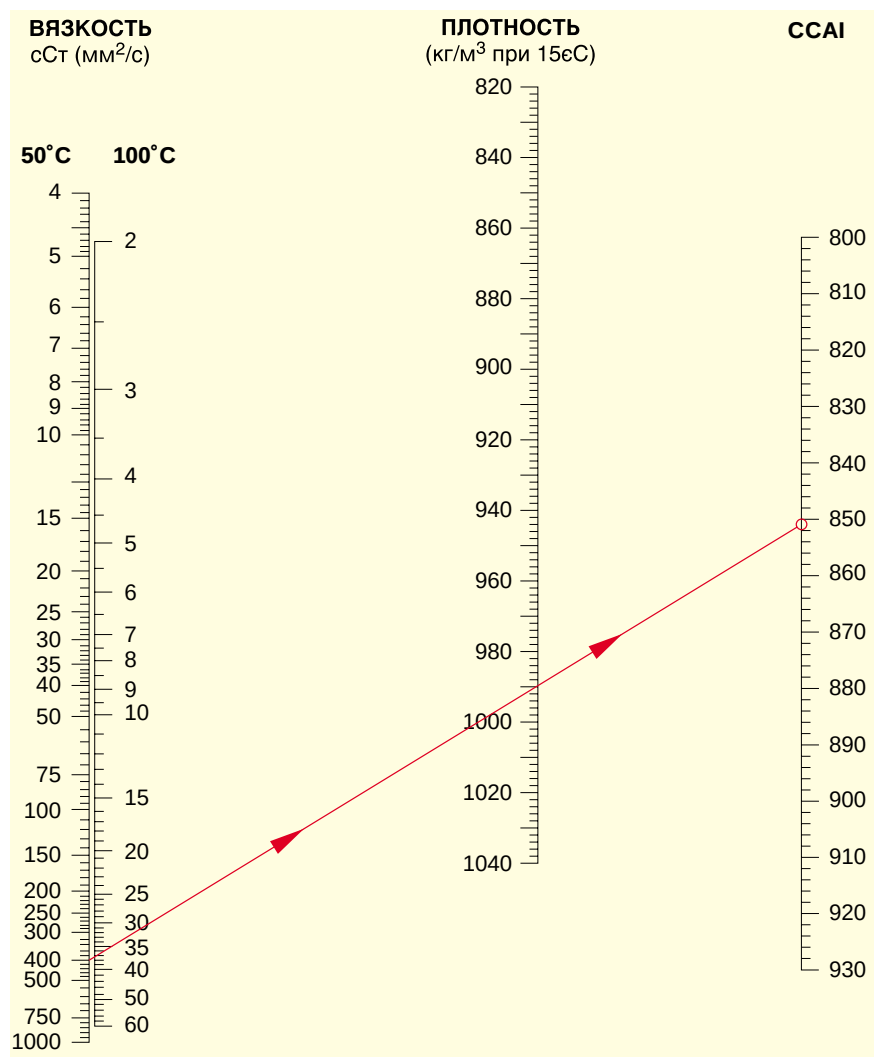


Рис 02-3

3202599716

д) Содержание воды в тяжелом дизтопливе сильно варьируется. Вода может поступать из разных источников и может быть как пресной, так и соленой. Она может также образовываться в результате конденсации в бункерных баках установки.

- Если вода пресная и хорошо эмульгирована в топливе, эффективное энергосодержание топлива уменьшается с возрастанием содержания воды, что приводит к повышению расхода топлива.
- Если топливо загрязнено морской водой, содержащийся в соленой воде хлор может вызвать коррозию топливной системы, включая инжекционное оборудование. Воздействие натрия, также присутствующего в соленой воде, описывается более подробно далее.

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

е) Сера в топливе может вызывать коррозию и коррозионный износ, особенно при малых нагрузках. Сера также способствует образованию отложений в выхлопной системе, обычно в форме сульфатов ванадия и натрия. Отложения также могут приводить к высокотемпературной коррозии, как описывается далее.

ф) Высокая зольность может быть вредна по ряду причин. Отдельные составляющие золы могут вызывать различные проблемы.

- Оксиды алюминия и кремния образуются в процессе нефтепереработки, они могут приводить к значительному износу главным образом инжекторных насосов и форсунок, но также и гильз цилиндров и поршневых колец. Для того чтобы свести к минимуму износ, необходима тщательная очистка топлива.
- Оксиды ванадия и натрия, главным образом натрийванадилванадаты, образуются в процессе сгорания и смешиваются или реагируют с оксидами и ванадатами остальных составляющих золы, таких как никель, кальций, кремний и сера. Температура спекания этой смеси может такова, что отложения формируются на клапанах, в выхлопной системе и в турбонагнетателе. Эти отложения исключительно едкие в расплавленном состоянии, они разрушают защитный оксидный слой, например на клапанах, приводя к горячей коррозии и прогоранию клапанов. Отложения и горячая коррозия в турбонагнетателе, особенно на кольцевом сопле и лопатках турбины, приводят к уменьшению его производительности. Нарушается газообмен, через двигатель протекает меньше воздуха, в результате чего возрастает термическая нагрузка двигателя. Образование отложений ускоряется при повышении температуры и мощности двигателя.

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

- Обеспечить эффективную очистку топлива.
- Регулярно очищать турбонагнетатель водой, см. раздел 15.3.
- 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.

г) Высокое содержание коксового остатка может приводить к образованию отложений в камере сгорания и выхлопной системе, особенно при малых нагрузках.

- Образование отложений на наконечниках 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.

х) Высокое содержание асфальтенов может способствовать образованию отложений в камере сгорания и выхлопной системе, особенно при малых нагрузках.

Асфальтены представляют собой комплексные высокоароматические соединения с высоким молекулярным весом, обычно содержащие серу, азот и кислород, а также металлы, в том числе ванадий, никель и железо (см. выше раздел "Зольность"). Высокое содержание асфальтенов указывает на то, что топливо может плохо воспламеняться и медленно сгорать.

Если топливо нестабильно, асфальтены могут выпадать в осадок и засорять фильтры, образовывать отложения в топливной системе и чрезмерный шлам в центрифуге.

и) Низкая температура воспламенения (высокое давление пара) особенно часто наблюдается у сырой нефти.

Низкая температура воспламенения не влияет на процесс сгорания, однако топливо может быть опасным при обработке и хранении. Это особенно проявляется при высокой температуре потери текучести топлива, когда из-за этого требуется его подогрев. В исключительных случаях могут использоваться специальные взрывобезопасные устройства и сепараторы.

Высокое давление пара (низкая температура воспламенения) может также вызывать кавитацию и образование газовых карманов в топливопроводах. Этого можно избежать, поддерживая повышенное давление в системе подачи топлива.

Необходимо отметить, что некоторые страховые компании требуют применения сортов топлива, имеющих температуру воспламенения не ниже 60°C.

й) Температура потери текучести определяет значение, ниже которого топливо теряет свою текучесть, и таким образом легкость обращения с топливом. Вся топливная система, включая баки и топливопроводы, должна быть нагрета до температуры как минимум на 10 – 15°C выше температуры потери текучести.

к) Общий осадочный потенциал (**TSP**) отражает стабильность топлива. Если TSP высок, возрастает опасность образования осадка и шлама в баках и топливной системе, а также вероятность засорения фильтров.

TSP может также использоваться как показатель совместимости двух разных сортов топлива: если при смешивании двух сортов топлива TSP смеси остается низким, эти сорта топлива совместимы.

02.1.5 Меры по предупреждению проблем при работе на тяжелом топливе

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

Для достижения максимальной эксплуатационной экономичности рекомендуется принимать следующие меры.

- а)** Ограничить максимальную непрерывную мощность на столько, на сколько позволяют условия эксплуатации, если известно или предполагается, что в топливе высокое содержание ванадия (выше 200 промилле) и натрия.
- б)** Ограничить работу при низкой нагрузке на столько, на сколько позволяют условия эксплуатации, если известно или предполагается, что в топливе высокое содержание серы (выше 3% по массе), углерода (коксовый остаток по Конрадсону выше 12% по массе) и асфальтена (выше 8% по массе).
Непрерывная работа двигателя при нагрузке ниже 20% номинальной мощности должна ограничиваться максимум 100 часами путем повышения нагрузки свыше 70% номинального значения на один час перед тем, как продолжить работу при низкой нагрузке или остановить двигатель.
Работа двигателя на холостом ходу (выключено сцепление главного двигателя, отключен генераторный агрегат) должна быть строго ограничена. Прогрев двигателя без нагрузки в течение 3 – 5 минут перед подачей нагрузки не требуется, и его следует избегать, также как и работы на холостом ходу в течение более чем 3 минут перед остановкой.

02.1.6 Общие рекомендации

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 02.1.3.

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. Расход топлива 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. При сепарировании топлива высокой вязкости с плотностью около 991 кг/м³ при температуре 15°C важно, чтобы колебания температуры были по возможности невелики $\pm 2^\circ\text{C}$ перед сепаратором);
- 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

Вязкость. Класс вязкости SAE 40. В двигателях типа Wärtsilä® Vasa 32 допускается также применение смазочного масла класса SAE 30.

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	МАРКА 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	МАРКА 4D DMB DMB DB	15 - 30
C	ASTM D 396-94 ISO 8217: 1996(E) BS MA 100:1996 CIMAC 1990	МАРКА № 4-6 DMC, RMA10-RMK55 DMC, RMA10-RMK55 DC, A10-K55	30 - 55
D	СЫРАЯ НЕФТЬ (CRO)		30

При работе на тяжелом топливе рекомендуется использовать в первую очередь смазочные масла BN 50-55. Эта рекомендация особенно важна для двигателей с мокрым масляным поддоном, работающих на тяжелом топливе с содержанием серы свыше 2,0% по массе. Масла BN 40 также могут использоваться при работе на тяжелом топливе, если в ходе эксплуатации щелочной баланс смазочного масла остается на приемлемом уровне.

Смазочные масла BN 30 рекомендуется использовать только в особых случаях, например на установках, оборудованных катализатором SCR. Продукты с более низким BN могут оказывать положительное влияние на чистоту катализатора SCR. При использовании смазочных масел BN 30 интервалы замены масла относительно коротки, однако за счет того, что обеспечивается лучший коэффициент готовности установки, общие эксплуатационные расходы могут понизиться при условии, что интервалы техобслуживания катализатора SCR могут быть увеличены.

Масла BN 30 могут также рекомендоваться как замена при работе на сырой нефти. Несмотря на то, что сырая нефть часто имеет низкое содержание серы, в ней могут содержаться другие кислотные составляющие, и поэтому важно иметь достаточный щелочной резерв.

Присадки. В масле должны содержаться присадки, которые повышают устойчивость масла к окислению и его антикоррозионные защитные свойства, улучшают нагрузочную способность масла, нейтрализуют кислотные остатки сгорания и окисления, предотвращают образование отложений на внутренних деталях двигателя (особенно в галерее охлаждения поршня, зоне поршневых колец и 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

Смазочное масло выполняет функцию одного из компонентов двигателя, и поэтому его качество имеет исключительно важное значение. Все смазочные масла, допущенные для использования на двигателях типов WARTSILA® Vasa 32, WARTSILA® Vasa 32LN, WARTSILA® 20, WARTSILA® 32 и WARTSILA® 46, прошли испытания на соответствие требованиям изготовителя 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.

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

Внимание! Перед использованием смазочного масла, не включенного в таблицу, необходимо проконсультироваться с изготовителем двигателя. Смазочные масла, не имеющие допуска, должны пройти испытания согласно методике изготовителя двигателя.

02.2.3 Обслуживание и проверка смазочного масла

- а)** 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°C. Многие изготовители масла рекомендуют для получения наилучших результатов выполнять сепарирование масла при температуре 90 – 95°C. 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 обеспечения оптимальных условий работы сепаратора необходимо соблюдать инструкции по эксплуатации его изготовителя.

Внимание! От эффективности сепарирования масла зависит состояние масла и периодичность его замены. В зависимости от вида использования и с учетом различий конструкции смазочных систем рекомендуются следующие процедуры сепарирования:

- Непрерывная работа одного или нескольких сепараторов во время работы двигателя – рекомендуется в первую очередь.
- Периодичное сепарирование вспомогательного двигателя в резервном или рабочем режиме – на установках, оборудованных одним или несколькими сепараторами, обрабатывающими масло для нескольких двигателей.

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

- б)** В течение первого года эксплуатации рекомендуется отбирать пробы смазочного масла через каждые 500 часов работы. Пробу следует выслать поставщику масла для анализа. На основе полученных результатов можно определить целесообразный интервал замены масла. Частые 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 работающего масла следует концентрировать внимание на следующих свойствах. Необходимо сравнивать результаты анализа с нормативными величинами (тип анализа) для нового масла используемой марки.

Вязкость. Не должна падать более чем на 20% и повышаться более чем на 25% выше нормативного значения при 100°C.

Не должна падать более чем на 25% и повышаться 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 содержание зависит от ряда факторов. Следует соблюдать рекомендации поставщика масла. Однако, содержание нерастворимых в n-пентане включений выше 1,5% требует принятия соответствующих мер. Содержание свыше 2% недопустимо для длительной 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.

ц) Расход масла компенсировать добавлением не более 10% свежего масла за один раз. 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.

д) Ориентировочные величины интервалов между сменами масла приведены в главе 04. Интервалы замены масла определяются размером системы (объемом масла), условиями эксплуатации, качеством топлива, эффективностью сепарирования и общим расходом масла. При эффективном сепарировании на больших системах (при работе с сухим картером) обычно допускаются большие интервалы замены масла. Рекомендуется следить за тем, чтобы значение щелочного числа смазочного масла (BN) находилось в пределах, установленных изготовителем двигателя, в течение всего периода между заменами масла.

При замене масла рекомендуется следующая процедура:

- 1** Слить масло из системы, пока масло ещё горячее. Убедиться в том, что масло слито также из масляных фильтров и охладителей.
- 2** Вычистить все масляные полости, включая фильтры и место расположения распределительного вала. Вставить новые фильтрующие элементы.
- 3** Залить небольшое количество свежего масла в масляный поддон и прокачать его маслоподкачивающим насосом. Слить все 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 снижения риска 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

См. прилагающееся руководство по эксплуатации регулятора. Пригодно масло класса вязкости SAE 30 или SAE 40, может использоваться такое же масло, как и в двигателе. Для регулятора можно также использовать масло для турбонагнетателя. В сложных условиях окружающей среды может понадобиться использование всесезонного масла (например SAE 5W-40) для обеспечения хорошей управляемости во время запуска. Периодичность замены масла см. в графике техобслуживания, глава 04А.

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 интервал 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

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, в других имеется внутренняя система смазки подшипников, см. главу 15. Дополнительные сведения см. в прилагающемся руководстве по эксплуатации турбонагнетателя.

Внимание! 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 турбонагнетателях 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

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.

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.

Используйте чистые контейнеры для пробы емкостью около 1 литра. Чистые контейнеры для пробы и принадлежности (картонные коробки IATA для транспортировки, готовые адресные наклейки и т.п.) можно заказать в местном представительстве сети Wartsila. Тщательно промойте линию отбора пробы перед тем, как приступить собственно к отбору пробы. Кроме того, рекомендуется перед отбором пробы несколько раз промыть маслом бутылки для пробы, особенно если должны использоваться бутылки "неизвестного происхождения". Плотнo закройте бутылки прилагающимися винтовыми пробками. Запечатайте все бутылки и аккуратно запишите все отдельные номера печатей. Поместите бутылки, подлежащие отправке на анализ, в пластиковые мешки "Ziploc" во избежание разливания. Перед тем, как запечатывать, слегка сожмите мешок "Ziploc", чтобы удалить лишний воздух.

Данные о происхождении пробы топлива/масла столь же важны как и сама проба. Проба топлива или масла без этой информации имеют очень

ограниченную ценность. Для отбираемой пробы важно отметить 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
- Контактные данные: Имя и фамилия (лица, выполнившего отбор пробы), телефон, факс, э-почта и т. д.

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

При отборе проб жидкого топлива и смазочного масла и при работе с ними принимайте предупредительные меры личной безопасности. Избегайте вдыхания паров и тумана масла, при необходимости пользуйтесь респиратором. Применяйте прочные теплостойкие и углеводородозащитные перчатки (например, из нитрильного каучука). Если есть риск распыливания, пользуйтесь защитными очками. При работе с горячим продуктом, наденьте лицевой щиток и защитную одежду.

02.2.7.1 Отбор пробы смазочного масла

Пробы смазочного масла следует брать при работающем двигателе непосредственно после масляного фильтра на двигателе. Пробы смазочного масла всегда брать до добавления свежего масла в систему.

02.2.7.2 Отбор проб жидкого топлива.

Пробы топлива могут отбираться из разных мест топливной системы. Вероятно, самыми распространенными являются пробы "из бункера" или "до двигателя" (после сепарирования и фильтрования топлива). С точки зрения двигателя, наиболее важная проба топлива, разумеется, отбирается на впуске в двигатель, т.е. после сепарирования и фильтрования топлива. Однако, если например, нужно оценить эффективность топливного сепаратора, пробы должны отбираться непосредственно до и после сепаратора. Не рекомендуется отбирать пробы из сливных клапанов на дне баков, так как они могут содержать большое количество воды и осадка, и поэтому пробы не будут репрезентативными для партии топлива.

02.2.8 Отсылка и транспортировка.

Поместите бутылку с мешком "Ziploc" в картонную коробку IATA и сложите её согласно указаниям по сборке, приведенным на ней. Перед закрытием последнего бортика коробки IATA вложите копию "Квитанции бункеровки", если она имеется.

Для высылки пробы в ближайшую лабораторию DNVPS используйте соответствующую этикетку на картонной коробке IATA, руководствуясь Справочником авиакурьерской службы DNVPS. На боковине коробки IATA сделайте полные указания курьерской службе. Заполните номер всеобщего счёта DNVPS (950 500 010) во избежание отказа курьерской компанией DHL. Заполните бланк предварительной фактуры и липкой лентой укрепите его снаружи на коробке IATA.

Позвоните прямо авиакурьеру по телефону, указанному в Справочнике авиакурьерской службы и, при необходимости, запросите срочную отправку. Когда курьер прибудет, Вам потребуется заполнить накладную на груз, перевозимый самолётом.

Выполнять отправки проб жидкого топлива и смазочного масла рекомендуется на месте. Результат будет достигнут быстрее, если отправку выполнить на месте, и, кроме того, перевозка проб жидкого топлива в личном багаже на обычных самолётах запрещена.

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

02.3

Охлаждающая вода

02.3.1 Общая информация

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

Перед обработкой вода должна быть прозрачной и соответствовать техническим условиям, приведенным в конце данной главы. Более того, использование допущенной присадки в охлаждающей воде или системы ее обработки является обязательным.

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 осадков 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! Использование гликоля в охлаждающей воде не рекомендуется, если в этом нет необходимости. Поскольку гликоль сам по себе не защищает двигатель от коррозии, в охлаждающей воде всегда должна дополнительно присутствовать допущенная присадка!

02.3.2 Присадки

Применять только присадки, изготавливаемые известными и надежными поставщиками, имеющими развитую сеть продаж. Тщательно соблюдать инструкции поставщика.

Внимание! 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).

Внимание! Нитрит натрия токсичен.

Скорость коррозии в зависимости от концентрации нитритов



Рис 02-4

3202602002

Присадки для охлаждающей жидкости на базе нитритов являются так называемыми анодными ингибиторами коррозии, которые для эффективного применения требуют правильной дозировки и обращения. Нитрит в составе присадки представляет собой соль и поэтому увеличивает проводимость воды. С другой стороны, проводимость — это один из основных факторов, влияющих на скорость коррозии, когда процесс корродирования уже начался: чем выше проводимость, тем выше скорость коррозии.

Если условия (уровень нитритов, хлоридов, pH и т.д.) в системе таковы, что присадка на базе нитрита больше не может защищать всю поверхность системы, в незащищенных местах могут возникнуть локальные очаги быстрой коррозии. Скорость коррозии в пораженных местах может быть даже выше той, которая была бы при полном отсутствии присадок в системе, см. упрощенный график скорости коррозии как функции концентрации нитритов на Рис 02-4. Следует обратить внимание на то, что положение пика кривой по оси абсцисс (опасные условия для коррозии) не стабильно, а сдвигается в зависимости от температуры, pH, содержания в воде хлоридов и 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
Нитрит натрия	– высокая эффективность при точном дозировании – небольшие активные количества, 0,5% по массе – дешево	– пригоден в качестве присадки, за исключением воздухоохлаждаемых теплообменников с большими поверхностями, покрытыми мягким припоем – токсичен – опасность точечной коррозии при слишком низкой концентрации
Нитрит + борат	– не повышает опасность коррозии при передозировке – не вреден для кожи	– склонность к разъеданию цинковых покрытий и мягких припоев – токсичен: смертельная доза – 3 – 4 г твердого нитрита – опасность точечной коррозии при слишком низкой концентрации
Силикат натрия	– нетоксичен – безопасен в обращении	– отсутствие активности при скорости воды более 2 м/с – коммерческие продукты очень дорогие – повышенная опасность коррозии при недостаточной концентрации; точечная коррозия – ограниченная применяемость
Молибдат натрия	– нетоксичен – безопасен в обращении	– дороже токсичных присадок – повышенная опасность коррозии при недостаточной дозировке – может вызывать образование отложений (молибдаты могут осаждать сульфаты железа)
Органические и неорганические синергики	– нетоксичны	– дороже, чем нитрит натрия и присадки на основе молибдатов – большие активные количества по массе

02.3.3 Обработка

При смене присадки или при введении присадки в систему, в которой ранее использовалась необработанная вода, вся система должна быть очищена (химически) и промыта перед заполнением свежей обработанной воды. Если вопреки нашим рекомендациям применялась смазочно-охлаждающая эмульсия, вся система должна быть тщательно очищена от отложений масла и жира.

Потери воды за счет испарения должны восполняться необработанной водой; если использовать обработанную воду, содержание присадок может постепенно превысить допустимые пределы. Для восполнения потерь в результате утечки или по другим причинам следует использовать обработанную 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.

Внимание! 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.

02.4

Впрыскиваемая вода (двигатели DWI)

02.4.1 Качество воды

Вода, используемая для прямого впрыскивания воды (DWI), должна отвечать следующим требованиям:

Требования к воде для прямого впрыскивания		
рН	5–9	
Общая жесткость	макс. 10	°dH
Хлориды	макс. 80	мг/л
Твердые взвеси	макс. 50	мг/л
Кремний	макс. 50	мг/л
Температура	макс. 50	°C

Должна использоваться пресная вода, см. также раздел 02.3.1.

В воде не должны присутствовать масло, жир, поверхностно-активные вещества и другие подобные загрязнения. Загрязнения такого типа могут вызывать засорение фильтров и другие нарушения в системе прямого впрыскивания воды.

02.5

Требования к качеству воды для системы CASS

Качество воды, используемой для системы насыщения воздуха для сгорания (CASS), должно отвечать следующим требованиям:

Требования к качеству воды CASS		
Характеристика	Максимальное значение	Единица измерения
pH	6–8	
Жесткость	0.4	°dH
Хлориды как Cl	5	мг/л
Твердые взвеси	5	мг/л
Температура перед насосом	60	°C

Для обеспечения безопасного функционирования системы CASS и двигателя необходимо использовать воду, полученную опреснительной установки или дистиллятора.

В воде не должны присутствовать масло, жир, поверхностно-активные вещества и другие подобные загрязнения. Загрязнения такого типа могут вызывать засорение фильтров и другие нарушения в системе CASS.

02А. Экологическая опасность

02А.1 Общие сведения

Жидкие топлива, смазочные масла и присадки к охлаждающей жидкости представляют собой опасность для окружающей среды. Работая с этими продуктами или содержащими их системами, соблюдайте большую осторожность. Подробная информация и указания по применению имеются в тексте ниже.

02А.2 Жидкие топлива

Продолжительный или повторяющийся контакт с кожей может вызвать раздражение и повысить риск заболевания раком кожи (полиароматические углеводороды и др.). В процессе заливки/загрузки может иметь место выделение паров, например, сероводорода или лёгких фракций углеводородов, оказывающих раздражающее действие на глаза и органы дыхания. Жидкие топлива представляют собой в основном нелетучие горючие жидкости, которые, однако, могут содержать летучие фракции. Опасность пожара и взрыва. Могут причинить долгосрочный вред и повреждение водной среды. Риск загрязнения почвы и грунтовых вод. Принять все необходимые меры для предупреждения загрязнения воды и почвы.

02А.2.1 Правила обращения

- Изолировать от источников воспламенения, например, искровых разрядов статического электричества.
- Во время перекачки или открытия, например, баков для хранения избегайте вдыхания паров (они могут содержать сероводород и др.). При необходимости пользуйтесь противогазом.
- Температура продукта при работе с ним или при его хранении не должна превышать точки воспламенения. Хранить в баках или резервуарах, предназначенных для горючих жидкостей.
- Сброс в канализацию, в систему водоснабжения или в почву не допускается.
- В процессе длительного хранения в баках может образоваться метан в результате бактериальной активности. Это создаёт опасность взрыва при выгрузке или открытии бака для хранения.
- Ткани, бумага или любой другой абсорбирующий материал, используемый для удаления пролитой жидкости, являются огнеопасными. Не допускайте их скопления.
- Отходы, в которых содержится данный продукт, представляют собой опасность и должны быть удалены в соответствии с правилами и требованиями, изданными местными и центральными органами охраны окружающей среды. Сбор, регенерация и сжигание должны производиться уполномоченными заводами по переработке отходов.

02A.2.2 Индивидуальные средства защиты

- Защита органов дыхания. Масляный туман: пользуйтесь респиратором с комбинированным фильтром для улавливания частиц и газов. Испарения (сероводород и др.): пользуйтесь респиратором с фильтром для неорганических газов.
- Защита рук. Прочные, теплостойкие и углеводородозащитные перчатки (например, из нитрильного каучука).
- Защита глаз. Если есть риск распыливания, пользуйтесь защитными очками.
- Защита кожи и тела. Пользуйтесь лицевым щитком и защитной одеждой согласно требованиям. При работе с бочками носите защитную обувь. Работая с горячим продуктом, пользуйтесь защитной одеждой.

02A.2.3 Меры по оказанию первой помощи

- Вдыхание паров. Перенести пострадавшего на свежий воздух, согреть и придать неподвижное лежачее положение. Если необходимо, дать кислород или произвести реанимацию методом "рот ко рту". При значительных воздействиях обратиться за медицинской помощью. Вдыхание масляного тумана: обратиться за медицинской помощью.
- Попадание на кожу: Горячее масло, попавшее на кожу, следует немедленно охладить большим количеством холодной воды. Без промедления промыть большим количеством воды с мылом. Не использовать растворителей, масло расплывается и может быть абсорбировано кожей. Удалить загрязнённую 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. Если возможно, продолжать промывку до вступления в контакт с врачом-специалистом по глазным болезням.
- Проглатывание. Прополоскать рот водой. Не пытайтесь вызвать рвоту, чтобы избежать риска аспирации. Обратиться 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.3

Природный газ

Природный газ не токсичен и наносит вреда при вдыхании в малых концентрациях вблизи мест незначительной утечки. Однако большие концентрации могут вызвать сонливость и даже удушье.

На газомоторных установках в некоторых случаях газ может привести к возникновению опасных ситуаций. Наиболее опасные ситуации вызываются утечкой газа в моторном отделении, воспламенением и взрывом газа, попавшего в выхлопную систему в результате неполного сгорания.

Если произошел взрыв газа, важно защитить людей, оборудование и окружающую среду от нанесения вреда. Повреждения могут причиняться ударной волной и сжигающим воздействием расширяющихся и частично горящих газов. Повреждений можно избежать, не допуская повышения давления в оборудовании и направляя выпущенное давление в открытое пространство.

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

02A.4

Смазочные масла

Свежие смазочные масла обычно не представляют какой-либо определённой токсической опасности, однако со всеми маслами следует всегда обращаться с большой осторожностью. Отработавшие масла могут содержать значительные количества металлических соединений и ПАУ (полиароматических углеводородов). Избегайте длительных или повторяющихся попаданий на кожу. Не допускайте риска расплескивания, не размещайте вблизи источников тепла или воспламенения и защищайте от попадания окислителей. Риск долгосрочного загрязнения почвы и грунтовых вод.

02A.4.1 Правила обращения

- Если имеется риск выделения паров, тумана или аэрозолей, обеспечьте соответствующую вентиляцию. Не вдыхайте пары, дым или туман.
- Не располагайте вблизи огнеопасных материалов или окислителей.
- Не располагайте вблизи пищевых продуктов и напитков. Во время обращения с ними не принимайте пищи, не пейте и не курите.
- Используйте только ёмкости, трубопроводы и т. д., устойчивые к углеводородам. Ёмкости открывать в хорошо вентилируемых условиях.
- Немедленно снимите всю загрязнённую одежду.
- В пустой упаковке могут оставаться огнеопасные или потенциально взрывоопасные пары.
- Ткани, бумага или любой другой абсорбирующий материал, используемый для удаления пролитой жидкости, являются огнеопасными. Не допускайте их скопления. Отходы храните в закрытых ёмкостях.
- Отходы, в которых содержится данный продукт, представляют собой опасность и должны быть удалены в соответствии с правилами и требованиями, изданными местными и центральными органами охраны окружающей среды. Сбор, регенерация и сжигание должны производиться уполномоченными заводами по переработке отходов.

02A.4.2 Индивидуальные средства защиты

- Защита рук. Непроницаемые и углеводородоустойчивые перчатки (например, из нитрильного каучука).
- Защита глаз. Если есть риск распыливания, пользуйтесь защитными очками.
- Защита кожи и тела. Пользуйтесь лицевым щитком и защитной одеждой согласно требованиям. При работе с бочками носите защитную обувь. Работая с горячим продуктом, пользуйтесь защитной одеждой.

02A.4.3 Меры по оказанию первой помощи

- Вдыхание паров. Перенести пострадавшего на свежий воздух, согреть и придать неподвижное лежачее положение.
- Попадание на кожу. Без промедления промыть большим количеством воды с мылом. Не использовать растворителей (масло расплывается и может быть абсорбировано кожей). Удалить загрязнённую 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 немедленно.
- Аспирация жидкого продукта. Если есть подозрение, что произошла аспирация в лёгкие (например, при рвоте), немедленно 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 с завода-изготовителя смазочного масла или у местного дилера.

02A.5

Присадки к охлаждающей жидкости, на нитрит-ной основе.

Продукты оказывают токсическое воздействие при проглатывании. Концентрированный продукт может вызвать серьёзные симптомы отравления: боли, головокружение и головную боль. Проглатывание значительного количества ведёт к изменению цвета кожи и слизистых оболочек на сероватый/синий и снижению кровяного давления. Попадание неразбавленного продукта на кожу или в глаза может вызвать сильное раздражение. Разбавленные растворы могут причинить умеренное раздражение.

02A.5.1 Правила обращения

- Избегайте попадания на кожу и в глаза.
- Не располагайте вблизи пищевых продуктов и напитков. Во время обращения с ними не принимайте пищи, не пейте и не курите.
- Хранить в хорошо вентилируемом помещении с доступом к душу срочного действия и душу для промывки глаз.
- Пролитую жидкость впитать абсорбирующим материалом, а частицы твёрдых материалов собрать в ёмкость. Полы вымыть водой, поскольку

разлив продукта может сделать его скользким. В случае больших разливов обратиться к соответствующим органам власти.

- Сыпучий материал можно транспортировать на соответствующее место сброса отходов в соответствии с местными правилами.

02A.5.2 Индивидуальные средства защиты

- Защита органов дыхания. Обычно не требуется. Избегайте нахождения в тумане продукта.
- Защита рук. Следует пользоваться резиновыми перчатками (например, из ПВХ или природного каучука).
- Защита глаз. Следует носить защитные очки.
- Защита кожи и тела. Пользуйтесь защитной одеждой и соблюдайте осторожность, чтобы уменьшить до минимума разбрызгивание. При работе с бочками носите защитную обувь.

02A.5.3 Меры по оказанию первой помощи

- Вдыхание. В случае чрезмерного воздействия распылённого тумана перенести пострадавшего на свежий воздух, согреть и придать неподвижное лежачее положение. Если последствия воздействия не проходят, обратиться за медицинской помощью.
- Попадание на кожу. Без промедления промыть большим количеством воды с мылом. Удалить загрязнённую одежду. Если раздражение сохраняется, обратиться за медицинской помощью.
- Попадание в глаза. Немедленно промыть большим количеством чистой воды и обратиться за медицинской помощью. Если возможно, продолжать промывку до прибытия врача-специалиста по глазным болезням.
- Проглатывание. Прополоскать рот водой. Выпить молока, сока или воды. Не пытайтесь вызвать рвоту, не посоветовавшись с врачом. Немедленно обратитесь за медицинской помощью. Не давайте ничего пить человеку в бессознательном состоянии.

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 местного дилера.

02A.6

Детали, загрязненные летучей золой и пылью от выхлопных газов

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 и 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.

При открытии люков в выхлопной системе, особенно SCR, не допускайте разбрасывания пыли в окружающую зону. Необходимо избегать распространения пыли во время замены узлов выхлопной системы, техобслуживания и нормальной работы системы.

Необходимо соблюдать указания по устранению выбросов пыли из дымовых газов. С пылью, собранной из выхлопной системы, следует обращаться как с опасными отходами и соблюдать при этом местные правила и законы.

02A.6.1 Индивидуальные средства защиты

- Защита органов дыхания: токсичные частицы: Используйте фильтрующий респиратор P3, а для работ внутри SCR или в других местах выхлопной системы с высокой концентрацией пыли рекомендуется респираторная маска с подачей свежего, отфильтрованного сжатого воздуха.
- Защита рук: перчатки.
- Защита глаз: защитные очки.
- Защита кожи и тела: закрытая спецодежда.

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.6.2 Меры по оказанию первой помощи

- Вдыхание золы: переместите пострадавшего на свежий воздух, обеспечьте сохранение тепла и уложите неподвижно. При необходимости подайте кислород или сделайте искусственное дыхание. При значительном поражении обратитесь за медицинской помощью.
- 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 в органы дыхания. Обратитесь за медицинской помощью.

02A.7

Свинец в подшипниках

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

Подшипники в двигателях Wartsila содержат свинец и поэтому представляют собой токсичные опасные отходы. Не использующиеся более детали, содержащие свинец, должны утилизироваться в соответствии с местными правилами предприятия по утилизации отходов.

02A.8

Изделия из фторсодержащей резины

02A.8.1 Правила обращения – обычное применение для уплотнения

При обычном применении для уплотнения использование изделий из фторсодержащей резины не наносит никакого вреда здоровью. Обращение с изделиями, в том числе установка и обслуживание, не представляет опасности – при условии соблюдения обычных правил производственной гигиены.

02A.8.2 Правила обращения в случае перегрева посадочных мест и прорыва клапанов

При замене уплотнительных колец, например, после прорыва клапанов, персонал, обрабатывающий остатки обгоревшей фторсодержащей резины, должен надевать непроницаемые кислотоупорные перчатки, чтобы защитить кожу от очень агрессивных остатков. Пригодны перчатки из неопрена или ПВХ. Со всеми остатками в жидком состоянии следует обращаться как с исключительно агрессивными.

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

02A.8.2.1 Использование изделий из фторсодержащей резины при температуре свыше 275°C (527°F)

Фторсодержащая резина может эксплуатироваться в большинстве приложений (до 275°C без значительного ухудшения характеристик и опасности для здоровья. Эксплуатации или испытаний фторсодержащей резины при температуре свыше 275°C следует избегать. Если материал, вопреки приведенным выше рекомендациям, подвергся воздействию более высокой температуры, в том числе в результате аварии, существует опасность неконтролируемого роста температуры.

02A.8.3 Особые условия

02A.8.3.1 Шлифовальная пыль

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.8.3.2 Пожар

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.8.3.3 Обеззараживание

Персонал, обрабатывающий остатки обгоревшей фторсодержащей резины, должен надевать непроницаемые кислотоупорные перчатки, чтобы защитить кожу от очень агрессивных остатков. Пригодны перчатки из неопрена или ПВХ. Со всеми остатками в жидком состоянии следует обращаться как с исключительно агрессивными.

02A.8.4 Индивидуальные средства защиты

- Защита рук: непроницаемые кислотоупорные перчатки (неопрен или ПВХ).
- Защита органов дыхания: респиратор.

02A.8.5 Меры по оказанию первой помощи

- 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 смойте водой, нанесите на пораженную кожу 2% раствор геля глюконата кальция. Если гель глюконата кальция отсутствует, продолжайте промывать водой. Обратитесь за медицинской помощью.

 WÄRTSILÄ	© Wärtsilä Corporation Finland Technology	REQUIREMENTS & OIL QUALITY					
This doc is the property of Wärtsilä Corp. and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.							
Subtitle	Product	Made	11.11.97	AEH / Heikius	Page	Document No	Rev
Instruction	Wärtsilä 20	Appd.	05.10.98	MVa / Vaarasto	1 (7)	4V92A0665	g
Revised date: 27.01.2005	Changed by: ILe	Approved by: JKla / Klemola			D-message No.: 57150		

1.2.5 REQUIREMENTS AND OIL QUALITY

SYSTEM OIL REQUIREMENTS AND QUALITY FOR WÄRTSILÄ 20 ENGINES

Viscosity

Viscosity class SAE 40

Viscosity Index (VI)

Min. 95

Alkalinity (BN)

The required lubricating oil alkalinity is tied to the fuel specified for the engine, which is shown in the table below.

FUEL STANDARDS AND LUBRICATING OIL REQUIREMENTS			
Category	Fuel standard		Lube oil BN
A	ASTM D 975-94, BS MA 100: 1996 CIMAC 1990 ISO 8217: 1996(E)	GRADE 1D, 2D DMX, DMA DX, DA ISO-F-DMX, DMA	10 - 30
B	ASTM D 975-94, BS MA 100: 1996 CIMAC 1990 ISO 8217: 1996(E)	GRADE 4D DMB DB ISO-F-DMB	15 - 30
C	ASTM D 396-94, BS MA 100: 1996 CIMAC 1990, ISO 8217: 1996(E)	GRADE NO 4-6 DMC, RMA10-RMK55 DC, A10-K55 ISO-F-DMC, RMA10-RMK55	30 - 55
D	Crude oil (CRO)		30 - 55

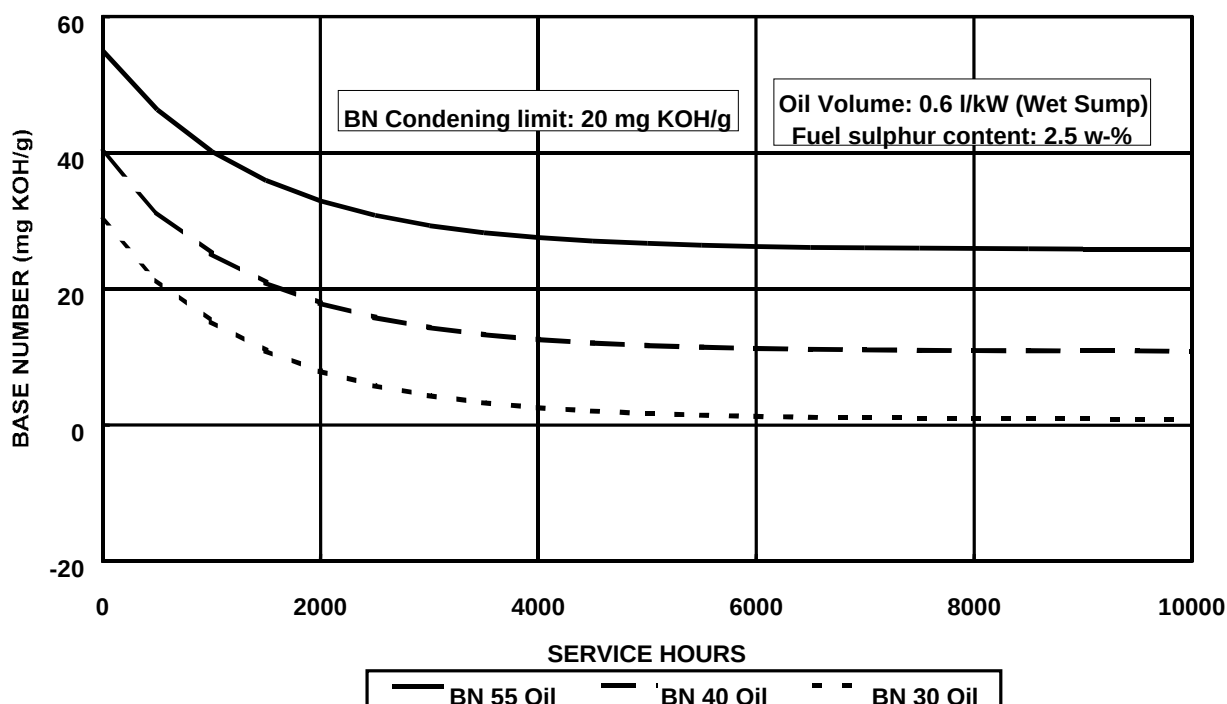
It is recommended to use in the first place BN 50-55 lubricants when operating on heavy fuel. This recommendation is valid especially for engines having wet lubricating oil sump and using heavy fuel with sulphur content above 2.0 % mass. BN 40 lubricants can be used when operating on heavy fuel as well if experience shows that the lubricating oil BN equilibrium remains at an acceptable level.

BN 30 lubricants are recommended to be used only in special cases, such as installations equipped with an SCR catalyst. Lower BN products eventually have a positive influence on cleanliness of the SCR catalyst. With BN 30 oils lubricating oil change intervals may be rather short, but lower total operating costs may be achieved because of better plant availability provided that the maintenance intervals of the SCR catalyst can be increased.

BN 30 oils are also a recommended alternative when operating on crude oil having low sulphur content. Though crude oils many times have low sulphur content, they can contain other acid compounds and thus an adequate alkali reserve is important. With crude oils having higher sulphur content BN 40 – 55 lubricating oils should be used.

The intervals between lubricating oil changes may be extended by adding oil daily to keep the oil level constantly close to the maximum level.

An example of BN depletion curve with different BN lubricating oils is shown below.



Additives

The oils should contain additives that give good oxidation stability, corrosion protection, load carrying capacity, neutralisation of acid combustion and oxidation residues and should prevent deposit formation on internal engine parts (piston cooling gallery, piston ring zone and bearing surfaces in particular).

Foaming characteristics

Fresh lubricating oil should meet the following limits for foaming tendency and stability, according to the ASTM D 892-92 test method:

Sequence I:	100/0 ml
Sequence II:	100/0 ml
Sequence III:	100/0 ml

Base oils

Use of virgin base stocks only is allowed, i.e. recycled or re-refined base oils are not allowed.

CONDEMNING LIMITS FOR USED LUBRICATING OIL

When estimating the condition of used lubricating oil, the following properties along with the corresponding limit values must be noted. If the limits are exceeded, measures must be taken. Compare also with guidance values for fresh lubricating of the brand used.

Property	Unit	Limit	Test method
Viscosity	cSt at 40 °C	max. 25% decrease max. 45% increase	ASTM D 445
Viscosity	cSt at 100 °C	max. 20% decrease max. 25% increase	ASTM D 445
Water	vol-%	max. 0.30	ASTM D 95 or D 1744
Base Number	mg KOH/g	min. 20 in HFO operation, max. 50% depletion in LFO operation	ASTM D 2896
Insolubles	w-% in n-Pentane	max. 2.0	ASTM D 893b
Flash Point, PMCC	°C	min. 170	ASTM D 93
Flash Point, COC	°C	min. 190	ASTM D 92

CHANGE OF LUBRICATING OIL BRAND

In order to minimize the risk of lubricating oil foaming, deposit formation, blocking of lubricating oil filters, damage of engine components, etc., the following procedure should be followed when lubricating oil brand is changed from one to another:

- If possible, change the lubricating oil brand in connection with an engine (piston) overhaul
- Drain old lubricating oil from the lubricating oil system
- Clean the lubricating oil system in case of an excessive amount of deposits on the surfaces of engine components, like crankcase, camshaft compartment, etc.
- Fill the lubricating oil system with fresh lubricating oil

If the procedure described above is not followed, responsibility of possible damage and malfunctions caused by lubricating oil change should always be agreed between the oil company and customer.

APPROVED LUBRICATING OIL QUALITIES FOR WÄRTSILÄ 20 ENGINES

Should unapproved lubricating oils be used during the engine warranty period, and there exist no agreement with the engine manufacturer about testing, the engine guarantee does not hold.

GAS OIL AND MARINE DIESEL OIL OPERATION

If gas oil or marine diesel oil is used as fuel, lubricating oils with a BN of 10-25 are recommended to be used. Also BN 30 lubricating oils included in Table 3 can be used in gas oil and marine diesel oil fuelled engines.

Table 1.

Approved system oils - fuel categories A and B, recommended in the first place in gas oil or marine diesel oil installations:

SUPPLIER	BRAND NAME	VISCOSITY	BN	FUEL CATEG.
BP	Energol HPDX 40	SAE 40	12	A
	Energol IC-HFX 204	SAE 40	20	A,B
Castrol	HLX 40	SAE 40	12	A
	MHP 154	SAE 40	15	A,B
	Seamax Extra 40	SAE 40	15	A,B
	TLX Plus 204	SAE 40	20	A,B
ChevronTexaco (Caltex + FAMM)	Delo 1000 Marine 40	SAE 40	12	A
	Delo 2000 Marine 40	SAE 40	20	A,B
	Taro 20 DP 40	SAE 40	20	A,B
ExxonMobil	Mobilgard ADL 40	SAE 40	15	A,B
	Mobilgard 412	SAE 40	15	A,B
	Mobilgard 1 SHC	SAE 40	15	A,B
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	Gadinia Oil 40	SAE 40	12	A
Statoil	MarWay 1040	SAE 40	10.6	A
	MarWay SP40	SAE 40	12	A
Total / Lubmarine	Disola M 4015	SAE 40	14	A
	Aurelia 4020	SAE 40	20	A,B

HEAVY FUEL AND CRUDE OIL OPERATION

Today's modern trunk piston diesel engines are stressing the lubricating oils heavily due to a.o. low specific lubricating oil consumption. Also ingress of residual fuel combustion products into the lubricating oil can cause deposit formation on the surface of certain engine components resulting in severe operating problems. Due to this many lubricating oil suppliers have developed new lubricating oil formulations with better fuel and lubricating oil compatibility. The lubricating oils mentioned in Table 2 are representing new detergent/dispersant additive chemistries and have shown good performance in Wärtsilä engines.

Table 2.

Approved system oils - fuel categories C and D, recommended in the first place when operating on heavy fuel or on crude oil having high sulphur content in order to reach full service intervals. BN 50-55 lubricating oils preferred in the first place:

LUBRICATING OILS WITH IMPROVED DETERGENT/DISPERSANT ADDITIVE CHEMISTRY				
SUPPLIER	BRAND NAME	VISCOSITY	BN	FUEL CATEG.
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
ChevronTexaco (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
Chinese Petroleum Corporation	Marilube Oil W 404	SAE 40	40	C,D
	Marilube Oil W 504	SAE 40	50	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
Fuchs	Titan PSW 40 SAE 40	SAE 40	40	C,D
	Titan PSW 55 SAE 40	SAE 40	55	C,D
Pertamina	Martron 440	SAE 40	40	C,D
	Martron 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
Shell	Argina X 40	SAE 40	40	C,D
	Argina XL 40	SAE 40	50	C,D
Statoil	MarWay 4040	SAE 40	40	C,D
	MarWay 5040	SAE 40	50	C,D
Total / Lubmarine	Aurelia XL 4040	SAE 40	40	C,D
	Aurelia XL 4055	SAE 40	55	C,D
	Aurelia XT 4040	SAE 40	40	C,D
	Aurelia XT 4055	SAE 40	55	C,D

Table 3.

Approved system oils - fuel categories A, B, C and D. Lubricating oils with BN 30 included in Table 3 are designed to be used when operating on crude oil with low sulphur content (< 1 % w/w) and in special cases when operating on heavy fuel, e.g. in installations equipped with an SCR catalyst.

BN 30 LUBRICATING OILS WITH IMPROVED DETERGENT/DISPERSANT ADDITIVE CHEMISTRY				
SUPPLIER	BRAND NAME	VISCOSITY	BN	FUEL CATEG.
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 40	30	A,B,C,D
ChevronTexaco (Caltex + FMM)	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
ExxonMobil	Exxmar 30 TP 40	SAE 40	30	A,B,C,D
	Mobilgard M 430	SAE 40	30	A,B,C,D
Pertamina	Martron 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
Shell	Argina T 40	SAE 40	30	A,B,C,D
Statoil	MarWay 3040	SAE 40	30	A,B,C,D
Total / Lubmarine	Aurelia XL 4030	SAE 40	30	A,B,C,D
	Aurelia 4030	SAE 40	30	A,B,C,D

Before using a lubricating oil not listed in Tables 1-3, the engine manufacturer must be contacted. Lubricating oils that are not approved have to be tested according to engine manufacturer's procedures.

APPROVED LUBRICATING OILS FOR ABB VTR-TURBOCHARGERS

SPECIAL LOW FRICTION SYNTHETIC OILS: CHANGE INTERVAL: 1500 hours (ABB's List 2b)				
MANUFACTURER	BRAND NAME	VISCOSITY cSt at 40 °C	VISCOSITY cSt at 100 °C	VI
Shell	Corena AP 68	68	8.5	94



SPECIAL LOW FRICTION SYNTHETIC OILS: CHANGE INTERVAL: 2500 hours (ABB's List 3b)				
MANUFACTURER	BRAND NAME	VISCOSITY cSt at 40 °C	VISCOSITY cSt at 100 °C	VI
Agip	Dicrea SX 68	71.6	10.5	134
BP	Energol TC-S 68	68	8.5	98
ChevronTexaco (Caltex + FAMM)	Cetus PAO 68	68	10.3	138
Castrol	Aircol SR 68	68	10.5	142
ExxonMobil	Compressor Oil RS 68	67	10	135
	Rarus SHC 1026	66.8	10.4	144
	SHC 626	69.9	10.9	147
Shell	Corena AS 68	67.8	10.1	145
Total / Lubmarine	Barelf SM 68	73.8	11.4	147

LUBRICATING OILS FOR GOVERNOR / ACTUATOR

An oil of viscosity class SAE 30 or SAE 40 is suitable and usually the same oil can be used as in the engine. Turbocharger oil can also be used in the governor. In low ambient conditions it may be necessary to use a multigrade oil (e.g. SAE 5W-40) to get a good control during start-up. Oil change interval: 2000 service hours.

LUBRICATING OILS FOR STARTING MOTOR

According to starting motor manufacturer Tech Development Inc., the following lubricating greases are approved to be used.

LUBRICATING GREASES FOR STARTING MOTOR, TDI 45M and T50-P	
MANUFACTURER	BRAND NAME
NYE Lubricants	Rheolube 377AL

	© Wärtsilä Technology Oy Ab Finland	INSTALLATION MANUAL						
This doc is the property of Wärtsilä Technology and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.								
Subtitle Cooling Systems		Product 20, 32, 46, 64, 34SG, 32DF, 50DF	Made Appd.	09.10.1998 12.10.1998	KJi / HPH / Hanstén EFI / Fontell	Page 1 (4)	Document No 4V92A0765	Rev c
Revised date: 10.1.2003		Changed by: Kji /ILe		Approved by: VJn / Nurminen		D-message No.: 43058		

RAW WATER QUALITY, APPROVED COOLING WATER ADDITIVES AND TREATMENT SYSTEMS

FOR WÄRTSILÄ VASA 32, WÄRTSILÄ 20, WÄRTSILÄ 32, WÄRTSILÄ 46, WÄRTSILÄ 64, WÄRTSILÄ 32DF, WÄRTSILÄ 50DF AND WÄRTSILÄ 34SG ENGINE TYPES

RAW WATER QUALITY

Raw water quality to be used in the closed cooling water circuits of engines has to meet the following specification.

Property	Limit
pH	min. 6.5
Hardness	max. 10 °dH
Chlorides	max. 80 mg/l
Sulphates	max. 150 mg/l

APPROVED COOLING WATER ADDITIVES

Manufacturer	Additive name
S.A. Arteco N.V. Technologiepark-Zwijnaarde 2 B-9052 Ghent/Zwijnaarde, Belgium	Havoline XLi
GE Betz Europe Interleuvenlaan 25 B-3001 Heverlee, Belgium GE Betz 4636 Somerton Road Trevose PA 19053, United States	CorrShield NT 4293 CorrShield NT 4200
Drew Ameroid Marine Division Ashland Chemical Company One Drew Plaza Boonton, NJ 07005, USA	DEWT-NC powder Drewgard 4109 Liquidewt Maxigard Vecom CWT Diesel QC-2
Houseman Ltd The Priory, Burnham Slough SL1 7LS, UK	Cooltreat 651
Kuwait Petroleum (Danmark) AS Hummetoftvej 49 DK-2830 Virum, Denmark	Q8 Corrosion Inhibitor Long-Life

Manufacturer	Additive name
Maritech AB Box 143 S-29122 Kristianstad, Sweden	Marisol CW
Nalco Chemical Company One Nalco Centre Naperville, Illinois 60566-1024 USA	Nalco 39 (L) Nalcool 2000
Nalfleet Marine Chemicals PO Box 11 Winnington Avenue, Northwich Cheshire, CW8 4DX, UK	Nalcool 2000 Nalfleet EWT 9-108 Nalfleet CWT 9-131C
Rohm & Haas La Tour de Lyon 185, Rue de Bercy 75579 Paris, Cedex 12, France	RD11 RD11M RD25
RRS-Yhtiöt Pieksämäentie 398A 77570 Jäppilä, Finland	Korrostop KV
Tampereen Prosessi-Insinöörit Oy Keisarinviitta 22 33960 Pirkkala, Finland	Ruostop XM
Texaco Global Products, LLC 1111 Bagby Houston, TX 77002	Havoline XLi
TotalFinaElf Diamant B, 16, rue de la République 92922 Paris La Défense Cedex, France	WT Supra
Unitor ASA P.O. Box 300 Skøyen N-0212 Oslo, Norway	Dieselguard NB Rocor NB liquid Cooltreat AL
Vecom Holding BV PO Box 27 3140 AA Maassluis, The Netherlands	Vecom CWT Diesel QC-2

In order to prevent corrosion in the cooling water system, the instructions of right dosage and concentration of active corrosion inhibitors should always be followed. The information can be found in the table below.

Product designation	Dosage per 1 m ³ of system capacity	Concentration of active corrosion inhibitor
Corrshield NT 4293 CorrShield NT 4200	10 litres	670 – 1000 ppm as NO ₂
DEWT-NC powder	3 – 4.5 kg	1500 – 2250 ppm as NO ₂
Drewgard 4109	16 – 30 litres	640 – 1200 ppm as NO ₂
Liquidewt	8 – 12 litres	470 – 700 ppm as NO ₂
Maxigard	16 – 30 litres	640 – 1200 ppm as NO ₂
Cooltreat 651	5 litres	800 ppm as NO ₂

Product designation	Dosage per 1 m ³ of system capacity	Concentration of active corrosion inhibitor
Q8 Corrosion Inhibitor Long-Life	50 – 100 litres	1.6 - 3.2 w-% of active compounds measured with a supplier's refractometer
Maricol CW	8 – 16 litres	1000 – 2000 ppm as NO ₂
Nalco 39 (L)	16 - 36 litres	550 - 1200 ppm as NO ₂
Nalcool 2000	32 - 48 litres	1000 - 1500 ppm as NO ₂
Nalfleet EWT 9 - 108	2.2 - 3.4 litres	1000 - 1500 ppm as NO ₂
Nalfleet CWT 9 - 131C	8 - 12 litres	1000 - 1500 ppm as NO ₂
Korrostop KV	20 – 25 litres	120 - 150 ppm as Mo
RD11 (RD11M)	5 kg	1250 ppm as NO ₂
RD25	50 litres	710 ppm as Mo
Ruostop XM	20 litres	120 ppm as Mo
Havoline XLi	50 - 100 litres	1.6 - 3.2 w-% of active compounds measured with a supplier's refractometer
WT Supra	50 - 100 litres	1.6 - 3.2 w-% of active compounds measured with a supplier's refractometer
Dieselguard NB	2 - 4.8 kg	1500 ppm as NO ₂
Rocor NB Liquid	10 - 24 litres	1500 ppm as NO ₂
Cooltreat AL	50 – 100 litres	1.6 - 3.2 w-% of active compounds measured with a supplier's refractometer
Vecom CWT Diesel QC-2	6 - 10 litres	1500 - 2500 ppm as NO ₂

Note 1: For some products the recommended minimum and maximum limits are listed in the table above. Since the amount of active corrosion inhibitors, especially nitrites, is decreasing during the service of engines, the engine manufacturer recommends to start the dosage from the upper level.

Note 2: The nitrite content of nitrite-based cooling water additives tends to decrease in use. The risk of local corrosion increases substantially when nitrite content goes below the recommended limit.

APPROVED COOLING WATER TREATMENT SYSTEMS

ELYSATOR

As an alternative to the approved cooling water additives, the Elysator cooling water treatment system can also be used. The Elysator protects the engine from corrosion without any chemicals. It provides a cathodic/anodic protection to engine's cooling water system by letting magnesium anodes corrode instead of the engine itself. Raw water quality specification is the same as in connection with cooling water additives. More information in document 4V92A1322.

The Elysator can be a sensible alternative in installations where the environmental factors are considered important.

The installation, operation and maintenance instructions of the manufacturer should always be followed. The contact information can be found in the table below.

Supplier	Treatment system
International Watertreatment Maritime AS N-3470 Slemmestad Norway	Elysator

03. Пуск, остановка и работа

03.1

Пуск

Перед запуском двигателя выполнить следующие проверки:

- правильность уровня смазочного масла,
- рабочее состояние топливной системы (нормальный подогрев и давление, достаточная предварительная циркуляция для прогрева инжекторных топливных насосов),
- рабочее состояние обеих систем водяного охлаждения, контуры ХВ и ГВ (нормальное давление, достаточный для прогрева двигателя нагрев и циркуляция воды),
- правильность уровня масла в регуляторе и турбонагнетателе,
- давление пускового воздуха превышает 7,5 бар,
- из системы пускового воздуха был слит конденсат,
- из топливной системы и системы водяного охлаждения полностью удален воздух,
- напряжение на SPAMOS, чтобы убедиться, что не выдается предупредительный сигнал,
- если двигатель не прогреет, перед подачей полной нагрузки он должен поработать в течение 15 минут.

Перед запуском двигателя должны быть смонтированы все крышки и защитные кожухи. Крышки можно иногда снимать только с целью замеров и проверок, после чего их следует немедленно устанавливать на место.

Внимание! Никогда не снимайте крышки, когда двигатель работает.

03.1.1 Ручной пуск

1 Включить масляный насос предварительной смазки для достижения давления смазочного масла ок. 0,5 бар. Обычно, когда двигатель остановлен, насос предварительной смазки работает (переключение в автоматический режим). В этом режиме насос предварительной смазки автоматически выключается по достижении двигателем 300 об/мин.

2 Провернуть на два оборота коленвал или направить пусковой воздух на двигатель на несколько оборотов, удерживая рычаг останова в положении "стоп" и индикаторные клапаны в открытом положении. Таким образом исключается опасность водяных затворов. После этого закрыть индикаторные клапаны.

3 Отсоединить валоповоротное устройство от маховика.

- 4** Проверить, чтобы рычаг остановки был в рабочем положении, открыть клапан пускового воздуха, закрыть продувной клапан, когда весь конденсат будет слит.
- 5** Нажимать на кнопку пуска, пока не начнутся вспышки в двигателе. Если двигатель не запустится через 2 – 3 секунды, необходимо установить причину.
- 6** Повторная попытка пуска автоматически блокируется посредством реле времени до тех пор, пока двигатель полностью не остановится.
- 7** После запуска проверить, чтобы значения температуры и давления были в норме.

03.1.2 Дистанционный и автоматический пуск

Если двигатель простаивал в течение периода больше, чем неделя, первый пуск должен выполняться вручную согласно пункту 1.

Двигатели с автоматическим запуском должны проверяться еженедельно.

1 При дистанционном пуске двигателя вначале запустить насос предварительной смазки. Обычно для индикации работы насоса служит сигнальная лампа. Двигатель может быть запущен, когда указатель давления масла покажет давление около 0,5 бар.

На двигателях с системой автоматического запуска насос предварительной смазки работает постоянно, таким образом постоянно поддерживая готовность двигателя к пуску. Не реже чем через день проверять работу насоса.

2 Нажать кнопку дистанционного пуска двигателя с дистанционным управлением. Будет подано напряжение на электромагнитный клапан, расположенный на двигателе, который направляет пусковой воздух на двигатель. Нажимать кнопку пуска достаточно долго (2 – 3 сек), чтобы запустить двигатель. Для контроля запуска служит дистанционный тахометр или сигнальная лампа, показывающая, что двигатель работает. В некоторых случаях дистанционное управление автоматизировано таким образом, что при нажатии кнопки запускается насос предварительной смазки, и после увеличения давления масла (примерно до 0,5 бар) автоматически запускается двигатель. Если во внешней системе управления предусмотрена возможность многократных попыток в случае неудачного пуска, время между отдельными попытками пуска должно быть достаточным для того, чтобы обеспечить полную остановку двигателя. Это время обычно составляет около 30 секунд, но в каждом конкретном случае должно уточняться. Число попыток автоматического пуска должно быть ограничено, чтобы сохранить некоторый резерв в баллонах пускового воздуха.

3 Когда двигатель наберет заранее определенные обороты, вспомогательное реле, напряжение на которое подается с передатчика дистанционного тахометра, разорвет цепь запуска, и электромагнитный клапан пускового воздуха закроется. Одновременно с этим выключится питание насоса предварительной смазки, таким образом останавливая насос во время работы двигателя. На некоторых установках насос предварительной смазки продолжает работать, когда двигатель работает на малых оборотах, чтобы помогать масляному насосу с приводом от двигателя поддерживать давление масла. Через определенный промежуток времени (10 – 30 сек) автоматически подключатся системы сигнализации, дистанционной остановки и контроля оборотов.

03.2

Остановка

03.2.1 Общая информация

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

Осторожно! При капитальном ремонте двигателя внимательно проверить, чтобы переключатель готовности/блокировки находился в положении "блокировка", а насос предварительной смазки отключен.

1 Выдержать двигатель на холостых оборотах в течение 1 минуты перед остановкой.

2 Закрыть отсечной клапан пускового воздуха, расположенный перед клапаном регулировки давления.

3 Нажать кнопку **STOP** (СТОП) или переместить рычаг остановки в положение **STOP**. Во время снижения оборотов могут быть проявиться звуки, свидетельствующие о возможных нарушениях функционирования.

Если необходимо остановить двигатель на продолжительное время:

4 Убедиться в том, что индикаторные клапаны закрыты, см. раздел 12.4. Рекомендуется также закрыть отверстие выхлопной трубы, чтобы предотвратить попадание воды в цилиндры через выхлопной патрубок.

5 Через день заполнять масляную систему остановленного двигателя, включая насос предварительной смазки. Одновременно с этим изменить положение коленвала. Таким образом снижается риск коррозии шеек вала и подшипников, если двигатель подвергается воздействию вибрации.

6 Еженедельно прокручивать двигатель пневматическим стартером с открытыми индикаторными клапанами и выполнять запуск, чтобы убедиться в его исправности.

03.2.2 Дистанционная остановка

1 Двигатели со встроенным циркуляционным водяным насосом: Двигатель не должен работать на холостых оборотах перед остановкой дольше 3 – 5 минут.

2 Нажать кнопку остановки на пульте дистанционного управления. При этом на отсечной электромагнитный клапан, установленный на регуляторе, будет на определенное время подано напряжение, и управляющая рейка инжекторных насосов переместится в положение остановки. Время подачи напряжения на соленоид клапана устанавливается так, чтобы соленоид работал до полной остановки двигателя (20 – 50 сек). В течение этого времени повторный пуск двигателя невозможен. По истечении заданного времени отсечной электромагнитный клапан возвратится в свое исходное положение.

3 Когда двигатель остановится и обороты упадут ниже определенного предела, будут отключены системы сигнализации, дистанционной остановки и управления, а сигнальная лампа индикатора работы двигателя погаснет. На двигателях, оборудованных автоматическими насосами предварительной смазки, одновременно с этим будут запущены насосы.

03.2.3 Автоматическая остановка

При подаче напряжения на электромагнитный отсечной клапан с системы автоматической остановки в результате какого-либо нарушения, двигатель будет остановлен так же, как при дистанционной остановке. Перед этим с устройства сигнализации обычно выдается предупредительный сигнал, указывающий на причину остановки.

Если двигатель останавливается из-за превышения оборотов, мог сработать электро-пневматический предельный выключатель.

03.3

Обслуживание при нормальной эксплуатации

Если достигнут аварийный предел и срабатывает сигнализация, то состояние двигателя уже серьезное. Необходимо предпринять все возможные меры для того, чтобы устранить аварийную ситуацию и вернуть двигатель в нормальное рабочее состояние. Поскольку неправильная работа двигателя может привести к повреждениям, следует приложить все усилия, чтобы восстановить нормальную работу, а не ждать автоматического отключения двигателя.

03.3.1 Через день либо через каждые 50 часов работы

1 Считать показания всех указателей температуры и давления, а также нагрузки двигателя. Сравнить полученные показания с соответствующими значениями нагрузки и оборотов в протоколе приемо-сдаточных испытаний и графиками. Нормативные значения указаны в главе 01.

- Если разница между значениями температуры выхлопных газов на разных цилиндрах больше 70°C при нагрузке выше 25%, следует установить причину этого.
- Температура нагнетаемого воздуха, в принципе, должна быть по возможности низкой при нагрузке выше 80%, однако, не настолько низкой, чтобы происходила конденсация. См. главу 03, Рис 03-1. При нагрузке ниже 25% рекомендуется обеспечивать температуру нагнетаемого воздуха по возможности высокой.

2 Проверить индикатор перепада давления на топливных фильтрах, если он установлен. Если перепад давления на топливных фильтрах возрастает, давление в системе падает. Слишком низкое давление (ниже чем 0,5 бар) снижает мощность двигателя и может вызывать неравномерность распределения нагрузки между цилиндрами (опасность поломки!). Слишком высокий перепад давления может также привести к деформации фильтрующих элементов (опасность заклинивания инжекторных насосов).

3 Проверить перепад давления на масляных фильтрах. Слишком большой перепад указывает на засорение фильтрующих элементов, что приводит к уменьшению фильтрации при открытом перепускном клапане. Уменьшение фильтрации масла вызывает повышенный износ. Прочистить фильтры и, если это не помогает, заменить фильтрующие элементы.

4 Проверить уровень масла в картере/масляном баке. Оценить внешний вид и консистенцию масла. Простая проверка содержания воды: капнуть маслом на горячую поверхность (около 150°C), например, на горячую пластину. Если капля ведет себя «спокойно», в ней нет воды, а если она «шипит», в ней есть вода. Восполнить расход масла добавлением не более 10% свежего масла за один прием.

5 Убедиться в том, что работает вентиляция (удаление воздуха) из системы циркуляции воды двигателя (расширительного бака). Убедиться в отсутствии чрезмерного подтекания из контрольного отверстия циркуляционных водяных насосов.

6 Проверить количество вытекающего топлива из дренажных труб.

7 Проверить, чтобы дренажные трубы воздухоохладителей были открыты.

8 Проверить, чтобы контрольные отверстия маслоохладителей и охладителей циркулирующей воды были открыты.

9 Прочистить компрессорную сторону турбонагнетателя впрыскиванием воды. См. руководство по эксплуатации турбонагнетателя.

10 Слить из расходного бака воду и осадок, при наличии, и слить водоотстойник пускового воздуха.

11 Судовые двигатели (главные и вспомогательные двигатели): на остановленном двигателе выполнить предварительную смазку и повернуть коленвал в другое положение. Таким образом снижается опасность повреждения коленвала и подшипников под воздействием вибрации.

Конденсация в охладителях нагнетаемого воздуха

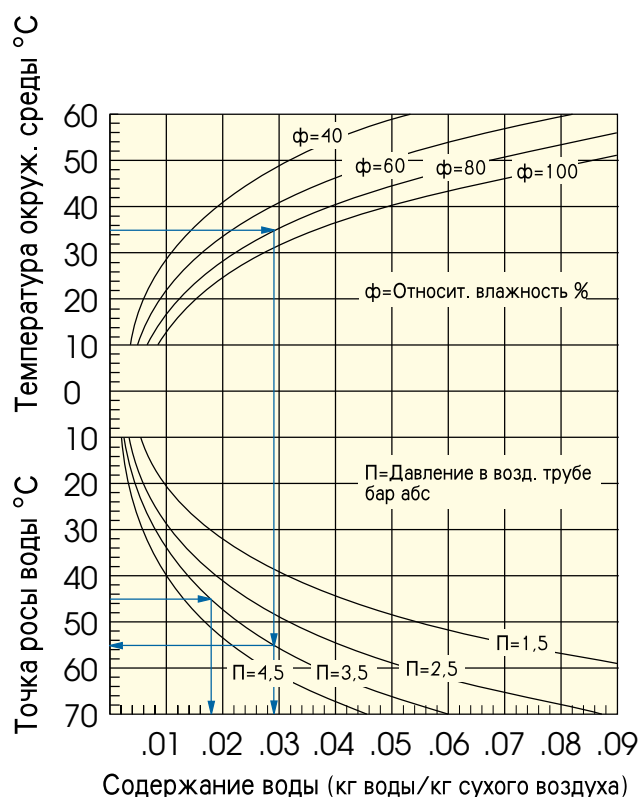


Рис 03-1

320352R8930

Пример: При температуре окружающего воздуха 35°C и относительной влажности 80% содержание воды может быть получено по графику (0,029 кг воды на 1 кг сухого воздуха). Если давление в воздушном патрубке (давление воздухоприемника) при этих условиях равно 2,5 бар, т.е. абсолютное давление воздуха в воздушном патрубке около 3,5 бар (давление окружающего воздуха + давление воздуха в воздушном патрубке), точка росы будет равна 55°C (по графику). Если температура воздуха в воздушном патрубке всего лишь 45°C, воздух может содержать не более 0,018 кг/кг (по графику). Разница, 0,011 кг/кг (0,029 – 0,018) выпадет в виде водяного конденсата.

03.3.2 Через неделю или через каждые 250 часов работы

1 Очистить центробежные масляные фильтры. Если отложения имеют толщину больше 8 мм, сократить интервал очистки, чтобы обеспечить эффективность фильтрования. Максимально допустимая толщина отложений составляет 16 мм.

2 Содержать рейки инжекторного насоса в чистоте (очищать от липких отложений), проверить, чтобы детали системы управления подачей топлива перемещались свободно. Это должно выполняться на остановленном двигателе.

3 Очистить турбинную сторону турбонагнетателя посредством впрыскивания воды. См. главу 15 и руководство по эксплуатации турбонагнетателя.

03.3.3 Раз в месяц либо через каждые 500 часов работы

1 Проверить содержание присадок в циркулирующей охлаждающей жидкости.

2 Проверить давление на цилиндрах. Одновременно с этим обратить внимание на нагрузку двигателя (положением индикатора нагрузки на рейках инжекторных насосов точно указывается нагрузка двигателя).

Внимание! Измерение давления на цилиндрах без одновременной регистрации нагрузки двигателя практически бесполезно.

3 Проверить работу системы охлаждения.

03.3.4 При проведении техобслуживания

1 Зарегистрировать следующие операции и рабочие часы в журнале двигателя:

- отбор пробы смазочного масла (запишите также число часов, отработанных маслом). Результаты анализов масла без указания числа отработанных часов имеют ограниченную ценность (позволяют оценить лишь общую пригодность масла для дальнейшей работы).
- замены смазочного масла
- очистка центробежных масляных фильтров
- замена кассет масляных и топливных фильтров
- замена деталей в связи с техобслуживанием, согласно главе 04.

03.3.5 Общая информация

1 Не существует никакой аппаратуры автоматического наблюдения или контроля, которая смогла бы заменить наблюдения и контроль, выполняемые опытным инженером. НАБЛЮДАЙТЕ и ПРОСЛУШИВАЙТЕ двигатель!

2 Сильный прорыв газа через поршни – это наиболее опасное событие, которое может произойти на дизельном двигателе. Если предполагается прорыв газа (например, по внезапному росту расхода смазочного масла), проверить давление в картере. Если давление превышает 45 мм водяного столба, проверить систему вентиляции картера, если она в порядке, извлечь поршни!

3 Работа при нагрузке ниже 20% номинальной мощности при использовании тяжелого топлива должна ограничиваться максимум 100 часами путем повышения нагрузки свыше 70% номинального значения на один час перед тем, как продолжить работу при низкой нагрузке или остановить двигатель. Непрерывная работа на судовом дизельном топливе при нагрузке ниже 10% номинальной мощности должна ограничиваться максимум 100 часами путем повышения нагрузки свыше 70% номинального значения на один час перед тем, как продолжить работу при низкой нагрузке или остановить двигатель.

Работа двигателя на холостом ходу (выключено сцепление главного двигателя, отключен генераторный агрегат) должна быть строго ограничена.

03.4

Пуск после длительного простоя (более 8 часов)

03.4.1 Ручной пуск

1 Проверить

- уровень смазочного масла,
- уровень циркулирующей охлаждающей воды в расширительном баке,
- подачу сырой воды к теплообменникам,
- уровень топлива в расходном баке (удаление воздуха из топливной системы – это трудоемкая и длительная работа, если питающий насос всосал воздух!),
- давление пускового воздуха,
- свободное перемещение системы управления подачей топлива и реек инжекторного насоса. В противном случае возникает опасность заброса оборотов.

2 Соблюдать все пункты раздела 03.1.1. Чем дольше простой двигателя, тем большее значение имеет пункт 2.

3 Удалить воздух из масляных и топливных фильтров.

4 После запуска проверить, чтобы значения давления и температуры достигли нормального уровня.

03.5

Пуск после разборки/сборки двигателя

1 Проверить, чтобы соединение между регулятором оборотов и инжекторными насосами было выполнено правильно (особенно положение рейки инжекторного насоса) и не заедает, а также что все соединения надежно законтрены, а рейки инжекторных насосов свободно перемещаются в насосах.

2 Вручную привести в действие соленоид предельного выключателя. Убедиться в том, что все рейки инжекторных насосов переместились не более чем на 5 мм.

3 Если инжекторные насосы, распредвал или его приводной механизм были затронуты, проверить фазы газораспределения. Если затрагивались распредвал или его приводной механизм, проверить синхронизацию клапанов по крайней мере на одном цилиндре.

- 4** Проверить систему охлаждения, на отсутствие утечки, особенно:
 - в нижней части гильз цилиндров
 - в охладителе масла
 - в охладителе нагнетаемого воздуха
- 5** Проверить/отрегулировать клапанные зазоры. Нормативные значения см. в главе 06.
- 6** Удалить воздух из топливной системы, если она вскрывалась.
- 7** Включить пусковой насос. Удалить воздух из масляных фильтров. Убедиться в том, что смазочное масло выступило из всех подшипников и смазочных форсунок, из выхода охлаждающего масла поршня и из клапанного механизма. Проверить, чтобы не было утечки из соединений труб внутри и снаружи двигателя.

Внимание! Имейте ввиду, что для того, чтобы прогнать масло через все шатуны и траверсы клапанов, 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. указания в главе 03, разделах 03.1 и 03.4 при запуске.

03.6

Наблюдение за работой двигателя после переборки

- 1** При первом пуске внимательно прислушиваться к возможным резким звукам. При любом подозрении немедленно остановить двигатель, если же все в порядке, остановить двигатель через 5 минут работы на холостом ходу при номинальных оборотах. Проверить как минимум температуру коренных подшипников и подшипников нижних головок шатунов, а также всех подшипников, которые вскрывались.
Если все в порядке, снова запустить двигатель.
- 2** Проверить на отсутствие утечки газа, воды, топлива и смазочного масла. Особенно внимательно осмотреть топливопроводы, инжекторные насосы и инжекторные клапаны. Следить за количеством масла, выходящего из подтекающих труб!

3 После ремонта особую важность имеют следующие операции:

- проверить указатели давления и температуры,
- проверить устройства автоматической сигнализации и остановки,
- проверить перепады давления на топливном и масляном фильтрах,
- проверить уровень масла в масляном поддоне/масляном баке; оценить состояние масла,
- проверить вентиляцию системы циркуляции воды двигателя,
- проверить количество вытекающего топлива,
- проверить глухие отверстия охладителей,
- проверить содержание присадок в охлаждающей жидкости,
- проверить давление на цилиндрах,
- прислушаться к резким звукам,
- проверить давление в картере,
- удалить воздух из фильтров.

03.7

Обкатка

1 После капремонта поршня выполнить программу "А" на Рис 03-2 по возможности точно. Поршневые кольца сдвинулись в новые положения, и требуется некоторое время, чтобы они снова притерлись. Если выполнить программу невозможно, не нагружать полностью двигатель по крайней мере в течение 4 часов.

2 После замены поршневых колец, поршней или гильз цилиндров, после хонингования гильз цилиндров выполнить программу "В" на Рис 03-2 как можно точнее.

Если выполнить программу невозможно, не нагружать полностью двигатель по крайней мере в течение 10 часов.

Не производить обкатку при постоянной низкой нагрузке!

Важно менять нагрузку несколько раз. Кольцевая канавка будет иметь различный угол наклона на различных стадиях нагрузки, в результате чего поршневое кольцо будет по-разному прилегать к гильзе цилиндра.

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

Программа обкатки



Рис 03-2

320351R9320

04. График техобслуживания

04.1

Общая информация

Потребность в техническом обслуживании двигателя в основном зависит от условий эксплуатации. Периоды, указанные в этом графике, являются ориентировочными, но их нельзя превышать в течение гарантийного срока. При использовании дизельного или смешанного топлива сравнительно хорошего качества можно значительно удлинить указанные ориентировочные периоды в зависимости от нагрузки двигателя. См. также инструкции турбоагрегата и регулятора частоты вращения, отдельные инструкции комплектующего оборудования, а также раздел 03.

- 1** Прежде чем выполнять какие-либо действия, внимательно прочитайте соответствующий раздел Руководства.
- 2** Выполняйте правила техники безопасности, приведенные в главе 00A.
- 3** Выполняйте правила охраны окружающей среды, приведенные в главе 02A.
- 4** При выполнении всех операций техобслуживания, соблюдайте максимальную чистоту и порядок.
- 5** Перед демонтажом убедитесь в том, что из всех затрагиваемых систем слиты жидкости и сброшено давление. После демонтажа немедленно закройте отверстия для смазочного масла, топлива и воздуха, используя для этого ленту, пробки, чистую ткань и т.п.
- 6** При замене какой-либо изношенной или поврежденной детали, снабженной идентификационной меткой, указывающей номер цилиндра или подшипника, на новой детали в том же месте нужно нанести тот же самый номер. О каждой замене в журнал учета следует внести соответствующую запись с четким указанием причины.
- 7** Заменяйте все прокладки, уплотнительные кольца и сальники при всех операциях техобслуживания.
- 8** После монтажа проверьте затяжку всех винтов и гаек и их фиксацию, если она требуется.

Осторожно!

При разборке двигателя для осмотра убедиться в том, что система автоматического пуска и насос предварительной смазки отсоединены. Убедиться также в том, что отсечной клапан пускового воздуха, установленный перед главным пусковым клапаном, закрыт. В противном случае есть опасность повреждения двигателя и/или травм.

04.1.1 Как выбрать установку и качество топлива

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	50	50 – 100
Натрий, перед двигателем	мг/кг	30	30
Алюминий + кремний	мг/кг	30	30 – 80
Алюминий + кремний, перед двигателем	мг/кг	15	15
Коксовый остаток по Конрад-сону	масс. %	15	15 – 22
Асфальтены	масс. %	8	8 – 14
CCAI		850	850 – 870

Внимание!

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

04.2	Через день, независимо от того, работал ли двигатель	
Автоматическая предварительная смазка	Проверить функционирование	03.1.2 18.9
Коленвал	Судовой двигатель: На неработающем двигателе повернуть коленчатый вал в новое положение	

04.3	Раз в неделю, независимо от того, работал ли двигатель	
Процедура пуска	Выполнить контрольный пуск (если двигатель находится в режиме готовности).	03.1

04.4	Интервал: 50 часов работы	
Воздушный охладитель	Проверить дренаж воздушного охладителя Проверить, чтобы дренажная труба была открыта, проверить на отсутствие течи.	15.2.1 03.3.1
Система охлаждения	Проверить уровень воды в системе охлаждения Проверить уровень воды в расширительном баке (баках) и/или статическое давление в контурах охлаждения двигателя.	19.1.3
Шатун	Проверить затяжку шпилек шатуна Проверить затяжку шпилек шатуна после первых 50 часов работы на новом двигателе и после капремонта – те шпильки, которые откручивались.	11.4.5 07.
Топливные и масл. фильтры	Проверить индикаторы падения давления Заменить фильтрующие элементы, если перепад давления слишком велик.	17.2 03.3.1 23.1.4
Измерительные приборы и индикаторы	Снимать показания Считать и записать (использовать форму № WV98V009) показания всех указателей температуры и давления, а также нагрузку двигателя в этот момент.	03.3.1
Регулятор, пускатель	Проверить уровень масла в регуляторе Проверить уровень масла и наличие утечки	
Система инъекции и топливная система	Проверить количество подтекающего топлива Проверить количество подтекающего топлива из инжекторных насосов и форсунок.	03.3.1 17.
Масляный поддон	Проверить уровень масла в масляном поддоне Проверить уровень масла с помощью щупа масломера, восполнить потери.	18.2 02.2
Коренные подшипники	Проверить затяжку шпилек коренных подшипников Проверить затяжку шпилек коренных подшипников после первых 50 часов работы на новом двигателе и после капремонта — те шпильки которые откручивались.	10.4 07.
Турбонагнетатель	Промывка компрессора водой Промыть компрессор впрыскиванием воды.	15.1.5
Клапанный механизм	Проверка зазоров клапанов Проверить зазоры клапанов после первых 50 часов обкатки нового или перебранного двигателя.	12.2.4 06.1

04.5	Период: Через каждые 100 часов работы.	
Турбонагнетатель	Промывка турбины водой Очистить турбину впрыскиванием воды; регулировать в зависимости от работы.	15.1.3

04.6	Интервал: 250 часов работы	
Центробежный фильтр	Очистить центробежный фильтр При необходимости, очищать чаще. Не забыть открыть клапан после очистки.	18.8
Механизм управления	Обслуживание механизма управления Проверить легкость перемещения, очистить и смазать.	22.2
Смазочное масло	Отбор пробы	Продолжение

04.6	Интервал: 250 часов работы	
	На новой установке или после перехода на масло новой марки отобрать пробы для анализа.	02.2.3

04.7	Интервал: 500 часов работы	
Циркуляционная вода	Проверка качества воды Проверить содержание присадок.	02.3.3
Давление в цилиндре	Проверить давление в цилиндрах Записать давления сгорания по цилиндрам.	03.3.3
Турбонагнетатели Турбонагнетатель TPS	Промыть фильтрующее кольцо на глушителе фильтра После пятикратной промывки или 3000 часов наработки заменить на новое	15.1.2

04.8	Интервал: 1 000 часов работы	
Автоматика	Проверка функционирования автоматики Проверить работу устройств аварийной сигнализации и автоматической остановки.	23.1.5 01.2
Топливный фильтр	Замена кассет топливного фильтра Очистить сетку и корпус фильтра. Заменить фильтрующие элементы. (Элементы заменять, когда показание индикатора перепада давления превышает допустимую величину.)	17.1 17.2
Смазочное масло	Замена масла Заменить масло на новой установке (установки с мокрым картером). Отобрать пробы для анализа. Если результаты анализа положительные, и поставщик масла или изготовитель двигателя это рекомендует, интервалы замены могут постепенно увеличиваться каждый раз на 500 часов наработки. При замене масла очистить все масляные полости.	18.2 02.2.3
Клапаны	Проверить состояние клапанов Проверить зазоры клапанов. Проверить герметичность цилиндров (клапанов, поршневых колец) с помощью сжатого воздуха. Проверить подвижность впускных и выпускных клапанов в своих направляющих, лучше всего через несколько часов после остановки.	12.2.4 06.1 12A

04.9	Интервал: 2000 часов работы	
Охладитель нагнетаемого воздуха	Проверить водяную сторону охладителя нагнетаемого воздуха Первая проверка и возможная очистка водяной стороны. Если состояние нормальное и отложения незначительные: дальнейшие интервалы 4000 часов работы.	15.2.1
Измерительные приборы	Проверить измерительные приборы Проверить манометры и термометры. Заменить неисправные.	23.
Регулятор	Замена масла в регуляторе Заменить смазочное масло.	02.2.4 22.4
Инжекторные клапаны	Проверить форсунки	16.4.3

Продолжение

	Проверить давление открытия. Демонтировать и очистить форсунки. Проверить рабочий подъем иглы. Проверить пружины. Заменить уплотнительные кольца.	
Предельный выключатель	Проверить функционирование предельного выключателя Проверить функционирование и предельную частоту вращения	22.3.3

04.10	Интервал: 4000 часов работы	
Воздушный охладитель	Очистить охладитель нагнетаемого воздуха Очистить воздушную и водяную стороны охладителя нагнетаемого воздуха и выполнить его испытание сжатым воздухом. Тщательно осмотреть на предмет отсутствия коррозии.	15.2.1
Автоматика	Проверка штепселей и кабелей Проверить крепление и подсоединение. Визуально осмотреть все кабели и заменить поврежденные.	23.
Распредвал	Осмотр контактных поверхностей распредвала Проверить контактные поверхности кулачков и направляющих роликов. Проверить, чтобы ролики вращались. Провернуть двигатель с помощью механизма проворачивания.	
Механизм управления	Проверка механизма управления Проверить износ всех соединительных звеньев между регулятором и всеми инжекторными насосами.	22.2
Коленвал	Проверка центровки коленвала Проверить центровку, использовать форму № WV98V036. Проверку центровки выполнять на прогревом двигателе.	11.1.3
Гильзы цилиндров	Осмотр рубашек охлаждения Вынуть одну гильзу цилиндра. Если отложения толще чем 1 мм, очистить все гильзы и водяную полость блока цилиндров. Принять меры по улучшению обработки воды.	02.3 10.6
Коллектор выхлопных газов	Проверить гайки фланцевых соединений Затянуть ослабленные гайки.	
Охладители машинного масла	Очистите охладитель машинного масла Если температура смазочного масла перед двигателем находится в пределах нормальных рабочих значений (раздел 01.1), интервал замены можно увеличить. Следует избегать открытия охладителя без необходимости. Очищать масляный охладитель, не дожидаясь, пока будет достигнут предел для выдачи предупредительного сигнала. Тщательно осмотреть на предмет коррозии.	18.5
Автоматический масляный фильтр	Осмотреть масляные свечевые фильтры При необходимости заменить изношенные детали и очистить свечевые фильтры. Не допускается механическая чистка.	18.7.2.1
Форсунки	Проверить состояние форсунок с помощью испытательного насоса Рекомендация: Заменить форсунки на новые	16.4.3
Турбоагнетатель	Очистка и проверка При необходимости механически очистить компрессор и турбину. Осмотреть водяные каналы турбоагнетателя на наличие отложений и очистить, если толщина отложений превышает 1 мм.	15.1.2 19.2
Турбоагнетатель	Проверить сопловое кольцо	15.1.3

04.11	Интервал: 8000 часов работы	
Балансировочный вал	Проверить подшипник балансировочного вала Вынуть одну втулку для осмотра. Если она в плохом состоянии, проверить остальные. При необходимости заменить.	Приложение 11.
Привод распредвала	Осмотреть привод распредвала Проверить зазоры и свободный ход. При необходимости заменить детали.	13.
Ведущая шестерня регулятора	Проверка ведущей шестерни регулятора. При необходимости заменить детали.	22.4
Насос ГВ	Осмотр насоса горячей воды Демонтировать и проверить. Заменить изношенные детали. Проверить окружной зазор.	19.3
Привод насоса ГВ	Проверка привода насоса ГВ При необходимости заменить детали. Проверить окружной зазор.	19.3
Терморегулирующий клапан ГВ	Очистка и проверка терморегулирующего клапана ГВ Очистить и проверить терморегулирующий элемент, корпус конуса клапана и уплотнения.	19.4
Регулирующий водяной клапан ХВ	Очистить и проверить регулирующий клапан ХВ Очистить и проверить корпус конуса клапана и уплотнения. Проверить функционирование клапана.	19.4
Насос ХВ	Проверка насоса ХВ Демонтировать и проверить. Заменить изношенные детали. Проверить окружной зазор.	19.3
Привод насоса ХВ	Проверка привода насоса ХВ При необходимости заменить детали. Проверить окружной зазор.	19.3
Масляный насос	Осмотреть масляный насос Демонтировать и проверить. Заменить изношенные детали. Проверить окружной зазор.	18.3
Привод масляного насоса	Осмотреть привод масляного насоса При необходимости заменить детали. Проверить окружной зазор.	18.3
Масляный терморегулирующий клапан	Очистка и проверка масляного терморегулирующего клапана Очистить и проверить терморегулирующий элемент, корпус конуса клапана и уплотнения.	18.6

04.12	Интервал: 8 000 – 12 000 часов работы	
Автоматический масляный фильтр	Заменить масляные свечевые фильтры Слить масло из корпуса фильтра. Очистить проволочную сетку. Заменить свечевые фильтры.	18.7 18.7.2.1

Топливо	Интервалы между ремонтами	
	Средняя нагрузка > 75 %	Средняя нагрузка < 75 %
HFO 2	8000	10000
HFO 1	12000	14000
DO	16000	20 000

04.13	Интервал: (8 000 - 20 000) См. таблицу выше	
Шатун	Осмотреть подшипники нижней головки шатуна При необходимости заменить подшипники. Осмотреть зазубренности на соприкасающихся поверхностях. Проверить подшипник верхней головки шатуна (выборочно). Измерить диаметр отверстий нижней и верхней головок шатуна.	11.4.3
Коленвал	Проверка зазора упорного подшипника Проверить осевой зазор.	10.5.3
Головки цилиндров	Ремонт головки цилиндра Демонтировать и очистить внутреннюю сторону, впускной и выпускной клапаны и каналы. Осмотреть охлаждаемые поверхности и при необходимости очистить. Отшлифовать клапаны (часто достаточно ручной притирки). Осмотреть вращатели клапанов. Заменить уплотнительные кольца направляющих клапанов.	12.
Гильзы цилиндров	Проверка гильз цилиндров Измерить диаметр отверстия, пользуясь формой № 2010V002, заменить гильзу, если превышен максимально допустимый износ. Выполнить хонингование гильз. Заменить противополлирующее кольцо.	10.6
Гильзы цилиндров	Проверка водяной стороны гильзы цилиндра Вынуть одну гильзу цилиндра. Если отложения толще 1 мм, очистить все гильзы и водяные полости блока цилиндров. Заменить уплотнительные кольца в нижней части на новые при каждом капремонте.	19.2 10.6
Инжекторные насосы	Переборка инжекторных насосов Очистить и проверить инжекторные насосы, заменить изношенные детали. Заменить все уплотнительные кольца. Проверить противокавитационные пробки, при необходимости заменить.	16.2
Поршни	Проверка поршней Демонтировать один поршень составного типа для осмотра соприкасающихся поверхностей между юбкой и головкой поршня. Проверить и очистить масляные полости. При необходимости повторить процедуру с остальными поршнями.	11.4.4
Поршень, поршневые кольца	Проверка поршней и поршневых колец Вынуть, осмотреть и очистить. Проверить глубину канавок под кольца. Проверить стопорные кольца поршневых пальцев. Заменить полностью комплект поршневых колец. Обратит внимание на программу обкатки.	11.4.3
Коренные подшипники	Осмотреть вкладыши одного коренного подшипника При необходимости заменить все вкладыши подшипников	10.4.2
Турбоагнетатель Турбоагнетатели TPS	Осмотреть радиальные подшипники турбоагнетателя При необходимости, заменить подшипники. См. инструкции изготовителя.	15.1.2

04.14	Интервал: 16000 часов работы	
Шатуны	Осмотреть подшипники верхних головок шатунов При необходимости заменить.	11.4.4 06.2
Насос подачи топлива	Осмотреть насос подачи топлива. Выполнить общий капремонт и заменить прокладки.	17.5
Привод регулятора	Проверить подшипник привода регулятора Проверить зазор подшипника ведущего вала регулятора на месте.	22.4 06.2
Насос предварительной смазки	Осмотреть электрический насос предварительной смазки Выполнить общий капремонт и заменить прокладки.	18.9
Гаситель вибрации	Демонтировать и проверить. См. инструкции изготовителя.	11.1
Вязкостный гаситель вибрации	Отбор пробы масла из гасителя вибрации Отобрать пробу масла для анализа.	11.1

Топливо	Интервалы между ремонтами	
	Средняя нагрузка > 75 %	Средняя нагрузка < 75 %
-	16000	20 000

04.15	Интервал: (16 000 - 20 000) См. таблицу выше	
Распредвал	Проверка подшипников распредвала При необходимости заменить.	14.1.3.2 06.2
Клапанный механизм	Проверить подшипники клапанного механизма Проверить толкатели и коромысла.	14.1.3.2 06.2

04.16	Период: Через каждые 24000 часов работы	
Шатун	Замена болтов шатуна Заменить болты шатунов новыми не позднее, чем через 24 000 ч.	11.4.5
Муфта Гибкое соединение	Проверка гибкого соединения Демонтировать и проверить гибкое соединение согласно рекомендациям изготовителя.	
Коленвал	Проверка коленвала Осмотреть опорные поверхности коленвала. Измерить диаметр и овальность шейки коленвала.	06.2
Болты крепления двигателя	Проверка затяжки болтов крепления двигателя При необходимости заменить.	07.3
Станина двигателя Гибкое крепление	Проверить гибкие элементы станины двигателя При необходимости заменить.	
Регулятор	Проверка функционирования и корректировки регулятора Заменить изношенные детали.	
Предельный выключатель Электропневматический	Общий капремонт предельного выключателя Проверить срабатывание и предельное число оборотов.	22.5 22.5.3
Турбонагнетатель Турбонагнетатели TPS	Заменить подшипники в турбонагнетателе См. инструкции изготовителя.	15.1.2

04.17	Интервал: 48000 часов работы	
Турбонагнетатель	Замена ротора См. инструкции изготовителя.	15.1.2

04.18	Интервал: 64 000 часов работы	
Двигатель	Общий капремонт	

05.Рабочий инструмент

05.1 Общие сведения

Для технического обслуживания двигателя требуется некоторый специальный рабочий инструмент, разработанный в процессе разработки самого двигателя. Часть этого инструмента входит в объем поставки двигателя, а остальные можно заказать через пункты техобслуживания или прямо у изготовителя двигателя.

Требования к рабочему инструменту могут широко варьироваться по установкам, в зависимости от применения и района плавания. Поэтому стандартные комплекты рабочего инструмента собраны с учетом основных требований.

Нижеследующий перечень дает охватывающий ассортимент инструмента для двигателя Wärtsilä 20.

Рабочий инструмент приведен в комплектах с целью облегчения выбора подходящего инструмента для определенной операции работы по техобслуживанию. Это значительно упрощает работу эксплуатационника.

05.1.1.Использование данного перечня

- 1** Изучить соответствующую позицию данной инструкции, перед тем как приступить к какой-либо работе.
- 2** Проверить с помощью нижеприведенных перечней, что весь комплект рабочего инструмента имеется в наличии.
- 3** Убедиться в том, что все необходимые запчасти и расходные материалы имеются в наличии.

05.1.2.Заказ рабочего инструмента

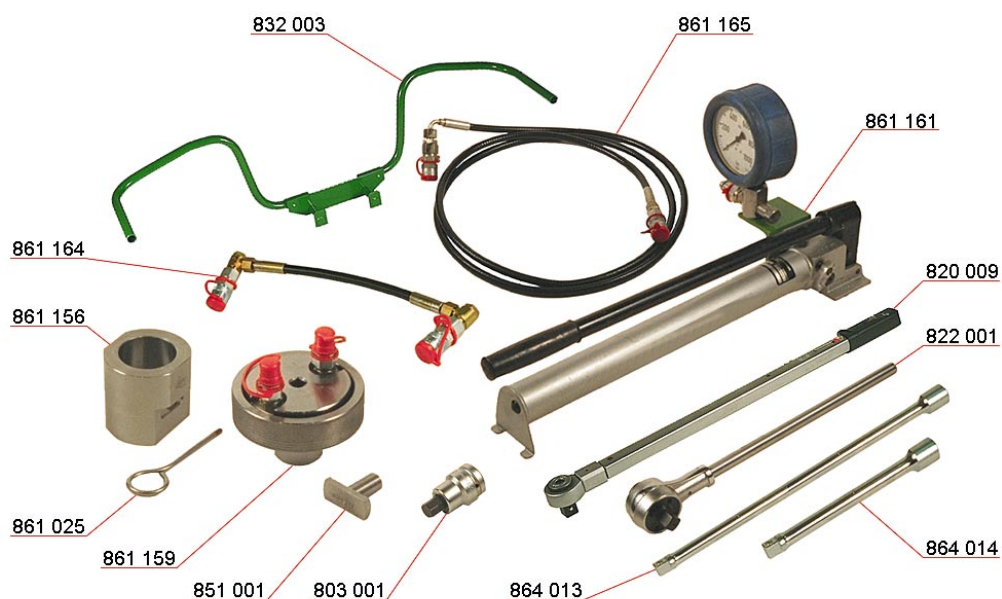
- 1** Найти рабочий инструмент, интересующий вас, на следующих страницах.
- 2** Выбрать требуемый рабочий инструмент, или компоненты. Обратите внимание на то, что не все рабочие инструменты, входят в стандартную поставку. Для заказа использовать код, указанный в перечне.
- 3** В заказе указать номера спецификаций и остальные необходимые данные, указанные в форме заказа.
- 4** Передать заказ в ближайший пункт техобслуживания, указанный в форме заказа. В форме заказа приведены все коммерческие условия. По возможности в заказе указать также название установки и номер(а) двигателя(ей).

Примечание!

В данной главе описан весь имеющийся инструмент для данного типа двигателя. См. также перечни инструментов, поставляемых с конкретным двигателем. Некоторый инструмент подходит только для двигателей с определенным количеством цилиндров и определенным навесным оборудованием.

Рамовые подшипники

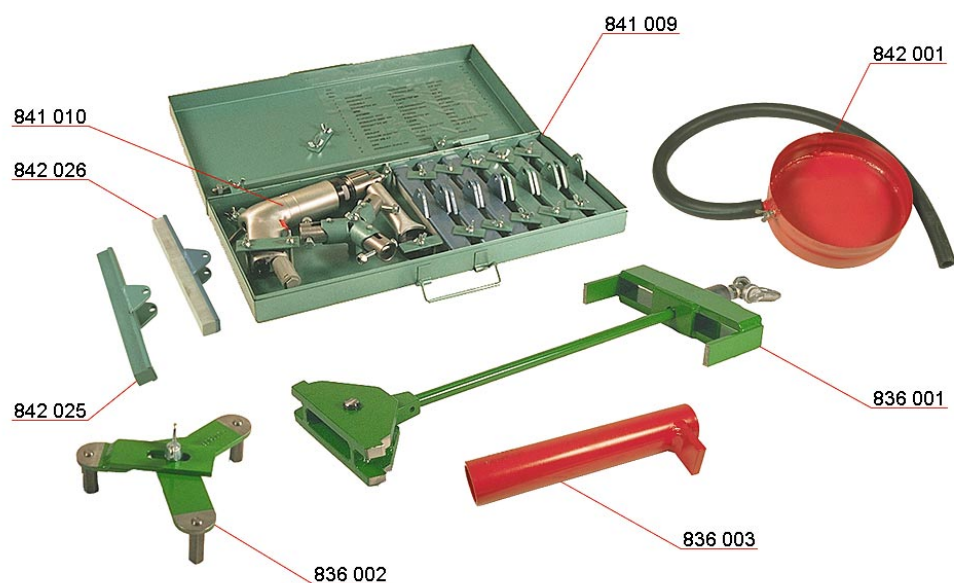
100



Код	Описание	Чертеж №.
803001	Насадка, шестигранная 22, 1" квадратное гнездо	4V80L0001
820009	Динамометрический ключ 75–400 Н.м	4V92K0207
822001	Усилитель X – 4	4V82L0001
832003	Подъемное приспособление для вкладыша рамового подшипника	1V83C0182
851001	Поворотное приспособление для вкладыша рамового подшипника	4V85B0007
861025	Штифт для затягивания гаек	4V85B0034
861156	Распорная втулка	3V86B0226
861159	Гидравлический цилиндр	3V86B0225
861161	Насос высокого давления (1000 бар)	2V86A0051
861164	Шланг 360 мм, с быстроразъемным соединением	
861165	Шланг 3000 мм, с быстроразъемным соединением	
864013	Удлинитель В20х400, 3/4" квадратное гнездо	DIN 3123
864014	Удлинитель В25х200, 3/4" квадратное гнездо	DIN 3123

Цилиндровая втулка

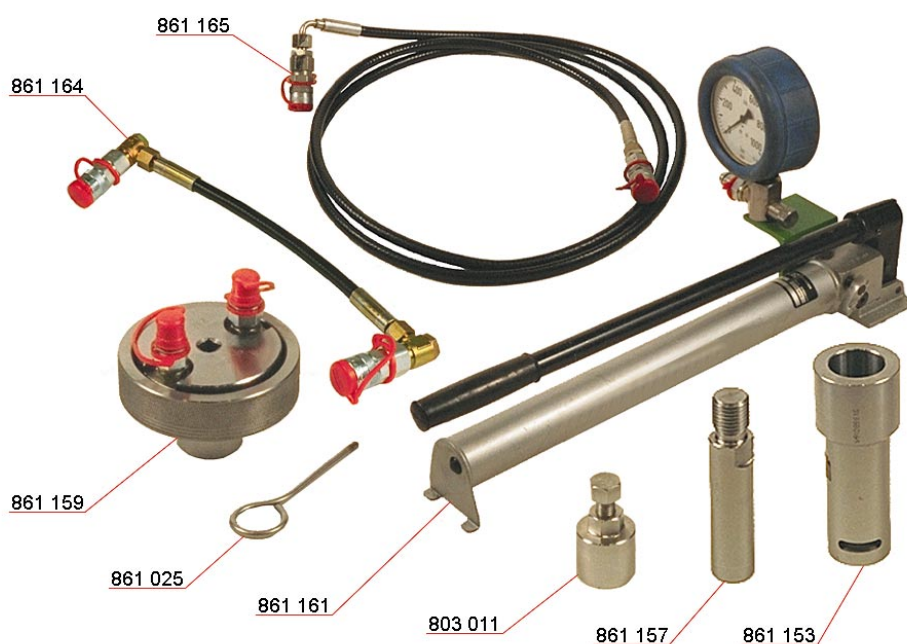
100



Код	Описание	Чертеж №
836001	Приспособление для выемки и подъема	3V83G0091
836002	Приспособление для снятия нагоросъемных колец	3V83G0075
836003	Держатель для цилиндрической втулки	4V83G0079
841009	Инструмент для хонингования цилиндрической втулки	1V84C0032
841010	Дрель для хонингования	4V84B0136
842001	Приемник отработанного хонинговочного масла	1V84C0030
842025	Хонинговочная насадка 25x25x250	
842026	Хонинговочная насадка 25x25x250, тонкая, с держателем	

Шатун

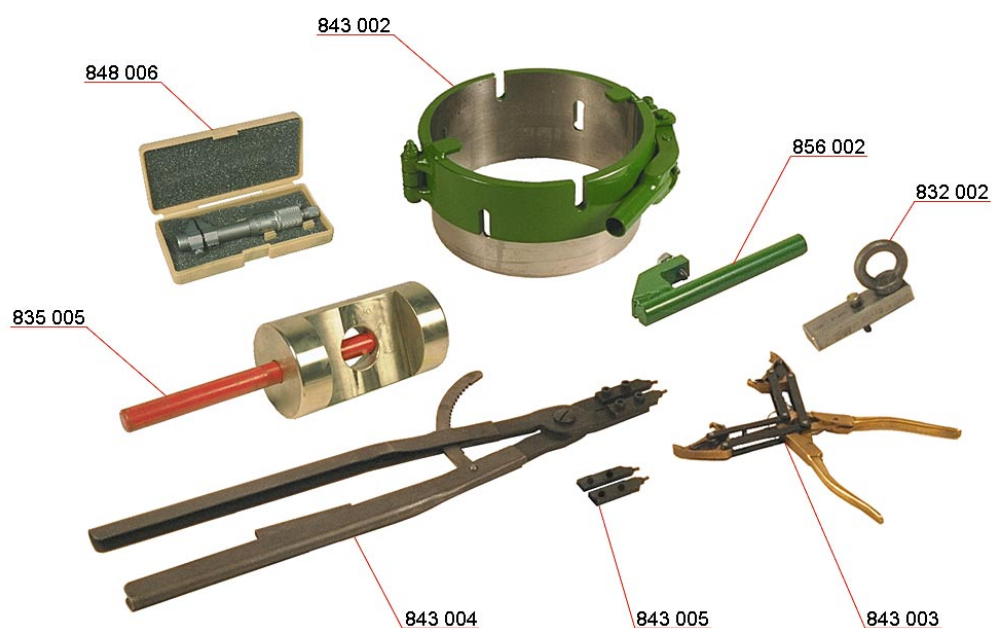
111



Код	Описание	Чертеж №
803011	Насадка для выемки шпильки М30	4V80D0026
861025	Штифт для затяжки гаек	4V86B0034
861153	Распорная втулка	3V86B0166
861157	Адаптер	3V86B0229
861159	Гидравлический цилиндр	3V86B0225
861161	Насос высокого давления (1000 бар)	2V86A0051
861164	Шланг 360 мм, с быстроразъемным соединением	
861165	Шланг 3000 мм, с быстроразъемным соединением	

Поршень

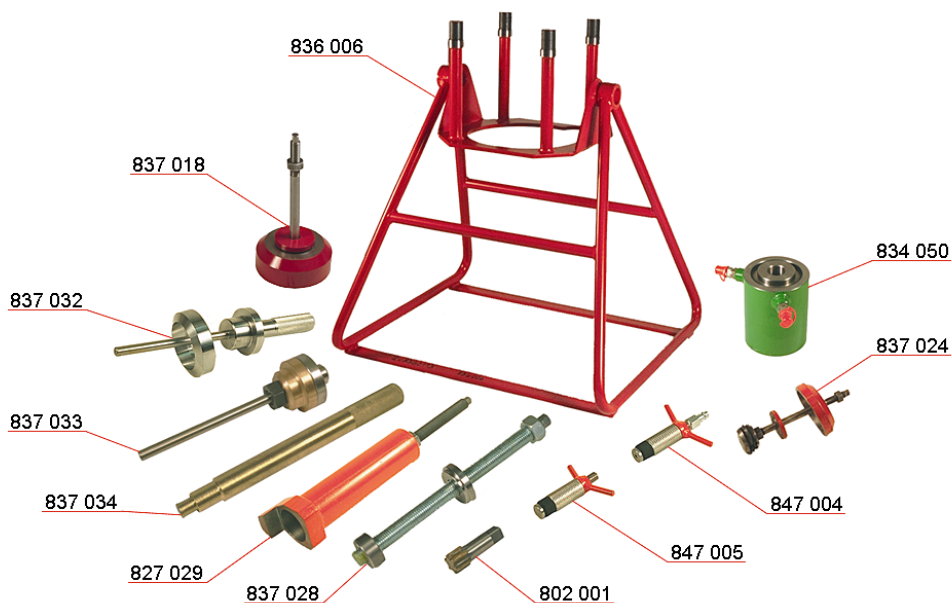
113



Код	Описание	Чертеж №
832002	Подъемное приспособление	3V83C0172
835005	Инструмент для монтажа головки поршня	3V83F0201
843002	Зажим для поршневых колец	2V84D0032
843003	Клещи для поршневых колец, "Остергаард"	4V84L0018
843004	Клещи для стопорных колец	4V84L0016
843005	Запасные наконечники для клещей 843004, прямые	
848006	Устройство для замера поршневых канавок, микрометр 5-30 мм	
856002	Держатель поршня	3V85G0014

Крышка цилиндра

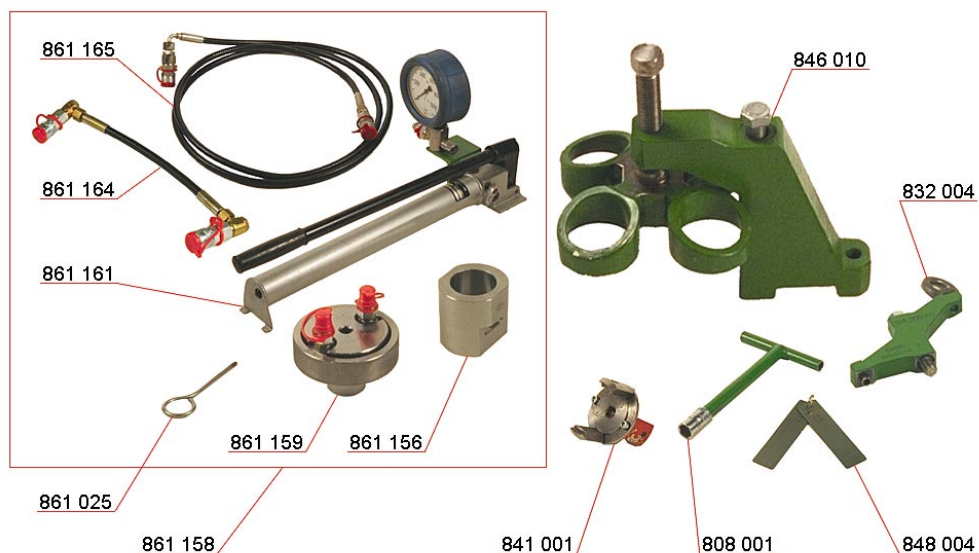
120



Код	Описание	Чертеж №
802001	Насадка M48x2	DIN 374
827029	Устройство для извлечения направляющей траверсы	2V-T30092
834050	Гидравлический съемник	3V83E0061
836006	Верстак для обслуживания цилиндрической крышки	2V83G0113
837018	Устройство для извлечения седловины выпускного клапана	3V83H0192
837024	Устройство для извлечения вставки седловины выпускного клапана	3V83H0183
837028	Устройство для извлечения втулки форсунки	3V74L0050
837030	Устройство для демонтажа направляющих клапанов	3V83H0206
837031	Инструмент для извлечения направляющей траверсы	3V83H0207
837032	Сборочный шпindel для седла выпускного клапана	3V-T28959
837033	Сборочный шпindel для седла впускного клапана	3V-T28956
837034	Сборочный шпindel для втулки форсунки	4V-T28955
847004	Устройство для опрессовки цилиндрической крышки, со втулкой	3V84H0069
847005	Устройство для опрессовки цилиндрической крышки	3V84H0070

Крышка цилиндра

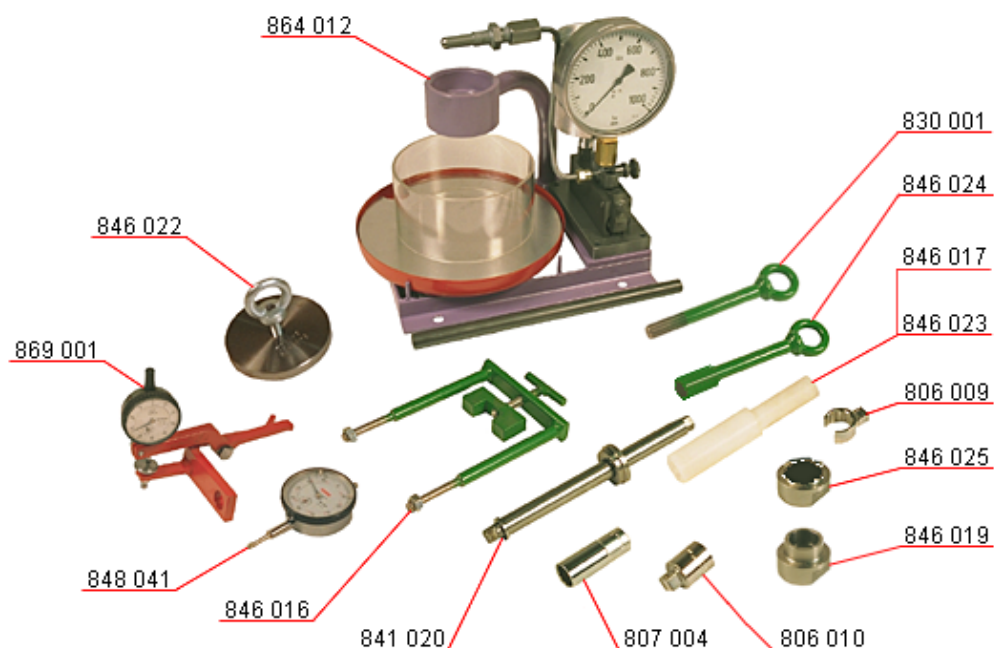
120



Код	Описание	Чертеж №
808001	Ключ для цилиндровой крышки	4V80K0006
832004	Подъемное приспособление для цилиндровой крышки	3V83C0164
841001	Инструмент для шлифовки клапанов	3V84B0179
846010	Инструмент для демонтажа клапанов	2V84G0376
848004	Цуп для измерения зазора клапанов	3V84K0052
861025	Шпилька для затяжки гаек	4V86B0034
861156	Распорная втулка	
861158	Устройство для гидравлической затяжки, в сборе	
861159	Гидравлический цилиндр	3V86B0225
861161	Насос высокого давления (1000 бар)	2V86A0051
861164	Шланг 360 мм, включая быстроразъемное соединение	
861165	Шланг 3000 мм, включая быстроразъемное соединение	

Топливное оборудование

160



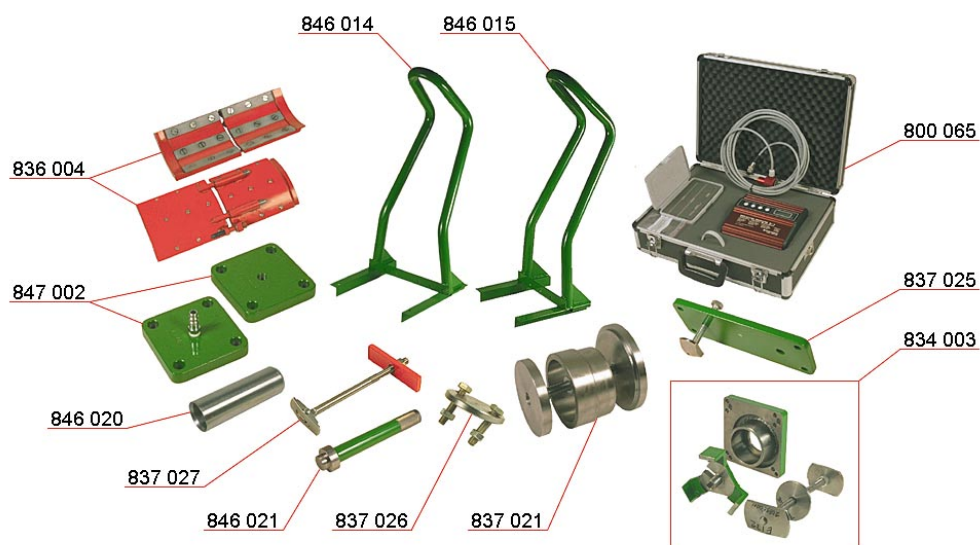
Код	Описание	Чертеж №
806009	Ключ 27 для трубок высокого давления	4V80L0002
806010	Адаптер А 10х12,5	DIN 3123
807004	Ключ с внутренним гнездом 22х12,5L	DIN 3124
830001	Съемник форсунки (1)	4V83A0188
841020	Инструмент для очистки уплотнительной поверхности форсунки	3V84B0194
846016	Держатель для толкателя ТНВД	3V84G0347
846017	Инструмент для плунжера ТНВД (1)	4V84G0349
846019	Инструмент для форсунки (1)	3V84G0351
846022	Съемник для ТНВД	4V84G0439
846023	Инструмент для плунжера ТНВД (2)	4V84G0550
846024	Съемник для форсунки (2)	4V83A0190
846025	Инструмент для форсунки (2)	3V84G0548
848041	Индикатор	DIN 878
864012	Инструмент для опрессовки форсунки	1V86E0149
869001	Инструмент регулировки момента впрыска	2V86C0072

(1) Для узла "Б"

(2) Для узла "А"

Разный инструмент

900



Not illustrated: Lifting tool for lube oil therm. housing	832 009
---	---------

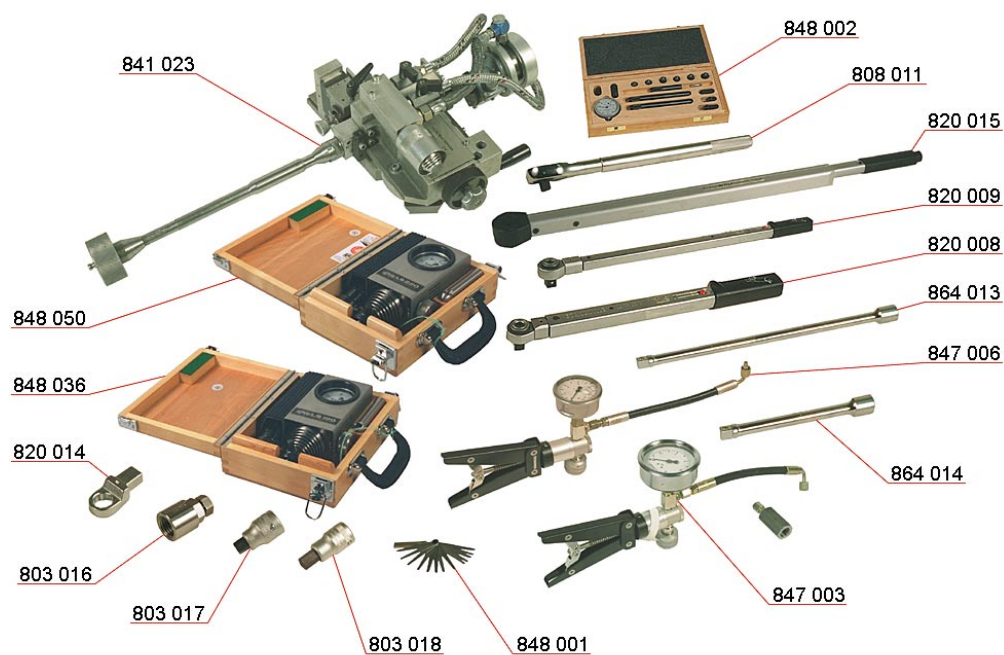
Not illustrated: Mounting tool for balancing shaft bearings	836 005
---	---------

Not illustrated: Tool for inspection of backlash on water pump	848 005
--	---------

Код	Описание	Чертеж №
800065	Индикатор для снятия расцепов коленвала	4V84K0058
832009	Подъемник для корпуса термостата топлива	2V83C0266
834003	Съемник/Монтажный инструмент для под-ка промеж. шестерни	2V83E0132
836004	Инструмент для установки распредвала	2V83G0100
836005	Инструмент для установки подшипников сбалансировочного вала	2V83G0105
837021	Инструмент для подшипников распредвала	2V83H0197
837025	Съемник для подшипников сбалансировочного вала	2V83H0170
837026	Съемник для рабочего колеса водяного насоса	4V83H0172
837027	Съемник для втулки термостата ВТ контура	3V83H0188
846014	Подъемник для охладителя наддувочного воздуха	1V84G0330
846015	Подъемник для охладителя наддувочного воздуха	1V84G0338
846020	Направляющая втулка для вала водяного насоса	4V84G0354
846021	Инструмент для монтажа уплотнения водяного насоса	3V84G0353
847002	Флацы для опрессовки охладителя наддувочного воздуха	2V84H0063
848005	Инструмент для проверки бокового зазора водяного насоса	3V84K0059

Разный инструмент

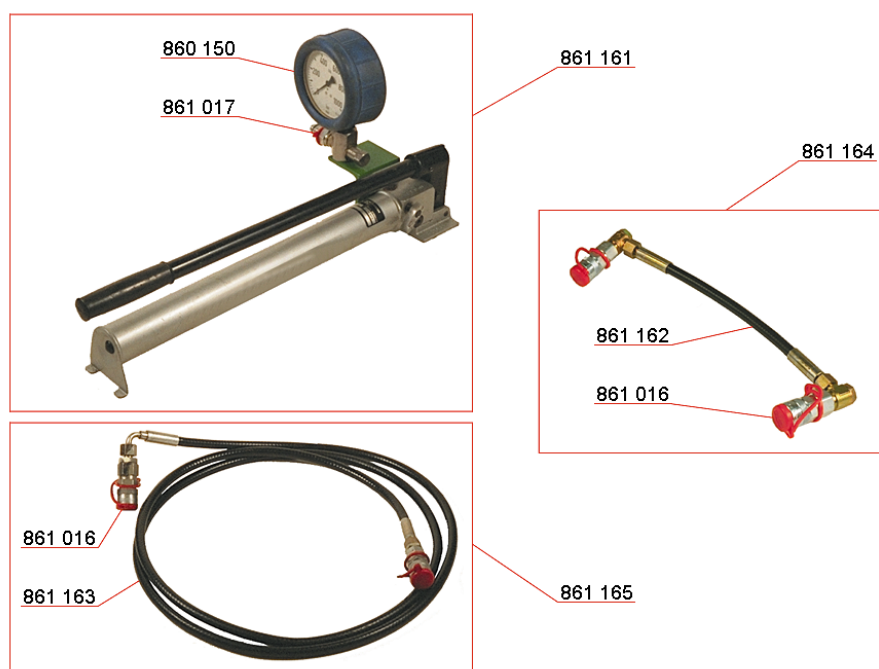
900



Код	Описание	Чертеж №
803016	Съемник шпилек М36	3V80D0027
803017	Ключ с шестигранным гнездом 19	4V80L0001
803018	Головка с шестигранником 17 3/4 "	4V80L0009
808011	Трещетка 20х630 с квадратиком 3/4 "	4V80K0014
820008	Динамометрический ключ 20–100 Нм	4V92K0207
820009	Динамометрический ключ 75–400 Нм	4V92K0207
820014	Петлевой ключ 19	4V92K0208
820015	Динамометрический ключ 150–800 Нм	4V92K0207
841023	Приспособление притирки гнезд клапанов	4V84B0130
847003	Инструмент для проверки прессостата	2V84H0064
847006	Инструмент для проверки датчика перепада давления	2V84H0091
848001	Комплект щупов	DIN 2275
848002	Индикатор для снятия раскопов коленвала	4V84L0012
848036	Индикатор для измерения максимального давления 180	4V47L0206
848050	Индикатор для измерения максимального давления 220	
864013	Надставка В20х400 с квадратом 3/4 "	DIN 3123
864014	Надставка В25х200 с квадратом 3/4 "	DIN 3123

Топливный насос высокого давления

900



Код	Описание	Чертеж №
860150	Манометр	4V51L0085
861016	Быстроразъемное соединение, охватывающее	4V86A0035
861017	Быстроразъемное соединение, охватываемое	4V86A0040
861161	Насос высокого давления (1000 бар)	2V86A0051
861162	Шланг 360 мм	4V86A0047
861163	Шланг 3000 мм	4V86A0048
861164	Шланг 360 мм, с быстроразъемным соединением	
861165	Шланг 3000 мм, с быстроразъемным соединением	

06. Регулировки, зазоры и пределы износа

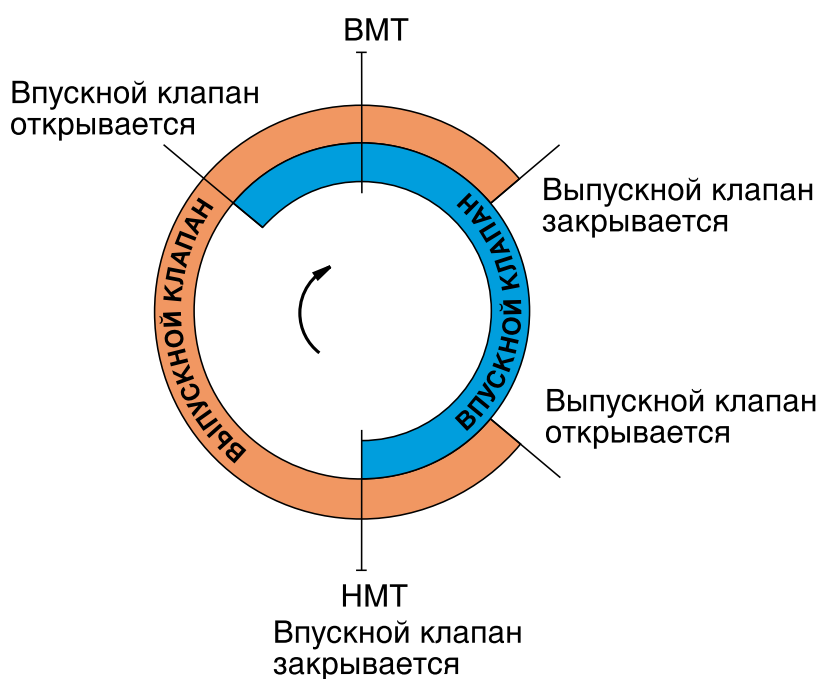
06.1

Регулировки

Фазы клапана

Фазы клапана фиксированы, и их нельзя изменять отдельно в каждом цилиндре.

Фазы клапана



Фиг 06-1

2006019925

Другие установленные величины:

- Зазоры клапанов, холодный двигатель: впускные клапаны 0,4 мм
выпускные клапаны 0,8 мм
- Момент начала впрыска топлива: См. протоколы испытаний
- Давление открытия клапана форсунки 450 ± 10 бар

Обороты срабатывания электро-пневматического
предельного выключателя:

Номинальные обороты

Обороты отключения
электро-пневм. предельного
выключателя

720 об/мин
750 об/мин
900 об/мин
1000 об/мин

830 ± 10 об/мин
 860 ± 10 об/мин
 1040 ± 10 об/мин
 1150 ± 10 об/мин

06.2

Зазоры и пределы износа (при 20°C)

Деталь, точка измерения	Размер по чертежу (мм)		Нормальный зазор (мм)	Предел износа (мм)
	Макс.	Мин.		
10	Зазор коренного подшипника (также подшипника маховика)		0.190-0.294	
	Диаметр коренной шейки	210.000	209.971	209.900
	Овальность коренной шейки	0.015		0.05
	Конусность коренной шейки	0.02/100		
	Толщина вкладыша коренного подшипника	7.420	7.405	7.36
	Диаметр гнезда корпуса коренного подшипника	225.046	225.000	
	Диаметр гнезда подшипника в сборе	210.265	210.190	
	Упорный подшипник, осевой зазор		0.170-0.350	0.50
	Толщина шайбы упорного подшипника	13.850	13.830	
	Зазор подшипника распредвала		0.125-0.215	
	Диаметр шейки распределительного вала	140.000	139.975	
	Толщина втулки подшипника распредвала	4.945	4.930	
	Диаметр гнезда корпуса подшипника распредвала	150.046	150.000	
	Диаметр гнезда подшипника в сборе	140.190	140.125	
	Диаметр гнезда корпуса упорного подшипника распредвала	105.035	105.000	
	Диаметр гнезда подшипника в сборе	90.165	90.100	
	Зазор упорного подшипника распредвала		0.100-0.187	
	Осевой зазор упорного подшипника распредвала		0.25-0.55	
	Диаметр гильзы цилиндра	200.046	200.000	вверху: 200,45 внизу: 200,25
	Гильза цилиндра, отклонение от цилиндричности в BMT	0.02		0.20
	Антиполировочное кольцо, толщина стенки	4.25	4.20	4.05
11	Зазор подшипника большой головки шатуна		0.145-0.230	
	Диаметр пальца кривошипа	180.000	179.975	179.900
	Овальность пальца кривошипа	0.015		0.05
	Конусность пальца кривошипа	0.03/100		
	Толщина вкладыша подшипника нижней головки шатуна	4.950	4.930	4.90
	Диаметр отверстия большой головки овальность	190.029	190.000	0.12
	Диаметр гнезда подшипника в сборе	180.205	180.145	
	Зазор подшипника поршневого пальца		0.050-0.112	
	Диаметр поршневого пальца	90.000	89.990	
	Диаметр отверстия малой головки	105.022	105.000	
	Диаметр гнезда подшипника в сборе	90.120	90.068	
	Осевой зазор шатуна в поршне		0.2-0.6	
	Толщина втулки подшипника малой головки шатуна	7.475	7.460	
	Зазор между пальцем и поршнем		0.04-0.07	
	Диаметр отверстия в поршне	90.060	90.040	
	Зазор поршневого кольца по высоте:			
	Компрессионное кольцо 1		0.10-0.145	0.4
	Компрессионное кольцо 2		0.06-0.105	0.35
	Маслосъемное кольцо		0.04-0.075	0.35

Деталь, точка измерения		Размер по чертежу (мм)		Нормальный зазор (мм)	Предел износа (мм)
		Макс.	Мин.		
	Высота канавки поршневого кольца:				
	Канавка I	6.12	6.09		6.40
	Канавка I	5.08	5.05		5.35
	Канавка III	6.05	6.03		6.30
	Длина шпильки головки поршня	66.5	66.3		
11 B	Балансировочный вал 4L20 и 5L20			0.10-0.20	
11 C	Осевой зазор промежуточной шестерни				
	Промежуточная шестерня, балансировочный вал, зазор подшипника			0.06-0.15	
	Осевой зазор			0.10-0.20	
	Окружной зазор промежуточной шестерни балансировочного вала и шестерни коленвала			0.10-0.30	
	Окружной зазор между промежуточной шестерней и шестерней балансировочного вала			0.30-0.50	
	Окружной зазор между шестернями балансировочного вала			0.21-0.43	
	Приводной вал, осевой зазор			0.20-0.40	
	Приводной вал, зазор подшипника			0.090-0.169	
	Зазор подшипника балансировочного вала			0.090-0.169	
12	Диаметр направляющей клапана в сборе	14.088	14.034		
	Диаметр клапанного штока	14.000	13.982		13.95
	Зазор клапанного штока			0.04-0.10	0.20
	Отклонение седла клапана относительно направляющей (макс. величина)	0.10			
	Диаметр отверстия под седло впускного клапана в головке блока цилиндров	78.019	78.000		
	Диаметр отверстия под седло выпускного клапана в головке блока цилиндров				
	внешнее отверстие внутреннее отверстие	78.019 67.019	78.000 67.000		
13	Промежуточная шестерня привода распредвала				
	зазор подшипника осевой зазор			0.100-0.187 0.25-0.54	0.22 0.60
	Диаметр подшипника на месте	90.165	90.100		
	Шейка подшипника диаметр	90.000	89.978		
	Окружной зазор ведущей шестерни распредвала:				
	Шестерня коленвала / большая промежуточная шестерня			0.10-0.50	
	Малая промежуточная шестерня / шестерня распредвала			0.20-0.37	
	Длина базовой нормали:				
	- шестерня коленвала, в сборе	130.505	130.449		
	- большая промежуточная шестерня	130.283	130.227		
	- малая промежуточная шестерня	84.228	84.172		
	- шестерня распредвала	140.331	140.275		

Деталь, точка измерения	Размер по чертежу (мм)		Нормальный зазор (мм)	Предел износа (мм)
	Макс.	Мин.		
14 Диаметр толкателя клапана	54.970	54.940		
Диаметр направляющей	55.030	55.000		
Диаметр зазора			0.09-0.15	
Диаметр отверстия ролика толкателя	22.021	22.000		
Диаметр пальца толкателя	21.993	21.980		
Зазор пальца ролика			0.007-0.041	
Диаметр подшипника коромысла	50.064	50.025		
Диаметр шейки подшипника	50.000	49.984		
Зазор подшипника			0.025-0.080	0.20
Диаметр пальца траверсы	19.935	19.922		
Диаметр отверстия траверсы	20.021	20.000		
Диаметр зазора			0.065-0.099	0.15
16 Ход иглы форсунки	0.45			0.55
17 Окружной зазор насоса подачи топлива (с приводом от двигателя): приводная шестерня / шестерня коленвала			0.24-0.47	
18 Диаметр вала масляного насоса	49.92	49.895		
Внутренний диаметр втулки, в сборе	50.045	49.99		
Зазор подшипника			0.090-0.160	0.20
Осевой зазор: 4,5,6L20 8,9L20			0.120-0.230 0.130-0.220	
Окружной зазор шестерен насоса			0.432-0.736	
Окружной зазор шестерни насоса / промежуточная шестерня			0.15-0.48	
Промежуточная шестерня, зазор подшипника			0.06-0.15	
Промежуточная шестерня, осевой зазор			0.10-0.20	
Окружной зазор промежуточная шестерня насоса / шестерня коленвала			0.10-0.30	
Длина базовой нормали на 2 зуба	43.37	43.258		
19 Окружной зазор приводной шестерни водяного насоса			0.26-0.55	
Длина базовой нормали на 4 зуба	53.643	53.563		
21 Окружной зазор привода стартера				
22 Ведущий вал регулятора	22.0	21.987		
Подшипник ведущего вала	22.058	22.026		
Зазор подшипника			0.026-0.071	
Осевой зазор			0.10-0.50	
Окружной зазор ведущей шестерни			0.07-0.25	
Вал управления	20.000	19.967		
Подшипник вала управления	20.162	20.110		
Зазор			0.110-0.195	

07. Моменты затяжки и указания по резьбовым соединениям

07.1

Моменты затяжки болтов и гаек

Внимание!

Гидравлически затягиваемые соединения см. в разделе 07.3!

Номера позиций в следующих таблицах относятся к соответствующим узлам на рисунках с А по J, расположенным на двигателе согласно Рис 07-1. Всегда затягивайте соединения с моментом, указанным в таблицах. Слабо затянутое резьбовое соединение может привести к серьезным повреждениям и травмам персонала. Резьбу и соприкасающиеся поверхности гаек и головок винтов следует смазать моторным маслом, если не указано иное. Обратите внимание на то, что в некоторых случаях используется стопорящая жидкость.

Внимание!

Не допускается использование **Molycote** и аналогичных низ-кофрикционных смазок на каких-либо винтах или гайках, так как велика опасность их перезатяжки.

$$1 \text{ Нм} = 0,102 \text{ кгм}$$

Моменты затяжки

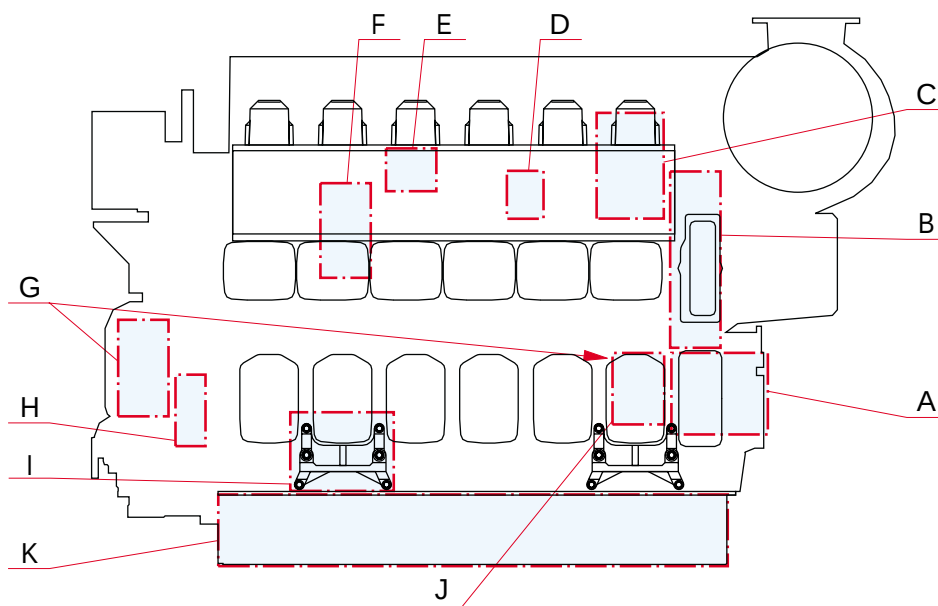


Рис 07-1

2007749943

А: Коленвал и маховик

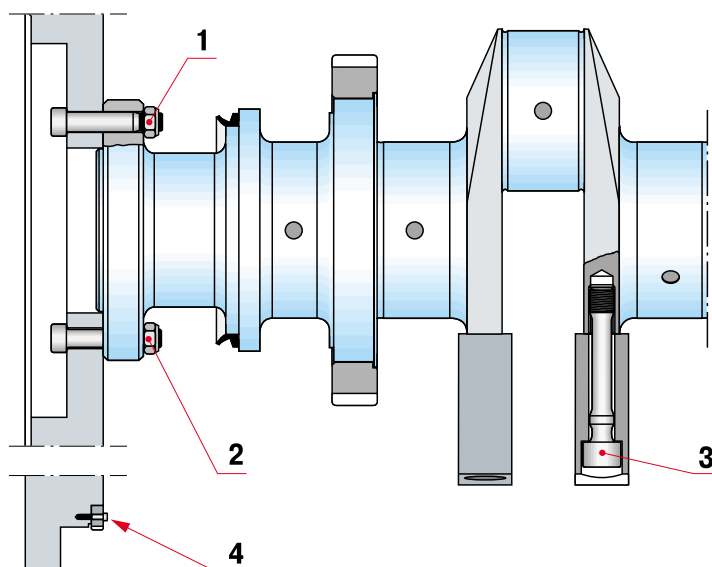


Рис 07-2

2007569601

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты фланца коленвала (потайные болты). Смазать контактные поверхности винтов и отверстия смазкой Molykote G-n Plus , а резьбу — маслом. Использовать умножитель момента X-4.	300 91
2.	Винты фланца коленвала (винты с шестигранным гнездом). Смазать шайбы смазкой Molykote G-n Plus , а резьбу — маслом. Использовать умножитель момента X-4.	600±20 182
3.	Винты для противовеса М24 (два противовеса на кривошип). Использовать умножитель момента X-4.	465±35 140
4.	Винты для частей разъемной шестерни. Нанести на резьбу мастику " Loctite 242 ", см. раздел 07.2	49

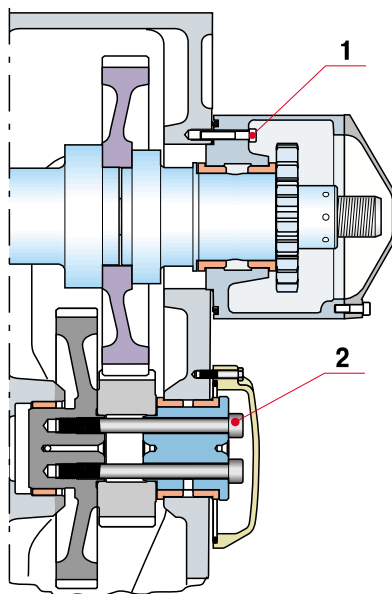
В: Распредвал и промежуточная шестерня

Рис 07-3

2007719943

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты для корпуса	25
2.	Винты для промежуточной шестерни, 5 x M20	530±15

С: Клапанный механизм и мультикорпус

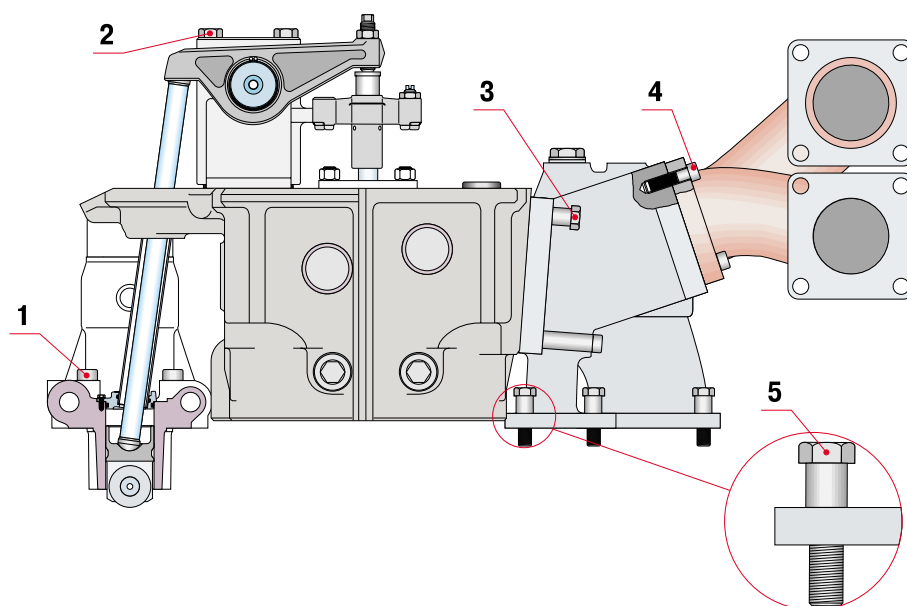
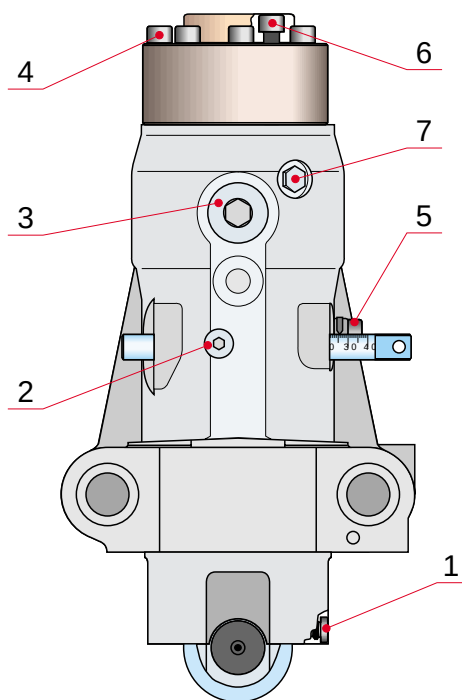


Рис 07-4

2007810025

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты для блока направляющей толкателя клапана и инжекторного насоса	110±5
2.	Стойка коромысла, винты крепления	200±5
3.	Винты крепления, головка цилиндра/мультикорпус	80
4.	Винты крепления, мультикорпус/выхлопной коллектор	80
5.	Винты крепления мультикорпуса с распорными втулками	80

D: Инжекторный насос



BOSCH
PFR 1 CY 180V

Рис 07-5

2007729943

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
		Bosch PFR 1 CY 180V
1.	Боковые болты	14±1
2.	Установочный болт	14±1
3.	Противокавитационная пробка Нанести на резьбу мастику "Loctite 242", см. раздел 07.2	85±5
4.	Винты крепления деталей инжекторного насоса. Внимание! Винты затягивать постепенно, крест-накрест. Смазать резьбу смазкой Molykote G-n Plus	33±2 0..10..20..33
5.	Винт для индикатора топливной рейки	3,5±0,5
6.	Винты для нагнетательного клапана Внимание! Винты затягивать постепенно, крест-накрест. Смазать резьбу смазкой Molykote G-n Plus	33±2 0..10..20..33
7.	Воздушный винт	22±2

Е: Топливный инжекторный клапан

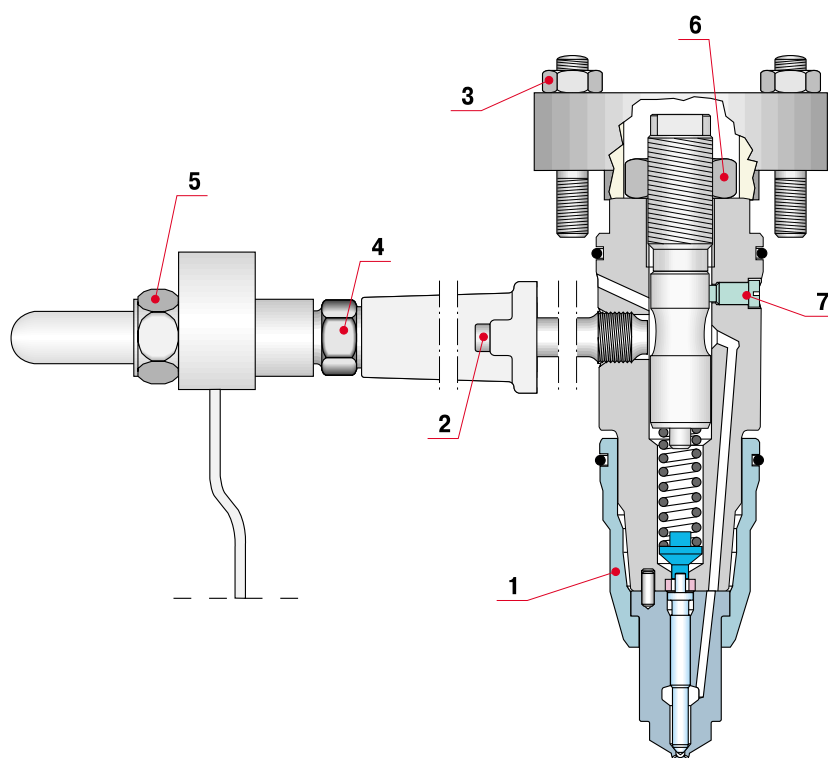


Рис 07-6

2007790025

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Колпачковая гайка форсунки Смазать резьбу и контактные поверхности смазкой Molykote G-n Plus	385±15
2.	Винты для защитной втулки	25
3.	Гайки крепления инжекторного клапана, см. раздел 16.4.4.	50±3
4.	Переходник на держатель форсунки	60±5
5.	Колпачковые гайки инжекторной трубы к инжекторному насосу	50±5
6.	Гайка для регулировки давления	100+50
7.	Установочный винт Нанести на резьбу мастику " Loctite 241 ", см. раздел 07.2	10+5

F: Поршень

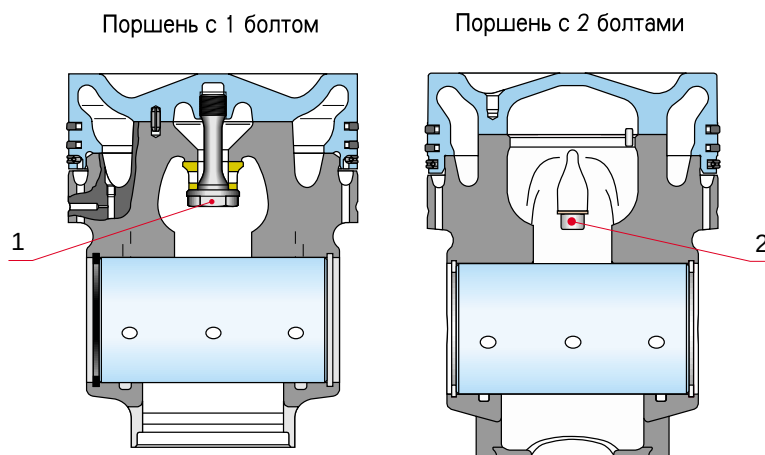


Рис 07-7

2007800014

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
Поршень с 1 винтом		
1.	Винт для головки поршня (M18x1,5): 1. Смазать резьбу и контактные поверхности маслом. 2. Затянуть винт до 130 Нм. 3. Ослабить винт. 4. Затянуть винт до 45 Нм. 5. Затянуть на 60°. 6. Проверить с моментом затяжки 130 Нм. Винт не должен проворачиваться. Внимание! При замене головки поршня замените винт, если общая длина превышает 79,3 мм.	130 45 60° 130
Поршень с 2 винтами		
2.	Винты для головки поршня (M10): Новые винты и/или головка. 1. Смазать резьбу и головки винтов машинным маслом. 2. Затянуть винты до 10±1 Нм. 3. Затянуть на 85±2° и открутить. 4. Затянуть винты до 10±1 Нм. 5. Затянуть на 75±1°, окончательный момент 68 – 86 Нм. 6. Проверить с моментом 65 Нм, винты не должны проворачиваться. Старые винты и/или головка. 1. Смазать резьбу и головки винтов машинным маслом. 2. Затянуть винты до 10±1 Нм. 3. Затянуть на 75±1°, окончательный момент 68 – 86 Нм. 4. Проверить с моментом 65 Нм, винты не должны проворачиваться.	10±1 85±2° 10±1 75±1° 65 10±1 75±1° 65

G: Насосы с приводом от двигателя

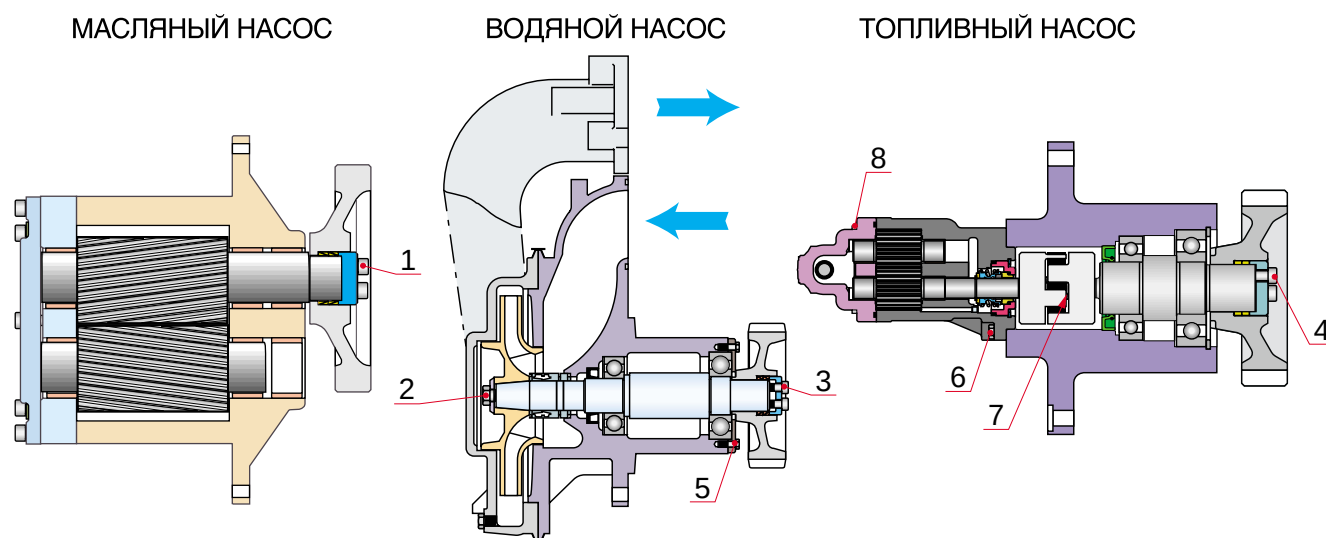


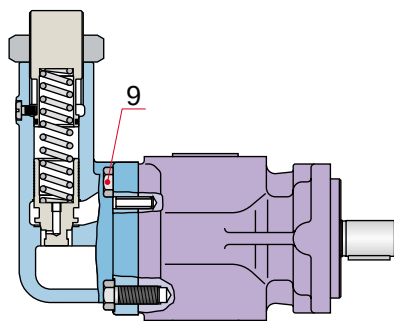
Рис 07-8

2007709943

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты крепления привода масляного насоса (соединение четырьмя винтами с внутренними шестигранниками). На винты наносится фиксирующая мастика, они могут использоваться только один раз. Заменить винты новыми, обработанными. Следует использовать только Drilloc 201 или Drilloc 211.	75±5
2.	Винты крепления для крыльчатки водяного насоса. Нанести на резьбу мастику "Loctite 243", см. раздел 07.2.	85±5
3.	Винты крепления привода масляного насоса (соединение тремя винтами с внутренними шестигранниками). На винты наносится фиксирующая мастика, они могут использоваться только один раз. Заменить винты новыми, обработанными. Следует использовать только Drilloc 201 или Drilloc 211.	35±3
4.	Винты крепления привода топливного насоса (соединение тремя винтами с внутренними шестигранниками). На винты наносится фиксирующая мастика, они могут использоваться только один раз. Заменить винты новыми, обработанными. Следует использовать только Drilloc 201 или Drilloc 211.	35±3
5.	Винты крепления для крышки корпуса подшипника. Нанести на резьбу мастику "Loctite 243", см. раздел 07.2.	9.5±1
6.	Винты крепления корпуса насоса.	25
7.	Гайка крепления муфты. Нанести на резьбу мастику "Loctite 243", см. раздел 07.2.	27+3
8.	Винт крепления крышки клапана.	25

G: Насосы с приводом от двигателя

НАСОС ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СМАЗКИ
KRACHT



НАСОС ЗАБОРТНОЙ
ВОДЫ

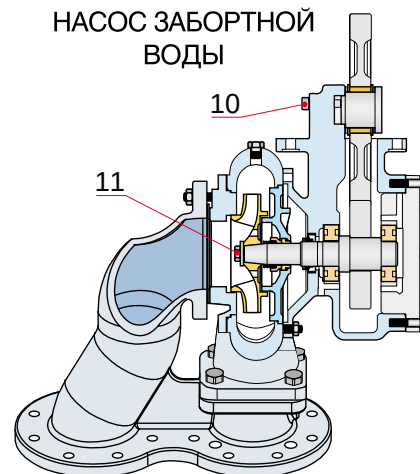


Рис 07-9

2007850119

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
9.	Винты крепления крышки клапана.	49
10.	Винты крепления вала промежуточной шестерни.	50
11.	Винты крепления для крыльчатки насоса забортной воды. Нанести на резьбу мастику "Loctite 243", см. раздел 07.2.	85±5

H: Задняя сторона коленчатого вала

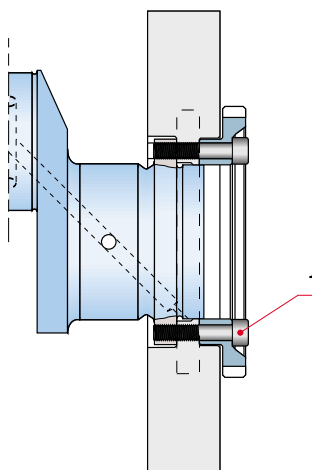


Рис 07-10

2007519316

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты для приводной шестерни насоса на задней стороне коленвала (а также винты для удлинительного вала). Использовать умножитель момента X-4.	575±45 175

I: Боковые винты коренных подшипников и винты для станины двигателя

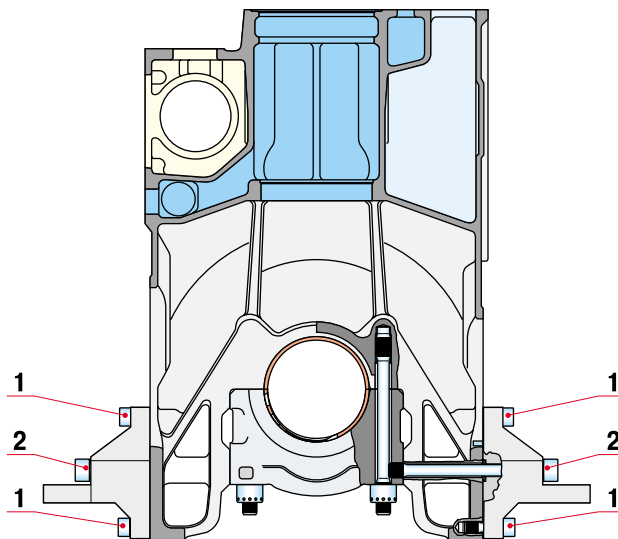


Рис 07-11

2007770008

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты крепления для станины двигателя. Использовать умножитель момента X-4.	670 ± 50 205
2.	Боковые винты для коренных подшипников. Использовать умножитель момента X-4.	990 ± 50 300

Ж: Промежуточная шестерня для балансировочных валов

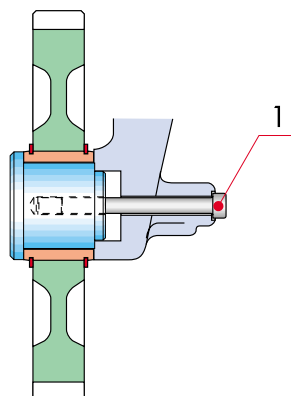


Рис 07-12

2007659444

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винт для вала	50

К: Балансировочные валы

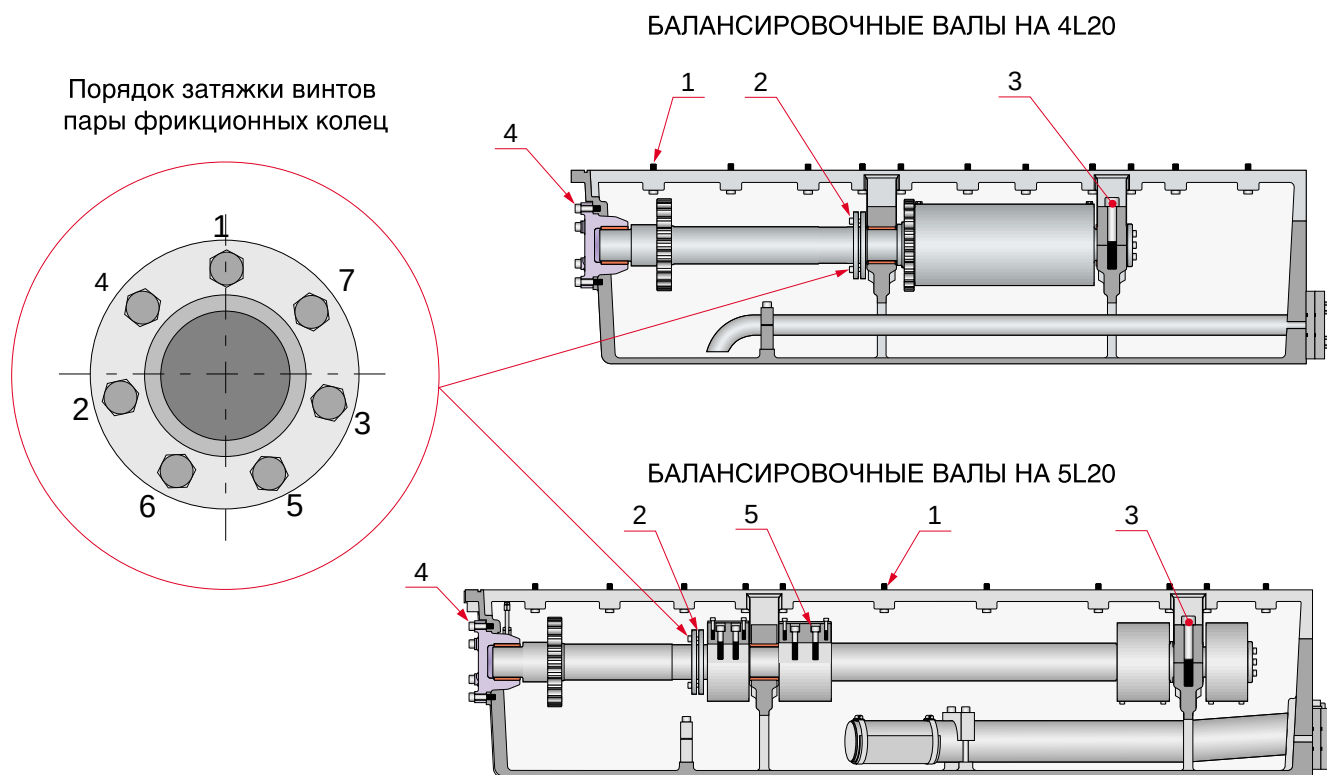


Рис 07-13

2007890342

Поз.	Резьбовое соединение	Момент (Нм)
1.	Винты крепления масляного поддона	79±3
2.	Винты крепления пары фрикционных колец 1. Установить регулировочные винты (1...3) на паре фрикционных колец и поворачивать пару фрикционных колец до тех пор, пока винт 1 не будет внизу. 2. По очереди от руки затянуть винты 2 и 3, пока не почувствуется небольшое, но отчетливое сопротивление. Повернуть вал приблизительно на 90° и так же затянуть винт 1. 3. Продолжить затягивать регулировочные винты 1...3 в противоположном порядке. По достижении достаточной плотности затяжки (10 Нм), продолжить затяжку регулировочных винтов, вращая их по часовой стрелке, практически до полного момента (18 Нм). 4. Затянуть винты 4...7 в противоположном порядке вначале от руки, а затем динамометрическим ключом до половины полного момента затяжки (15 Нм). 5. Вначале затянуть динамометрическим ключом винты 1...3 до полного момента затяжки. Затем затянуть до полного момента затяжки (20 Нм) винты 4...7. Примечание! По окончании процедуры затяжки проверить плотность затяжки.	от руки 10 18 15 20 +0-2
3.	Винты крепления крышек подшипников Затяжка в два этапа: Первый этап Второй этап Примечание! Порядок затяжки см. в главе 11, приложение.	30±5 180±5
4.	Винты крепления корпуса подшипника	79±3
5.	Винты противовеса. Нанести на резьбу мастику Loctite 243, см. раздел 07.2	79±3

Мы рекомендуем пользоваться динамометрическими ключами также для затягивания остальных болтов и гаек. Следующие моменты затягивания действительны для болтов класса прочности 8.8, которые смазаны маслом или обработаны средством Loctite.

Размер болта	Ширина головки шестигранных болтов (мм)	Размер ключа для болтов с шестигранной головкой (мм)	Момент	
			(Нм)	(кгм)
M6	10	5	9.5	0.95
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

07.2

Применение стопорящей жидкости

При использовании фиксирующей мастики (Loctite), тщательно очистить детали в обезжиривающей жидкости и дать им полностью высохнуть перед нанесением фиксирующей мастики.

07.3

Гидравлически затягиваемые соединения

07.3.1 Давления затягивания для гидравлически затягиваемых соединений

Гидравлически затягиваемые соединения

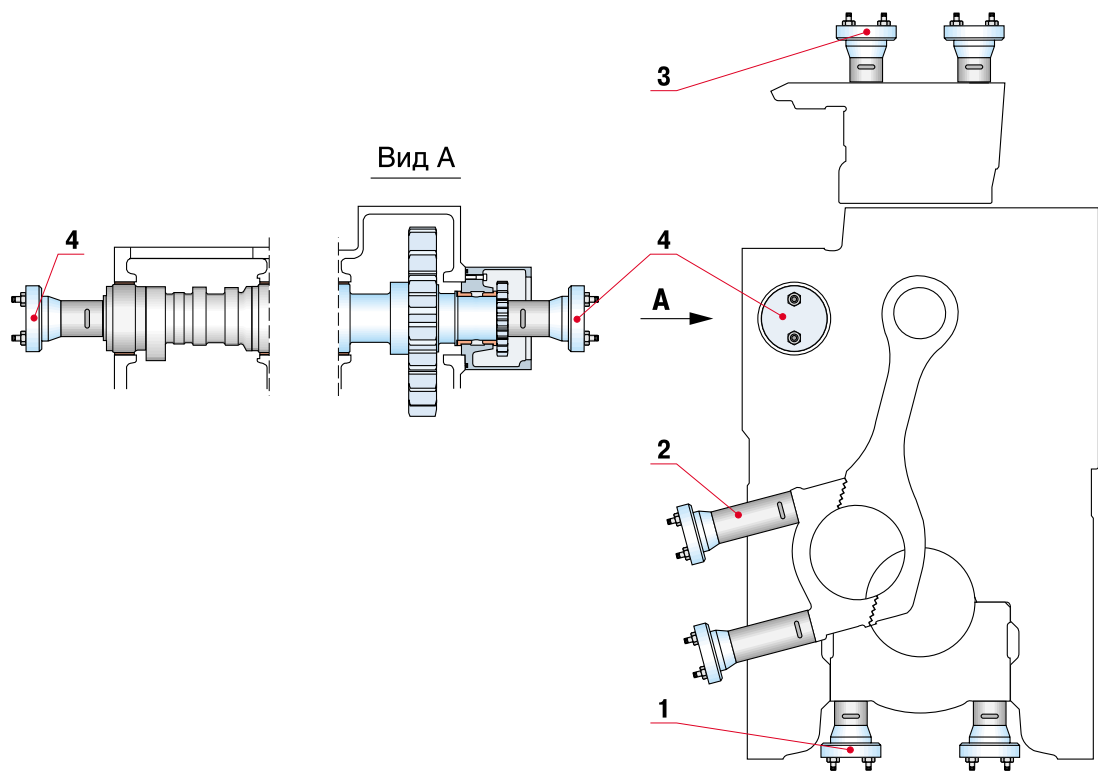


Рис 07-14

2007599816

Поз.	Резьбовое соединение	Макс. гидр. давление (бар)		Моменты затяжки шпилек (Нм)	Номер гидро-цилиндра
		затягивание	ослабление		
1.	Винты коренного подшипника, М36	700	720	100±10	861159
2.	Винты шатуна, М30	550	570	20±5	861159 + 861157
3.	Винты головки цилиндра, М36	600	620	100±10	861159
4.	Винты распредвала, М42 х 3	560	580	предварительная затяжка вручную	861169

Внимание!

Затянуть гайки, повышая давление в два этапа. На первом этапе повысить давление до 300 бар и затянуть гайки. После этого повысить давление до значения, указанного в предыдущей таблице, и снова затянуть гайки.

Осторожно!

Если превышаете максимальное гидравлическое давление, то болты будут перегружены.

Если гайки невозможно повернуть, когда достигается максимальное гидравлическое давление, проверить наличие коррозии на резьбе; проверить состояние инструмента и исправность манометра.

07.3.2 Обслуживание комплекта гидравлических инструментов

Комплект гидравлических инструментов следует хранить в соответствующем помещении и защищать от коррозии. Комплект необходимо регулярно проверять и заменять изношенные и поврежденные детали. Особое внимание нужно обращать на следующие детали.

- Манометр: регулярно проверять калибровку.
- Гидравлические соединители и шланги: проверять состояние.
- Гидравлический насос: проверять состояние.
- Уплотнительное кольцо гидроцилиндра: проверять состояние и износ.

Внимание!

Если уплотнительное кольцо гидроцилиндра слетело с цилиндра, перед тем, как заново устанавливать цилиндр с уплотнительным кольцом, необходимо удалить масло с цилиндра. Установка уплотнительного кольца обратно при наличии масла в цилиндре приведет только к повреждению уплотнительного кольца.

07.3.2.1 Заполнение, вентилирование и проверка комплекта гидравлических инструментов высокого давления

Комплект гидравлических инструментов состоит из ручного насоса высокого давления с встроенным масляным резервуаром, шлангов с быстроразъемными 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.

Обратные клапаны в шлангах встроены в быстрые муфты и открываются штифтами, расположенными в центре «папа»- и «мама»-частей. Если эти штифты изнашиваются, то муфту следует заменить, чтобы предотвратить опасность блокирования.

- В комплекте гидравлических инструментов высокого давления рекомендуется использовать специальное гидравлическое масло или, по крайней мере, масло с вязкостью около 2°E при 20°C.
- Во время заполнения резервуара насоса высокого давления рекомендуется соединять комплект согласно схеме В, Рис 07-15. Перед заполнением открыть выпускной клапан (2) и опорожнить цилиндры (4), вдавливая поршни в цилиндры. После этого можно заполнять резервуар через заправочную пробку (1).
- После заполнения следует прокачать систему, вдавив пальцем центральный штифт гнезда последней быстроразъемной муфты, в результате чего муфта отсоединится от манометра. Продолжать качать до тех пор, пока из муфты не начнет вытекать масло без воздуха.
- Регулярно контролировать манометр комплекта гидравлических инструментов. Для этого в комплект может входить контрольный

манометр. Этот манометр можно подсоединять к отверстию под пробку (7), при этом выпускной шланг насоса подсоединен напрямую к манометрам.

В случае необходимости работы с неполностью исправными соединениями рекомендуется открыть воздушный винт, чтобы обеспечить подачу масла на все цилиндры перед тем, как затягивать соединение.

Гидравлический цилиндр

Внимание!

1. Пробка
2. Разгрузочный клапан
3. Напорный шланг
4. Цилиндры
5. Выпускной шланг
6. Манометр
7. Отверстие под пробку

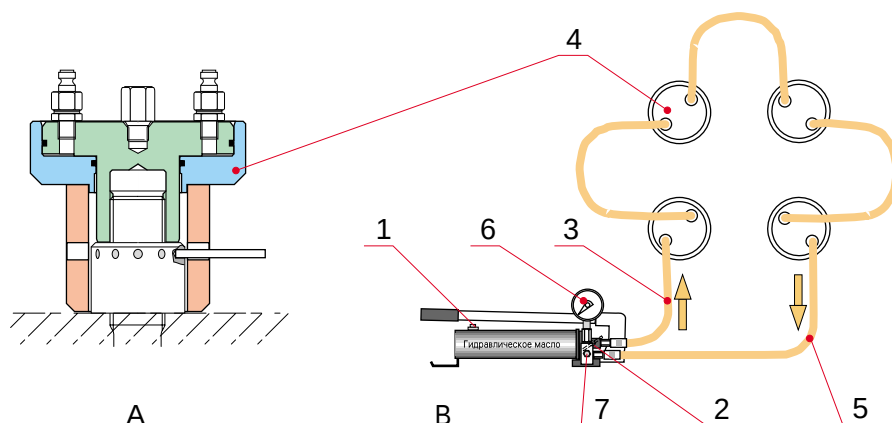


Рис 07-15

2007619316

Всегда подсоединяйте к концу последнего нагнетательного шланга манометр.

07.3.3 Разборка резьбовых соединений, затянутых гидравлически

- 1** Распорные втулки и гидроцилиндры установить согласно Рис 07-15A. Навернуть цилиндры вручную.
- 2** Подсоединить шланги к насосу и цилиндрам согласно Рис 07-15B. Открыть выпускной клапан (2) и повернуть цилиндры по часовой стрелке, чтобы вытолкнуть возможные остатки масла.
- 3** Цилиндры повернуть против часовой стрелки примерно на $3/4$ оборота (270°), гайку M42x3 (распредвал) — примерно на $2 1/2$ оборота (900°), иначе гайка застопорится цилиндром и её будет невозможно открутить.
- 4** Закрыть выпускной клапан и накачать давление до заданной величины.
- 5** Повернуть гайку против часовой стрелки примерно на пол-оборота с помощью штифта.

6 Открыть выпускной клапан и убрать набор гидравлических инструментов.

7 Открутить гайки рукой.

07.3.4 Повторная сборка резьбовых соединений, затянутых гидравлически

1 Навернуть гайки и установить распорные втулки. Вручную навернуть цилиндры

2 Шланги подсоединить к насосу и цилиндрам. Проверить, открыт ли разгрузочный клапан, и повернуть цилиндры по часовой стрелке для вытеснения возможно оставшегося масла.

3 Закрыть разгрузочный клапан и подкачать давление до заданной величины.

4 Гайки повернуть по часовой стрелке до плотного контакта с поверхностью. Использовать предназначенный для этого штифт и затянуть гайку, насколько это возможно, не ломая штифт. Постоянно поддерживать давление на заданном уровне.

5 Открыть выпускной клапан и убрать набор гидравлических инструментов.

Для обеспечения правильной затяжки гайки давление можно увеличить в два этапа. Подкачать давление до 300 бар и закрутить гайку по часовой стрелке до плотного контакта с поверхностью. Продолжать повышать давление до заданной величины и опять закрутить гайку до плотного контакта с поверхностью. На этот раз гайку следует повернуть лишь на ограниченный угол, который, однако, должен быть примерно одинаковым для всех гаек одного и того же типа.

Внимание!

Перед запуском двигателя убедиться в том, что все резьбовые соединения, которые подвергались разборке, как следует затянуты и при необходимости застопорены.

08. Неполадки в Эксплуатации, Эксплуатация в аварийных случаях

08.1

Профилактические меры

Профилактические меры, см. разделы 03 и 04. Часть неполадок требует немедленного принятия мер. Поэтому машинному персоналу необходимо внимательно изучить содержание этого раздела.

Неполадка предполагаемая причина	См. раздел, подраздел
1. Коленчатый вал не проварачивается при пуске	
а) Валоповоротное устройство включено ПРИМЕЧАНИЕ! Двигатель не может быть пущен при включенном валоповоротном устройстве. Однако, перед каждым пуском следует проверить, что устройство разобщено.	11.1.1, 11.3, 21.1
б) Давление пускового воздуха низкое, клапан на трубе подвода пускового воздуха закрыт	21.1
в) Соленоид пускового воздуха поврежден	21.
г) Отказ пусковой автоматики вне двигателя	03.1.2, 23
д) Воздушный стартер вышел из строя	21.2
е) Давление пускового воздуха высокое (>10 бар) блокировка пуска	21.1
2. Коленчатый вал проварачивается воздухом, но нет вспышки в цилиндрах двигателя	
а) Число оборотов низкое, см. 1б	
б) Устройство автоматической защиты не установлено в положение пуска	23.
в) Ограничитель нагрузки вала регулировки топливоподачи или регулятора установлен на слишком низкое значение	Рис. 22-1
г) Соленоидный клапан предельного выключателя неисправен	22.5
д) Регулятор не отвечает	22.4
е) Какая-либо из деталей системы регулировки топливоподачи заедает, что мешает подаче топлива	22.
ж) Воздух не стравлен из топливной системы и системы впрыска топлива, соединения трубок между ТНВД и форсунками не затянуты	Рис. 07-6, 16.3, 17.4
з) Топливный фильтр засорился	17.1
и) Трехходовой кран топливного фильтра неправильно установлен, клапан на трубе подвода топлива закрыт, расходный танк пустой, топливоподкачивающий насос не включен или вышел из строя	17.1
к) Очень низкая температура воздуха и двигателя (подогреть пресную воду!) при применении топлива низкой воспламеняемости	2.1
л) Подогрев или предварительная циркуляция топлива недостаточны	Рис. 02-1, 2.1.6
м) Давление сжатия низкое. Впускной или выпускной клапан заедает в открытом положении. Зазор в клапане "отрицательный" (сильный свистящий звук).	06.1
н) Регулятор неисправен.	22.

3. Вспышки в цилиндрах двигателя с перебоями, в некоторых цилиндрах полностью отсутствуют вспышки	
а) Клапаны заедают, топливоподача недостаточная, низкие температуры, см. пункт 2е, ж, з, к, л, м, 4г	
б) Топливная рейка ТНВД неправильно установлена	22.3
в) ТНВД вышел из строя (плунжер или толкатель заедает, пружина нагнетательного клапана сломана, нагнетательный клапан заедает)	16.2
г) Форсунка вышла из строя, отверстия распылителя засорились	16.4
д) Поршневые кольца вышли из строя, низкое давление сжатия	11.4.4
е) В особых случаях, когда двигатели по какой-либо причине будут работать длительное время (несколько часов) на холостом ходу, рекомендуется тщательно подрегулировать положения топливных реек ТНВД (уменьшить подачу топлива насосов тех цилиндров, которые имеют самую высокую температуру выхлопных газов, и несколько увеличить у того цилиндра или тех цилиндров, в которых вспышки отсутствуют). Регулировка должна быть произведена ступенями постепенно и разница между положениями топливных реек насосов различных цилиндров не должна превышать 1 мм.	
4. Двигатель работает неравномерно	
а) Регулятор неправильно отрегулирован (обычно недостаточная компенсация)	22.
б) См. пункт 2е	
в) Давление подачи топлива низкое	01.2
г) Вода содержится в подогретом топливе (паровая пробка в ТНВД)	2.1.3
д) Автоматика нагрузки вне двигателя (например, ВРШ) вышла из строя	23.
5. Стуки или детонация в двигателе (если сразу нельзя найти причины, немедленно остановить)	
а) Большой зазор в мотылевом подшипнике (ослабленные болты!)	06.2, 07.3
б) Пружины клапанов или пружина толкателя ТНВД сломаны	12.3
в) Впускной или выпускной клапан заедает в открытом положении	
г) Чрезмерные зазоры в клапанах	06.1, 12.2.4
д) Один или несколько цилиндров сильно перегружены, см. 3б	
е) Направляющий блок толкателей ТНВД/клапанов (многокорпусный) ослаблен	Рис. 07-4, 16.1
ж) Начинающееся заедание поршня	
з) Подогрев двигателя недостаточен при применении топлива низкой воспламеняемости	Рис. 02-1
и) Неправильная регулировка фаз газораспределения	13.2.2
6. Выхлопные газы двигателя темные	
а) Запоздывание момента начала подачи топлива (неправильное зацепление шестерни привода распредвала)	13.2.2
б) См. пункты 3б, в, г	
в) Двигатель перегружен (проверить положение топливных реек)	
г) Давление наддувочного воздуха недостаточное - вход воздуха засорился - компрессор ГТН загрязнился - воздухоохладитель засорился со стороны воздуха - турбина ГТН очень грязная	Протокол сдат.испыт. 04.7 04.4 04.9 04.5
ПРИМЕЧАНИЕ: После пуска на тяжелом топливе двигатель может дымить при работе на холостом ходу.	

7. Выхлопные газы двигателя бело-синие или бело-серые а) Ненормально высокий расход смазочного масла вследствие пропуска газов мимо поршневых колец, изношенных или поломанных маслосъемных колец или изношенных втулок цилиндров, пригоревших компрессионных колец, поставленных верхом вниз компрессионных колец, задиров колец (следы пригорания на поверхностях скольжения) б) Из двигателя иногда могут исходить бело-синие выхлопные газы после длительного холостого хода, при низкой температуре окружающей среды или кратковременно после пуска в) Бело-серые выхлопные газы вызываются утечкой воды из многоканального блока или ГТН.	03.3.5, 06.2
8. Температура выхлопных газов всех цилиндров ненормально высокая а) Двигатель сильно перегружен (проверить положения топливных реек ТНВД) б) См. пункт 6г в) Температура наддувочного воздуха высокая – воздухоохладитель засорился со стороны воды или загрязнился со стороны воздуха – температура поступающей в воздухоохладитель воды высокая, количество воды недостаточное – температура в МО ненормально высокая г) Значительные отложения во впускных и выпускных каналах в крышках цилиндров д) Высокое давление в выхлопной трубе на выходе из ГТН	Протокол сдат.испыт. 01.2 15.2 01.2 01.3 12.2.1
9. Температура выхлопных газов в одном из цилиндров выше нормальной а) Термометр/датчик выхлопных газов неисправен б) Выпускной клапан – заедает в открытом положении – зазор в клапане "отрицательный" – уплотняющие поверхности прогорели, пропуск газов в) Форсунка вышла из строя – давление открытия иглы низкое – игла распылителя заедает в открытом положении – поломалась пружина – форсунка треснула г) Запаздывание момента подачи топлива д) Недостаточная подача топлива (фильтр засорился) е) ТНВД вышел из строя, застревается топливная рейка в положении высокой нагрузки	Протокол сдат.испыт. 23.1.6 12.3 16.4 13.2.2 01.2 16.2
10. Температура выхлопных газов в одном из цилиндров ниже нормальной а) Термометр/датчик выхлопных газов неисправен б) См. пункты 2е,з, 3б,в,г в) Утечка топливной трубки высокого давления или соединений трубки г) При работе на холостом ходу, см. пункт 3 е	23.1.6 Рис. 07-6
11. Температура выхлопных газов очень неравномерна а) См. пункты 9а,в,д б) Слишком низкое давление подачи топлива: недостаточный поток через ТНВД (см. пункты 2з,и). Может вызвать большие разницы нагрузки в различных цилиндрах, хотя положения топливных реек ТНВД остаются неизменными. Опасно! Вызывает высокую термическую перегрузку отдельных цилиндров в) См. пункты 2и, 3б,в,г,д г) При работе на холостом ходу см. пункт 3 е д) Выхлопная труба или сопловой аппарат турбины частично засорены	01.2 15.1.3

12. Недостаточное давление смазочного масла или давление полностью отсутствует	01.2
а) Проверить индикатор перепада давления	23.1.6
б) Неисправен манометр, трубка к манометру засорена	23.1.6
в) Очень низкий уровень масла в поддоне картера	01.1, 18.1
г) Нарушена настройка клапана регулировки давления масла или клапан заедает	18.5
д) Неправильно установлен трехходовой кран масляного фильтра	18.8
е) Утечка в соединениях труб подвода масла	18.1
ж) Масло в значительной степени разбавлено топливом, вязкость масла чрезмерно понижена	2.2
з) Масляные трубы внутри двигателя ослабли или поломались	18.1
13. Высокое давление смазочного масла	
а) См. пункты 12б и г	
14. Высокая температура смазочного масла	01.2
а) Неисправен термометр	23.1.6
б) Недостаточное количество охлаждающей воды, проходящей через масляный холодильник (насос вышел из строя, воздух в системе, клапан закрыт), температура забортной воды высокая	19.1
в) Масляный холодильник засорился, отложения в трубках	18.6
г) Термостатический клапан вышел из строя	18.7
15. Температура выходящей охлаждающей воды ненормально высокая, большой перепад температур входящей и выходящей охлаждающей воды	01.2
а) Один из термометров неисправен	23.1.6
б) Холодильник пресной воды засорился, отложения в трубках	19.1
в) Недостаточное количество воды, проходящей через двигатель (насос пресной воды вышел из строя), воздух в системе, клапаны закрыты	19.3
г) Термостатический клапан вышел из строя	19.4
16. Вода в смазочном масле	03.3.1
а) Утечки в масляном холодильнике	18.6
б) Уплотнительные кольца кгулого сечения на втулках цилиндров пропускают (следует производить опрессовку всегда после того, как система осушалась или втулки цилиндров выпрессовывались)	10.6
в) Сепаратор масла неисправный. См. инструкцию сепаратора!	
г) Утечка в соединении НТ-воды между блоком двигателя и крышкой на стороне, противоположной приводу	19.1
17. Вода в воздушном ресивере (вытекает через спускную трубку в корпусе воздухоохладителя)	15.2.1
а) Утечки в воздухоохладителе	15.2
б) Конденсация (температура воды охлаждения наддувочного воздуха низкая)	Рис. 03-1
в) Утечка в многоцелевом корпусе	20.1
18. Частота вращения двигателя падает при постоянной либо увеличенной нагрузке	
а) Двигатель перегружен, увеличение подачи топлива предотвращается механическим ограничителем нагрузки	Рис. 22-1
б) См. пункты 2в,е,ж,з,и	
в) См. пункты 4в,г, 5ж, 19 г	

19. Двигатель останавливается а) Нехватка топлива, См. пункты 23,и б) Предельный выключатель сработал в) Автоматическое устройство защиты сработало г) Неисправен регулятор частоты вращения или привод регулятора	22.5 23.1 22.1
20. Двигатель не останавливается, хотя рукоятка остановки установлена в положение "стоп" либо подан сигнал к дистанционной остановке а) Топливная рейка ТНВД неправильно установлена 3б Произвести ручное срабатывание предельного выключателя. Если двигатель сразу не останавливается, подача топлива должна быть перекрыта как можно ближе к двигателю. До повторного пуска неисправность необходимо найти и устранить. Большая опасность разноса двигателя. б) Неисправность в остановочной автоматике. Остановить рукояткой остановки. в) Двигатель вращается генератором, гребным винтом либо соседним двигателем, подсоединенным к тому же редуктору.	23.1
21. Двигатель идет в разнос и не останавливается, несмотря на срабатывание предельного выключателя а) Топливная рейка неправильно отрегулирована, см. 3б. При возможности нагружать двигатель. Перекрыть подачу топлива. б) Остановка работающего на повышенных оборотах двигателя затруднена. Поэтому регулярно проверять настройку регулировочного механизма (положения топливных реек ТНВД). 1) при положении рукоятки остановки на "стоп" или при сработавшем предельном выключателе и положении регулятора частоты вращения на максимальную подачу топлива 2) при положении рукоятки остановки и предельного выключателя на "работа", а регулятора частоты вращения на "стоп". Эта проверка должна быть произведена всегда после того, как регулировочный механизм или ТНВД разбирались.	16.2 22.2

08.2

Эксплуатация в аварийных случаях

08.2.1 Работа с неисправным воздухоохладителем

Если водяные трубки воздухоохладителя повреждены, охлаждающая вода может проникнуть в цилиндры. Если вытекает вода или появляется водяной туман из спускной трубки на нижней части корпуса воздухоохладителя, проверить, имеется ли ввиду охлаждающая вода или конденсат. Если вода образуется от конденсации, уменьшить охлаждение (см. раздел 03., стр. 03-1). Если вода охлаждающая, немедленно остановить двигатель и заменить воздухоохладитель запасным.

В случае отсутствия запасного воздухоохладителя, как аварийные, допускаются следующие меры:

1 Демонтировать воздухоохладитель для ремонта и плотно закрыть отверстие в корпусе воздухоохладителя. Подсоединить подачу охлаждающей воды непосредственно к холодильнику смазочного масла. Отремонтировать воздухоохладитель, например, заглушить пропускающие трубки заглушками.

Примечание!

Это влияет на поток воды к масляному холодильнику и температура масла повышается.

2 Работа после частичного глушения трубок, после отключения или полного снятия воздухоохладителя. Мощность двигателя должна быть ограничена так, чтобы температура выхлопных газов по цилиндрам не превышала температуры выхлопных газов для дизеля, работающего в нормальных условиях при полной нагрузке.

В газотурбонагнетателе может возникнуть помпаж, прежде чем допустимые температуры выхлопных газов будут достигнуты. В подобном случае необходимо еще снизить нагрузку двигателя во избежание постоянного помпажа.

08.2.2 Работа с неисправным ГТН

См. раздел 15, подраздел 15.1.6.

08.2.3 Работа с сломанными кулачками

Если секция распредвала с сломанными кулачками не может быть снята либо заменена новой, двигатель может продолжать работать при условии принятия следующих мер:

a) а) Кулачки ТНВД

Слегка поврежденные:

Установить топливную рейку ТНВД в нулевое положение и застопорить ее проволокой, обматываемой на насос.

Сильно поврежденные:

Застопорить ролик толкателя ТНВД в верхнем положении. См. раздел 16.

Внимание!

Крутильные колебания и другие колебания, см. раздел 08, подраздел 08.2.5.

Когда двигатель работает с топливным насосом, выключенном на длительное время, необходимо снять штанги толкателей впускных и выпускных клапанов, а индикаторный кран соответствующего цилиндра следует открывать раз в час для удаления скопившегося топлива.

Предупреждение!

Масляный туман, вытекающий из индикаторного крана может вызвать пожар.

При работе с одним отключенным цилиндром следует снизить нагрузку двигателя для предупреждения превышения номинальной температуры выхлопных газов из остальных цилиндров.

б) Кулачки клапанов

Перекрыть подачу топлива к данному цилиндру, см. раздел 16. Снять толкатели и штанги толкателей клапанов данного цилиндра. Поставить на место защитные трубки штанг толкателей.

Внимание!

Крутильные колебания и другие колебания, см. раздел 08, подраздел 08.2.5.

При работе с одним выключенным цилиндром следует снизить нагрузку двигателя для предупреждения превышения номинальной температуры выхлопных газов из остальных цилиндров.

08.2.4 Работа с демонтированным поршнем и шатуном

Если повреждение поршня, шатуна или мотылевого подшипника не может быть устранено, допускается аварийная работа при условии принятия следующих мер:

- 1** Снять поршень с шатуном
- 2** Перекрыть масляное отверстие в мотылевой шейке подходящим хомутом и застопорить его.
- 3** Установить крышку цилиндра в собранном виде без штанг толкателей клапанов
- 4** Отключить топливный насос (раздел 16).

Внимание!

Крутильные колебания и другие колебания, см. раздел 08, подраздел 08.2.5.

При работе с одним отключенным цилиндром следует снизить нагрузку двигателя для предупреждения превышения номинальной температуры выхлопных газов из остальных цилиндров.

Если в газотурбонагнетателе возникает помпаж, следует еще снизить нагрузку во избежание постоянного помпажа.

Работа без поршня с шатуном одного или более цилиндров должна допускаться только в крайне аварийных случаях, когда для продолжения плавания не предоставляется другой возможности.

08.2.5 Крутильные колебания и другие колебания

При работе двигателя с одним или несколькими выключенными цилиндрами, балансировка двигателя нарушается, что может вызвать сильные, даже опасные колебания. Условия возникновения колебаний в практике зависят от типа установки, однако, для работы с отключенными цилиндрами можно дать следующую общую рекомендацию.

В установках с переменной частотой вращения надо работать, если возможно, на самой низкой частоте вращения согласно разделу 08.2.4.

10. Блок цилиндров, поддон картера и втулка цилиндра

10.1

Блок цилиндров и крышки

Данные и размеры

Материал: Чугун с шаровидным графитом:

1 480 кг (4L20)

1 805 кг (5L20)

2 080 кг (6L20)

2 650 кг (8L20)

2 950 кг (9L20)

Давление при опрессовке: 8 бар

10.1.1 Общее описание

Блок цилиндров изготовлен из чугуна с шаровидным графитом и отлит монолитно. Он очень жесткий и сконструирован с учетом минимальных концентраций напряжения и деформации. Часть системы охлаждающей воды, включая распределительные трубы воды цилиндров так же, как и канавки смазочного масла и ресивер наддувочного воздуха встроены в блок цилиндров.

Крышки рамовых подшипников подвешенные и несут коленчатый вал, закреплены с помощью гидравлически затянутых шпилек, две из которых установлены снизу и две горизонтально (для крышки опорно-упорного подшипника лишь один горизонтальный болт). Вкладыши подшипников фиксируются от перемещения в осевом направлении с помощью выступов, обеспечивающих их правильную установку. Комбинированный опорно-упорный подшипник/подшипник маховика расположен на стороне привода.

Втулочные вкладыши подшипников распредвала запрессованы в отверстия, расточенные непосредственно в блоке цилиндров.

Каждая крышка люка картера так же, как и другие люки из легкого сплава, уплотняется с блоком цилиндров с помощью резинового уплотнения и четырех болтов. Некоторые крышки люков картера с задней стороны двигателя снабжены предохранительными клапанами, понижающими избыточное давление в картере для предотвращения взрыва. В одной из крышек имеется центробежный масляный фильтр. Одну крышку можно выборочно снабдить горловиной для заполнения маслом.

Торцевые крышки изготовлены из чугуна. Крышки уплотняются к блоку цилиндров с помощью уплотняющего состава.

Кроме того, картер снабжен трубой вентиляции картера с невозвратным клапаном. Эта труба должна быть выведена из машинного отделения.

10.2

Опоры двигателя

Данные и размеры

Материал: Чугун с шаровидным графитом

Вес: 27.3 кг

Двигатель снабжен четырьмя (шестью) закрепленными болтами опорами (лапами). Данная система обеспечивает отличную упругость для оптимизации установки. Опоры изготовлены из чугуна с шаровидным графитом.

10.3

Масляный поддон картера

Данные и размеры

Материал: Листовая сталь

Вес: 632 кг (4L20)

4L20 включая балансировочный вал

223 кг (5L20)

189 кг (6L20)

232 кг (8L20)

269 кг (9L20)

Объем масла: 270 л (4L20)

320 л (5L20)

380 л (6L20)

490 л (8L20)

550 л (9L20)

Легкий поддон картера сварной конструкции (литой для 4L20) прикреплён к блоку цилиндров снизу и уплотнён резиновым уплотнением. Всасывающие трубы к масляному насосу и сепаратору, а также главный масляный распределительный коллектор для подшипников коленчатого вала размещены внутри поддона картера.

Масломерная рейка установлена в одну из крышек картера. Масломерная рейка показывает максимальный и минимальный пределы между которыми может находиться уровень масла. Необходимо поддерживать уровень масла близко к макс. метке и никогда не допускать снижения ниже мин. метки. Метки показывают уровень масла работающего двигателя. Одна сторона масломерной рейки имеет градуировку в сантиметрах. Данную шкалу можно использовать при проверке расхода смазочного масла.

10.4

Рамовые подшипники

Данные и размеры

Вес крышки подшипника: 22 кг

Рамовый подшипник скольжения разъемного типа, двухслойной конструкции. Верхний вкладыш подшипника снабжен масляной канавкой, а в нижнем вкладыше она отсутствует. Опорно-упорный подшипник, расположенный на стороне привода, имеет аналогичную конструкцию.

10.4.1 Демонтаж рамового подшипника

1 Снять крышки люков картера с обеих сторон подшипника с каждой стороны двигателя.

2 Отдать боковые болты данного подшипника а также обоих соседних подшипников. Использовать комбинацию приспособлений 822001, 803001 и 820009, см. раздел 05.

3 Отдать гайки шпилек данного рамового подшипника. Поставить распорные втулки 861156 на место и установить штифт 861025 в паз для фиксации втулок, см. Рис 10-2.

4 Навернуть гидравлическое приспособление 861159 и отдать гайки рамового подшипника.

5 Снять гидравлическое приспособление и распорные втулки.

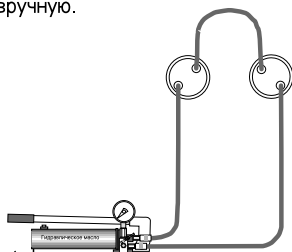
6 Отдать боковые болты крышки рамового подшипника, которую надо опустить.

7 Снять гайки шпилек рамового подшипника и опустить опустить крышку рамового подшипника.

8 Снять нижний вкладыш подшипника.

РАЗБОРКА

1. Навернуть цилиндры вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Навернуть цилиндры 180 ° против часовой стрелки.
4. Закрыть клапан, поднять давление.
5. Открыть гайку приблизительно пол оборота.
6. Открыть разгрузочный клапан, снять приспособление.

Разборка и сборка рамового подшипника

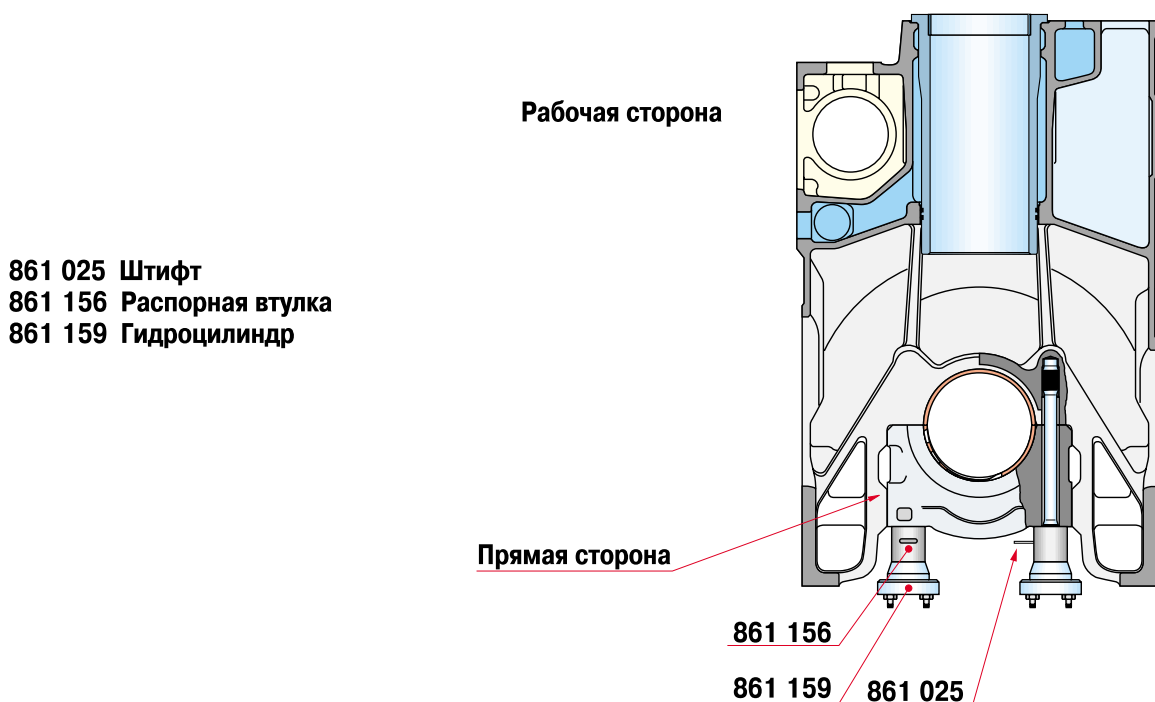


Рис. 10-1

201052r9601

9 Вставить поворотное приспособление 851001 в радиальное масляное отверстие в рамовой шейке, см. Рис 10-1.

10 Осторожно провернуть коленчатый вал до тех пор, пока верхний вкладыш подшипника не провернется на 180° и не может быть снят.

11 Закрывать клейкой лентой радиальные масляные отверстия в рамовой шейке.

Примечание!

Для поддержания коленчатого вала требуется, чтобы, по крайней мере, каждый третий рамовый подшипник одновременно находился на своем месте.

Использование поворотного приспособления для вкладыша подшипника

1. Верхний вкладыш рамового подшипника

2. Поворотное приспособление для рамового подшипника (851 001)

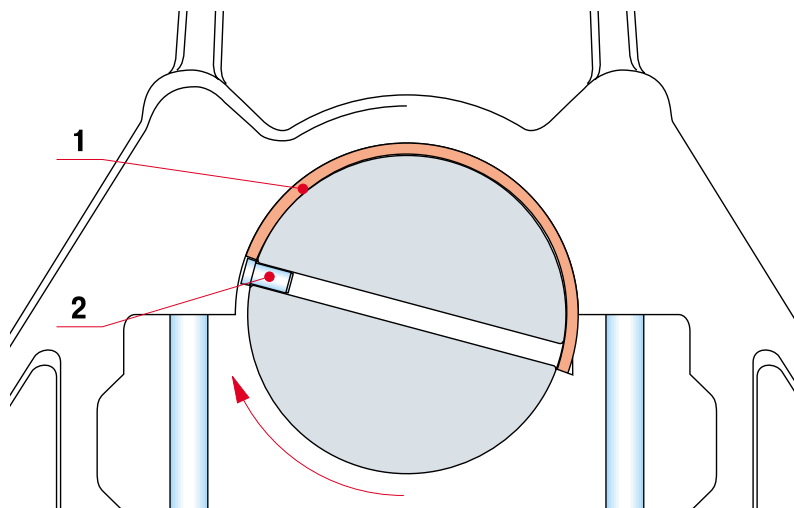


Рис. 10-2

201053r9314

10.4.2 Осмотр рамовых подшипников и шеек

Промыть вкладыши и убедиться в отсутствии износа, задиров и других дефектов. Если подшипник изношен или поврежден, заменить оба вкладыша подшипника и проверить состояние остальных подшипников.

Величину износа определяют путем замера толщины нижних вкладышей. Для этой цели применить микрометр со сферической контактной поверхностью. Соблюдать указанные в Разделе 06.2 предельные значения. В случае, если толщина вкладышей не стала меньше предельно допустимого значения и если разность показаний всех нижних вкладышей по толщине составляет не более 0,03 мм, вкладыши допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Обозначить новые подшипники соответствующими номерами подшипников.

Чистота поверхности рамовых шеек должна быть проверена. Повреждения шейки, т.е. шероховатость поверхности шейки, царапины, следы от ударов и т.п., следует отполировать. Если после длительного периода работы появляется значительный неравномерный износ, раздел 06.2, коленчатый вал может быть перешлифован и установлен с вкладышами ремонтного размера.

Не допускается шабрение, либо другие способы обработки вкладышей, гнезд или постелей. Допускается лишь местное удаление заусенцев.

10.4.3 Сборка рамового подшипника

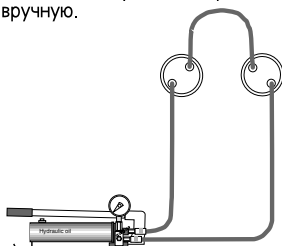
- 1** Очень тщательно очистить вкладыши, гнездо рамового подшипника и рамовую шейку.
- 2** Снять защитную ленту с масляных отверстий шейки и смазать шейку чистым машинным маслом.
- 3** Смазать рабочую поверхность, спинку и торцевые поверхности верхнего вкладыша подшипника чистым смазочным маслом. Вкладыш подшипника может быть поврежден до негодности (деформирован) во время сборки, если его не тщательно смазывают.
- 4** Вставить торец вкладыша в зазор между шейкой и постелью подшипника так, чтобы его направляющий выступ вошел в масляную канавку, и протолкнуть его рукой насколько это возможно (рекомендуется по 2/3 его длины).
- 5** Вставить поворотное приспособление 851001 в радиальное масляное отверстие в рамовой шейке и осторожно поворачивать коленчатый вал до тех пор, пока вкладыш не встанет на свое место. Следить за тем, чтобы выступ входил в масляную канавку без повреждений.

Внимание!

Вкладыш может деформироваться до негодности, если его вмонтируют силой.

СБОРКА

1. Навернуть гайки, присоединить распорные втулки. Навернуть цилиндры вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Закрыть клапан и нагнетать давление до заданного значения.
4. Навернуть гайки до плотного прилегания к поверхности.
5. Открыть клапан и снять приспособление.

- 6** Снять поворотное приспособление.
- 7** Смазать рабочую поверхность подшипника, спинку и оба торцы нижнего вкладыша чистым маслом и вложить его в гнездо подшипника.
- 8** Поднимать гнездо рамового подшипника пока смазанные боковые болты не могут быть навернуты вручную в гнездо подшипника.
- 9** Затянуть боковые болты на рабочей стороне до 365 Нм.
- 10** Навернуть гайки рамового подшипника вручную.
- 11** Поставить распорные втулки на место 861156 на гайки гнезда подшипника и вставить штифты 861025, см. Рис 10-1.
- 12** Поставить гидравлическое приспособление 861159 на место и затянуть гайки рамового подшипника.
- 13** Затянуть боковые болты на стороне управления (прямая сторона гнезда подшипника) до полного момента!
- 14** Затянуть боковые болты с противоположной управлению стороны до полного момента.

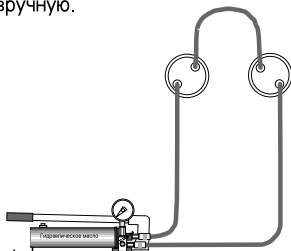
10.5

Опорно-упорный подшипник маховика

10.5.1 Демонтаж опорно-упорного подшипника маховика

РАЗБОРКА

1. Навернуть цилиндры вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Навернуть цилиндры 180 ° против часовой стрелки.
4. Закрыть клапан, поднять давление.
5. Открыть гайку приблизительно пол оборота.
6. Открыть разгрузочный клапан, снять приспособление.

1 Снять самые близкие к маховику крышки люков картера, включая крышку предохранительного клапана на задней стороне и боковую крышку со стороны маховика.

2 Снять блок масляного насоса с двигателя. Закрепить блок ремнем перед открытием крепежных болтов. Открыть все соединения труб к блоку перед открытием крепежных болтов блока. Закрыть отверстия масляной системы.

3 Снять масляную трубу между масляным поддоном и блоком масляного охладителя.

4 Снять масляные трубы к подшипнику промежуточной шестерни масляного насоса и к форсункам промежуточной шестерни распревала.

5 Снять крышку вала промежуточной шестерни масляного насоса.

6 Снять торцевую крышку маховика. Сначала надо снять половинку задней стороны, а потом половинку рабочей стороны.

7 Отдать боковой болт опорно-упорного подшипника и боковые болты соседнего подшипника. Использовать комбинацию приспособлений 822001, 803001 и 820009, см. Главу 05. Учесть, что опорно-упорный подшипник имеет только один боковой болт!

8 Отдать гайки шпилек опорно-упорного подшипника. Поставить распорные втулки 861156 на место и вставить штифт 861025 в паз для фиксации втулок.

9 Навернуть гидравлическое приспособление 861159 на место и отдать гайки опорно-упорного подшипника.

10 Снять гидравлическое приспособление и распорные втулки.

11 Отдать боковой болт гнезда опорно-упорного подшипника. Использовать комбинацию приспособлений 822001.

12 Отдать гайки шпилек опорно-упорного подшипника и опустить гнездо опорно-упорного подшипника.

13 Снять нижний вкладыш подшипника и упорные полукольца.

14 Вставить поворотное приспособление 851001 в радиальное масляное отверстие в рамовой шейке.

15 Провертывать коленчатый вал осторожно до тех пор, пока вкладыш подшипника не развернулся на 180° и не может быть снят.

16 Снять упорные шайбы.

17 Закрыть клейкой лентой два радиальных масляных отверстия в рамовой шейке.

10.5.2 Осмотр опорно-упорных подшипников маховика

Проверить вкладыши подшипников таким же образом, как и рамовые подшипники. Расположенные на одной стороне упорные полукольца должны заменяться попарно.

10.5.3 Монтаж опорно-упорного подшипника маховика

- 1** Очень тщательно очистить упорные полукольца, вкладыши, гнездо и шейку вала.
- 2** Снять защитную ленту с радиальных отверстий и смазать шейку чистым моторным маслом.
- 3** Смазать рабочую поверхность, спинку и оба торцы верхнего вкладыша чистым маслом. Вкладыш подшипника может быть поврежден до негодности (деформирован) во время установки, если его не смазывают тщательно.
- 4** Вставить конец вкладыша в паз между шейкой и подшипниковым сверлением и втолкнуть его рукой как можно глубже (рекомендуется по 2/3 его длины).
- 5** Вставить поворотное приспособление 851001 в радиальное масляное отверстие шейки и осторожно повертывать коленчатый вал до тех пор, пока вкладыш не встанет на свое место.

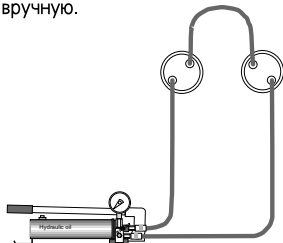
Осторожно!

Вкладыш может деформироваться до негодности, если его монтируют силой.

- 6** Снять поворотное приспособление.
- 7** Смазать рабочие поверхности и спинки верхних упорных полуколец чистым смазочным маслом и рукой втолкнуть их на свое место. Для облегчения монтажа упорных полуколец коленвал может быть сдвинут в осевом направлении в ту или иную сторону.
- 8** Смазать рабочую поверхность, спинку и оба конца нижнего вкладыша подшипника чистым смазочным маслом и вставить его на свое место в гнездо подшипника.
- 9** Смазать рабочие поверхности нижних упорных полуколец чистым смазочным маслом и поставить их на место по направляющим штифтам гнезда подшипника.
- 10** Поднимать гнездо подшипника пока смазанный боковой болт не может быть наведен в гнездо подшипника вручную.
- 11** Затянуть боковые болты на стороне управления до 365 Нм.
- 12** Затянуть гайки шпилек рамового подшипника вручную.
- 13** Установить распорные втулки 861156 на место на гайки крышки подшипника и вставить шпильки 861025.
- 14** Установить гидравлическое приспособление 861159 на место и затянуть гайки рамового подшипника.
- 15** Затянуть боковые болты на стороне управления (прямая сторона гнезда подшипника) до полного момента!

СБОРКА

1. Навернуть гайки, присоединить распорные втулки. Навернуть цилиндры вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Закрыть клапан и нагнетать давление до заданного значения.
4. Навернуть гайки до плотного прилегания к поверхности.
5. Открыть клапан и снять приспособление.

16 Проверить осевой зазор коленвала.

17 Установить торцевую крышку маховика. Половинку стороны управления надо установить первой, а затем половинку задней стороны.

18 Установить крышку вала промежуточной шестерни масляного насоса.

19 Установить все масляные трубы.

20 Установить блок масляного насоса и проверить зазор.

21 Установить крышки картера, и боковые крышки со стороны маховика и остальные масляные трубы.

10.5.4 Замер осевого зазора опорно-упорного подшипника

1 Смазать подшипники, запустив на несколько минут насос предварительной прокачки.

2 Установить индикатор, например, на плоскую торцевую поверхность маховика.

3 Сдвинуть коленвал подходящей рукояткой в любом направлении до соприкосновения с опорно-упорным подшипником.

4 Установить индикатор на ноль.

5 Сдвинуть коленвал в противоположном направлении и определить осевой зазор по индикатору.

10.6

Втулка цилиндра

Данные и размеры:

Материал: Специальный серый чугун
 Вес: 41 кг
 Давление опрессовки: 10 бар

10.6.1 Описание

Втулка цилиндра изготовлена из специального, стойкого к износу чугуна. Втулка мокрого типа. Верхняя часть втулки уплотняется к блоку металлически, а нижняя часть двумя уплотнительными кольцами. Во избежание опасности лощения поверхности, втулка снабжена нагаросъемным кольцом в верхней части.

10.6.2 Уход за втулкой цилиндра

После каждой переборки поршня необходимо проверять втулку. Проверить внутреннюю поверхность на отсутствие износа и других повреждений. Внутреннее сверление надо измерить по трем высотам, по продольной и поперечной линии двигателя. Если зеркало изношено или заложено, втулку необходимо хонинговать. Большой расход смазочного масла может быть индикацией того, что втулки изношены или поверхности зеркала заложены.

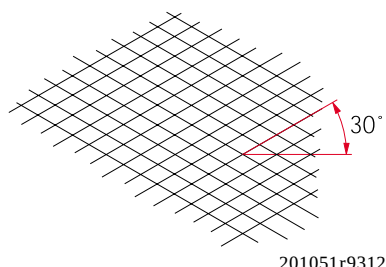
Примечание!

Овальность сверления втулки цилиндра невозможно устранить только хонингованием.

10.6.2.1 Хонирование внутреннего сверления втулки цилиндра

Поршни и шатуны надо снять. Использовать крышки или пластиковую пленку для защиты всех деталей двигателя от механических частиц, возникающих во время процесса. Не допускается попадание механических частиц от хонирования в масляный поддон. Инструкции по хонированию:

- Хонирование производится методом "хонирования на плато" (Plateau honing).
- Следует использовать лишь керамические хонировальные камни с шероховатостью 80 и 400. Обработку камнями с шероховатостью 80 продолжают пока по всей залощенной поверхности втулки не появились следы от хонирования. Камнем с шероховатостью 400 сделать около 30 рабочих ходов для отделки поверхности.
- Угол восхождения следов от хонирования крест на крест должен быть 30° , что достигается совмещением, например, 40 ходов/мин со скоростью вращения 100 об/мин.
- Для охлаждения рекомендуется хонировальное масло, но допускается также легкое топливо с вязкостью 2–15 сСт.
- После хонирования поверхность втулки необходимо тщательно очистить подходящей щеткой и водой (лучше горячей) с мылом или моющей жидкостью или дизельным топливом. Вытереть втулку насухо ветошью и смазать моторным маслом для предотвращения коррозии.



Примечание!

После хонирования втулки цилиндра поршневые кольца необходимо заменить на новые.

После хонирования выполнить программу обкатки, раздел 03.

10.6.3 Демонтаж втулки цилиндра

Рекомендуется повернуть коленвал до ВМТ и провставить кусок пластмассовой пленки непосредственно через картер над шейкой для предотвращения попадания охлаждающей воды и грязи в масляный поддон.

- 1** Слить охлаждающую воду из двигателя.
- 2** Снять крышку цилиндра, см. Раздел 12.
- 3** Вынуть поршень вместе с шатуном, см. Раздел 11.
- 4** Установить приспособление 836001 для снятия втулки цилиндра согласно Рис 10-3.
- 5** Затягивать гайку (1) вытяжного болта пока втулка не будет закреплена в съемник.
- 6** Извлечь втулку из блока двигателя.

Демонтаж и выемка втулки цилиндра

1. Гайка

836 001 Приспособление для демонтажа и подъема втулки цилиндра

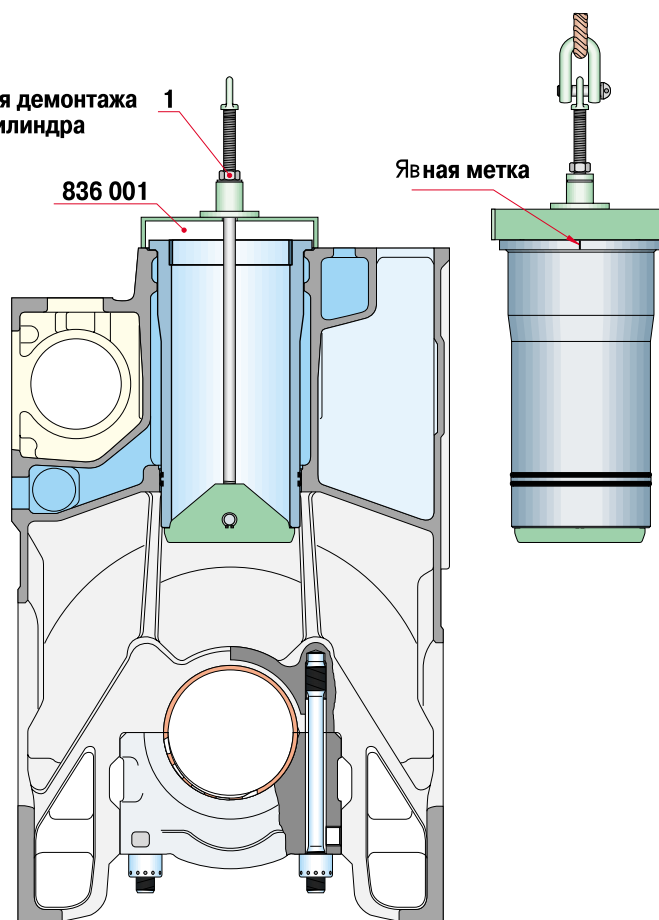


Рис. 10-3

201054r9601

10.6.4 Осмотр втулки цилиндра

Очистить водяную полость втулки цилиндра. Водяную полость втулки цилиндра можно очистить от отложений стальной щеткой.

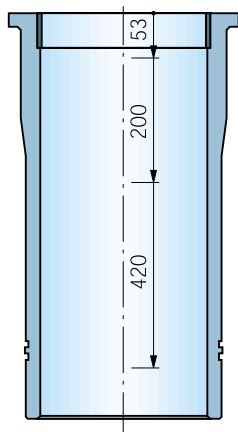
10.6.5 Монтаж втулки цилиндра

Если снята больше чем одна втулка цилиндра, убедиться в том, чтобы втулки были установлены в те же цилиндры, в которых они находились перед переборкой. Втулки замаркированы номерами цилиндров.

1 Убедиться в чистоте и исправности всех направляющих и контактных поверхностей между блоком и втулкой цилиндра.

2 Проверить чистоту канавок под уплотнительные кольца на втулке цилиндра и надеть на них новые кольца.

3 Смазать нижние уплотнительные кольца и уплотнительные поверхности консистентной смазкой или чистым смазочным маслом.



201050r9601

- 4** Установить подъемное приспособление.
- 5** Нанести уплотнительный состав на уплотнительные поверхности между верхней частью цилиндрической втулки и водяной полостью блока двигателя, см. Рис 10-4
- 6** Осторожно опустить втулку в отверстие в блоке цилиндров. Когда нижнее уплотнительное кольцо прикасается к блоку, развернуть втулку таким образом, чтобы метка на втулке была направлена в сторону привода. Далее опустить и запрессовать втулку на место вручную.

Монтаж цилиндрической втулки

1. Уплотнительное кольцо

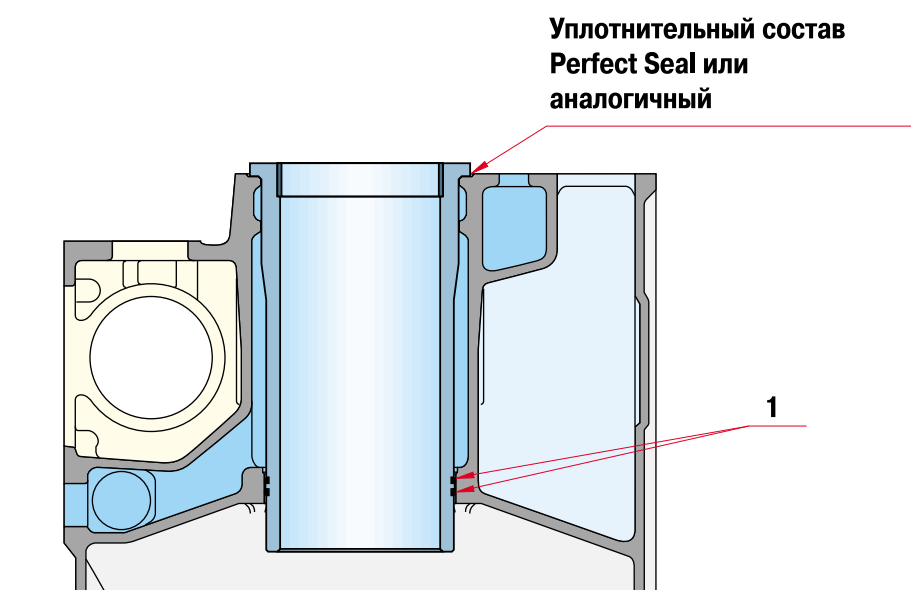


Рис. 10-4

201055r9849

- 7** Проверить внутренний диаметр втулки цилиндра.
- 8** Вмонтировать поршень вместе с шатуном.
- 9** Установить крышку цилиндра и вновь залить систему охлаждающей водой.
- 10** Проверить состояние уплотнительных колец со стороны картера при циркулирующей в системе воде. Подавать давление 3 бара.

11. Кривошипно-шатунный механизм: Коленвал, шатун, поршень

11.1

Коленвал

Технические данные и размеры	
Материал:	кованая легированная сталь
Масса:	750 кг (4L20) 770 кг (5L20) 790 кг (6L20) 1000 кг (8L20) 1110 кг (9L20)

11.1.1 Описание коленвала

Цельный коленчатый вал изготовлен ковкой и снабжен двумя противовесами на цилиндр. Каждый противовес закреплен двумя винтами. На двигателе 4L20 противовесы встроенного типа.

На приводном конце двигателя коленчатый вал оборудован шевронным сальником для уплотнения картера. Осевой зазор ограничивается комбинированным упорным подшипником / подшипником маховика. Установленная горячей посадкой шестерня привода распредвала расположена на приводном конце.

Коренные подшипники описаны в главе 10.

На заднем конце вала имеется шестерня для привода водяных насосов и масляного насоса. Обычно устанавливается также гаситель вибрации (отдельная инструкция по гасителю вибрации прилагается, если двигатель оборудован им).

Коленчатый вал может вращаться с помощью ручного механизма проворачивания двигателя, воздействующего на маховик.

Смазочное масло подается через отверстия боковых шпилек в блок цилиндров на коренные подшипники. Масло течет далее с коренных подшипников через отверстия в коленвале на подшипник нижней головки шатуна и вверх в шатун и поршень. Благодаря особой конструкции отверстий в коленвале поток масла на шатун пульсирующий. Масло может протекать только в одном направлении.

11.1.2 Балансировка коленчатого вала

Технические данные и размеры	
Материал:	Стальная пластина
Масса:	21 кг

Коленчатый вал балансируется с помощью противовесов на щеках кривошипа, по два противовеса на цилиндр. Противовесы крепятся к щеке кривошипа двумя винтами (на двигателе 4L20 противовесы встроенного типа).

Внимание!

Противовес всегда должен монтироваться с установочным пальцем для того, чтобы обеспечить его правильное положение, см. Рис 11-1

Расположение противовесов

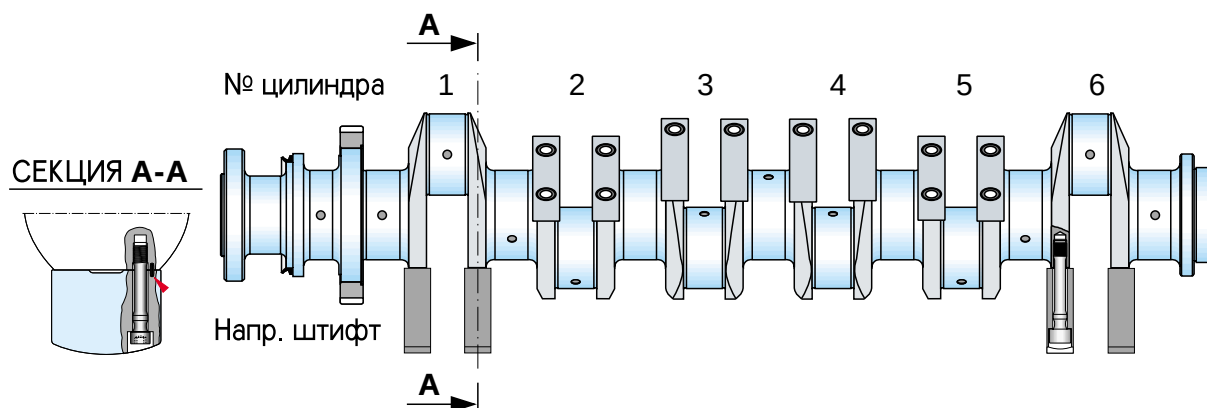


Рис 11-1

201159R9601

11.1.3 Центровка коленвала

1 Повернув колено первого цилиндра, установить его около НМТ (нижней мёртвой точки) и закрепить стрелочный индикатор коленчатого вала по центровым меткам на двух щеках коленвала. Расстояние между индикатором и шатуном должно быть как можно меньшим.

2 Установить индикатор на ноль.

3 Снять значения отклонений, поворачивая кривошип назад, в сторону ВМТ (верхней мертвой точки), рабочей стороны и НМТ. Записать считанные значения в формуляр "Центровка коленчатого вала".

Внимание!

В процессе центровки коленчатого вала его следует вращать только в направлении против часовой стрелки.

4 Повторить процедуру на других цилиндрах.

5 Следующие пределы выверочных отклонений указаны для двигателя при нормальной рабочей температуре (в течение 5 минут после работы при нагрузке не менее 60% в течение не менее 6 часов):

a) на одном кривошипе

Разница между двумя диаметрально противоположными показаниями не должна превышать 0,04 мм после установки или повторной центровки. Повторная центровка необходима в случае, если этот предел превышен более чем на 0,02 мм.

b) на двух смежных кривошипах

Разница между двумя соответствующими показаниями не должна превышать 0,04 мм. Если этот предел превышен, требуется повторная центровка.

с) при расположении шатунной шейки цилиндра 1 в ВМТ (показание С)

Показание должно быть отрицательным, не более $-0,04$ мм ($-0,08$ мм при гибком соединении).

Перед юстировкой двигателя и приводимого им оборудования необходимо выполнить контрольный обмер коренных подшипников.

Внимание!

Если двигатель имеет нормальную температуру окружающей среды, то соответствующие величины должны быть основаны на практическом опыте, приобретенном на данной установке.

Положение индикатора и снятие показаний

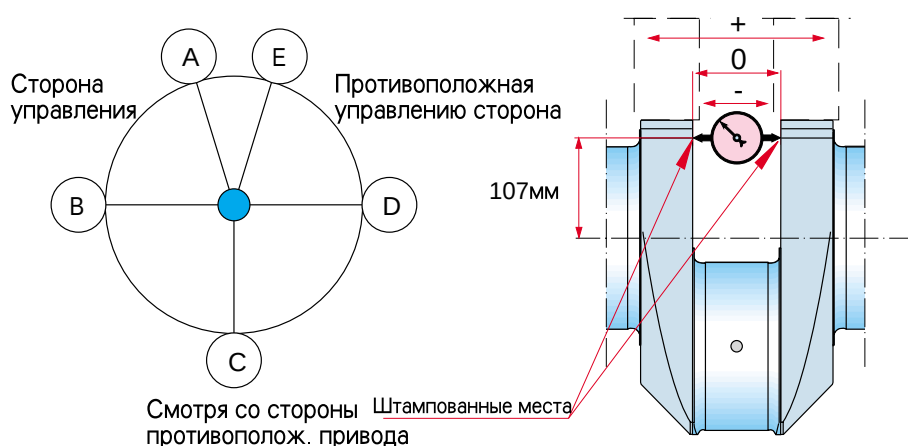


Рис 11-2

201153R9601

11.2

Маховик

Технические данные и размеры
Материал: Стальная пластина
Масса: около 350 кг

11.2.1 Общее описание маховика

Стальной маховик закреплен на коленвале посредством четырех потайных и четырех обычных винтов. Правильность положения маховика обеспечивается тремя меньшими винтами.

На маховике установлен зубчатый обод.

На маховик нанесена шкала угла поворота коленвала. Шкала начинается с нуля, соответствующего ВМТ цилиндра 1, и разделена на 360° угла коленвала. Положения ВМТ отмечены для всех цилиндров.

Индикатор положения маховика снабжен шкалой для считывания угла поворота коленвала двигателя с точностью в один (1) градус по градуировке, нанесенной на маховик.

Считывание показаний индикатора положения маховика

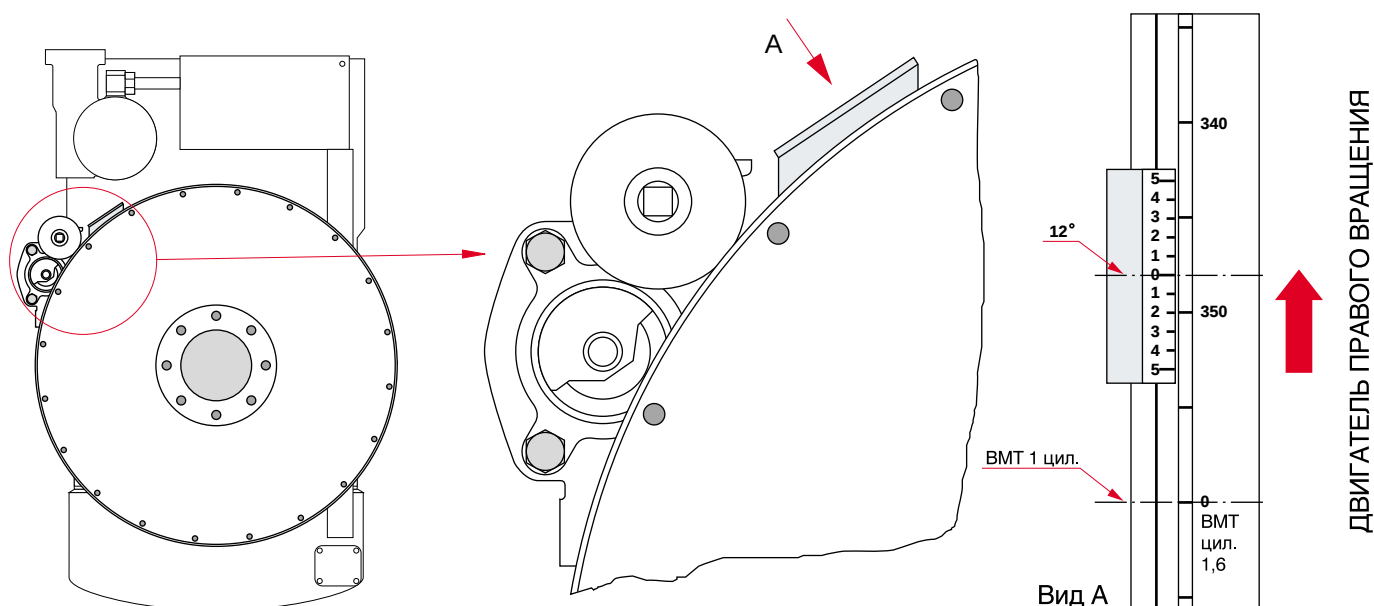


Рис 11-3

201169R0119

11.2.2 Замена зубчатого обода

Если зубчатый обод поврежден или изношен, его можно заменить, не демонтируя маховик, следующим образом:

- 1** Открутить винты крепления зубчатого обода и снять его с маховика.
- 2** Разрезать обод на подходящие куски. Следить за тем, чтобы при выполнении этой операции не повредить маховик.
- 3** Запасной зубчатый обод поставляется в виде двух частей, которые легко монтируются на маховике. Дополнительные резьбовые отверстия для концов частей обода подготовлены на заводе-изготовителе.
- 4** Установить на место части зубчатого обода и затянуть винты крепления с указанным моментом, см. раздел 07.1.
- 5** Проверить длину базовой нормали на указанном числе стянутых зубьев, см. Рис 11-4.

Длина базовой нормали на указанном числе стянутых зубьев

1. Обод колеса

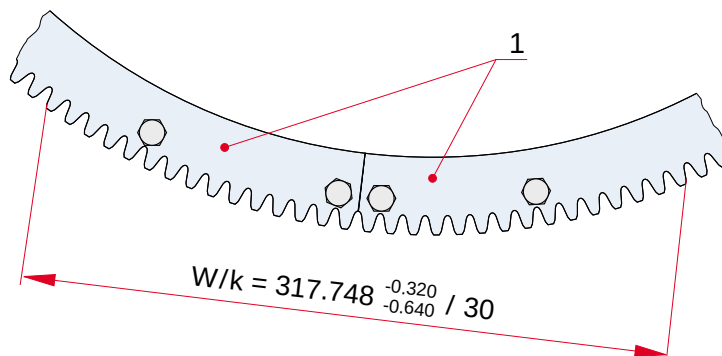


Рис 11-4

201161R9418

11.3

Механизм проворачивания двигателя

Коленчатый вал может вращаться с помощью ручного механизма проворачивания двигателя, воздействующего на маховик. Механизм проворачивания двигателя состоит из зубчатой передачи, приводимой в действие храповым механизмом. Направление вращения может изменяться изменением положения собачки храпового механизма.

Внимание!

Не допускается пуск двигателя при зацепленном механизме ручного проворачивания коленвала.

11.4

Шатун и поршень

11.4.1 Общее описание шатуна

Технические данные и размеры
Материал: Специальная сталь,
объемная штамповка
на падающем молоте
Масса: 38 кг
Тип подшипника: Биметаллический
подшипник

Шатун представляет собой изделие, изготовленное объемной штамповкой на падающем молоте, с Н-образной секцией вала. Нижняя головка шатуна имеет раздельную ступенчатую конструкцию и точную зазубренность соприкасающихся поверхностей. Такая конструкция обеспечивает возможность извлечения шатуна через гильзу цилиндра при максимальном возможном диаметре шатунной шейки.

Вкладыши подшипников нижней головки шатуна для правильной сборки снабжены направляющими осевыми выступами. Конструкция коленвала позволяет использовать верхний вкладыш подшипника без канавок.

Две соединительные шпильки шатуна затягиваются с помощью гидравлики.

Втулка подшипника поршневого пальца имеет ступенчатую конструкцию, обеспечивающую большую несущую поверхность на сильнее нагруженной нижней стороне. Она смазывается через отверстия в шатуне.

Поршневой палец имеет плавающую конструкцию и закрепляется в осевом направлении посредством фиксирующих колец. Поток масла из шатуна проходит через поршневой палец и далее вверх на поршень. В торцах поршневого пальца имеются пробки, установленные горячей посадкой.

Технические данные и размеры

Составной поршень

Материал юбки: Зернистый чугун
или ковкая сталь

Материал головки: Кованая сталь

Винт: 10,9

Масса: 22 кг

11.4.2 Общее описание поршня

Поршень имеет составную конструкцию с юбкой из зернистого чугуна или ковкой стали и кованую стальную головку, соединенные между собой резьбовым соединением. бка поршня имеет фосфатно-графитовое покрытие.

Головка поршня охлаждается смазочным маслом с помощью эффекта коктейльного шейкера. Смазочное масло поступает из коренного подшипника через отверстия в коленвале на подшипник нижней головки и далее, через отверстия в шатуне, поршневой палец и юбку поршня, вверх на охлаждающую рубашку, откуда затем сливается обратно в масляный поддон.

Поршни оснащены запатентованной системой смазки юбки фирмы Wartsila.

Камера сгорания в головке поршня глубокая, не допускающая попадания струй топлива на гильзу цилиндра.

Канавки компрессионных колец закалены для повышения износостойчивости.

Внимание!

Поршни требуют особо осторожного обращения. Необходимо следить за тем, чтобы не нарушить фосфатно-графитное покрытие.

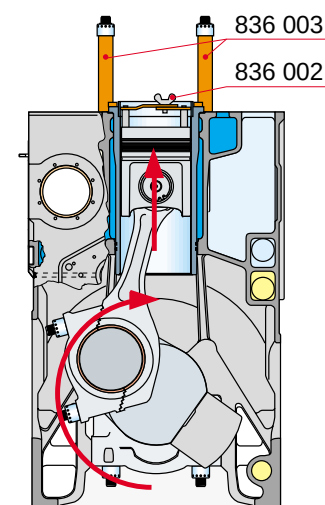
Комплект поршневых колец состоит из двух компрессионных колец и одного подпружиненного маслосъемного кольца. Каждое кольцо в этом комплекте имеет свой размер и профиль, соответствующие его назначению. Верхнее кольцо имеет специальное износостойчивое покрытие. Второе компрессионное кольцо хромированное. Третье, маслосъемное кольцо подпружиненное и хромированное.

Кольца всегда должны устанавливаться стороной с маркировкой "TOP" вверх.

11.4.3 Демонтаж и разборка поршня и шатуна

Технические данные и размеры

Масса: 75 кг



1 Снять головку блока цилиндров, см. главу 12, раздел 12.2.1.

Соскрести отложения нагара из щелей в противоположном кольце и вокруг верхней части гильзы цилиндра. Рекомендуется закрыть головку поршня тканью или бумагой, плотно прижатой (старым поршневым кольцом) к стенкам цилиндра, чтобы собрать удаляемые отложения.

2 Удалить противоположное кольцо. Используйте инструмент 836002 для снятия кольца, а 836003 для удержания гильзы на месте во время процедуры снятия. При проворачивании вала двигателя поршень выталкивает противоположное кольцо наружу.

Используйте инструмент 836002 для снятия кольца, а 836003 для удержания гильзы на месте во время процедуры снятия. При проворачивании вала двигателя поршень выталкивает противоположное кольцо наружу.

3 Очистить резьбовое отверстие в головке поршня и закрепить подъемное приспособление 832002.

Очистить резьбовое отверстие в головке поршня и закрепить подъемное приспособление 832002.

4 Повернуть коленчатый вал приблизительно на 55° от ВМТ данного цилиндра в направлении стороны управления, см. Рис 11-5.

Повернуть коленчатый вал приблизительно на 55° от ВМТ данного цилиндра в направлении стороны управления, см. Рис 11-5.

- 5** Поднять распорные втулки 861153 в нужное положение на винтах шатуна и прикрутить гидравлические инструменты 861159 с удлинительными элементами 861157.

Внимание!

Убедитесь в наличии зазора между распорными втулками и блоком цилиндров до и после подачи давления на гидравлический инструмент. При необходимости слегка поверните коленвал, чтобы создать зазор для обеих втулок.

Демонтаж поршня и шатуна

861 153 Распорная втулка
861 157 Удлинитель
861 159 Гидравлический цилиндр
832 002 Подъемное приспособление для поршня

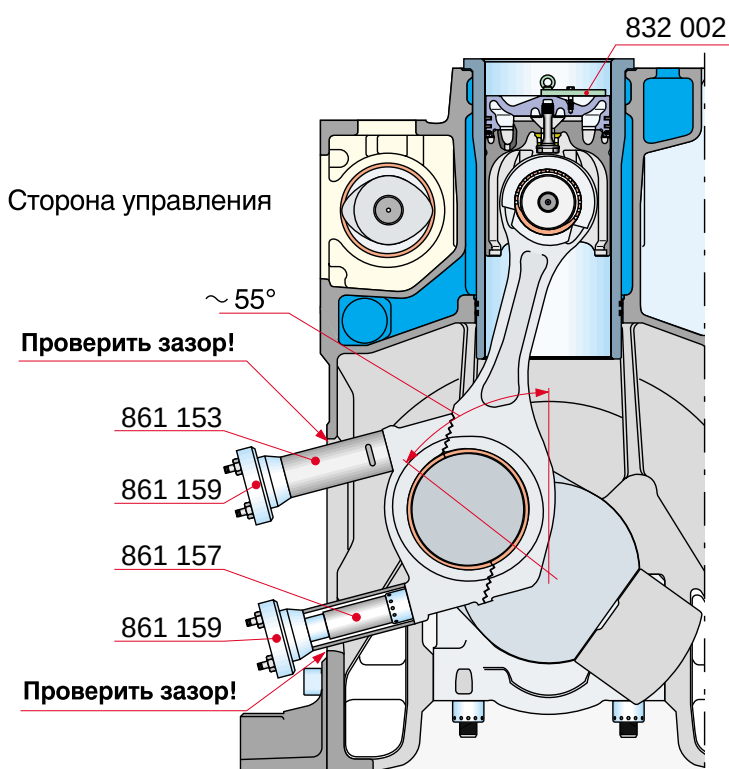
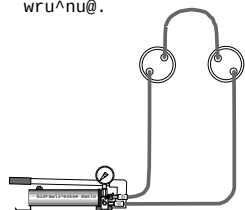


Рис 11-5

201167R0119

RAZBORKA

1. Nawernutx cilindry wru^nu@.
2. Prisoedinitx [langi, otкрытx kłapan. Zatknuťx cilindry wru^nu@.



3. Nawernutx cilindry 180 ° proti^w ^asowej strelki.
4. Zakryťx kłapan, podnqťx dawlenie.
5. Otkryťx gajku priblizitel^no poloborota.
6. Otkryťx razgruzo^nyj kłapan, snqťx prispособienie.

- 6** Подсоединить шланги гидравлического насоса и выполнить действия, чтобы открутить гайки шатуна, см. главу 07, раздел 07.3

- 7** Снять гидравлический инструмент и распорные втулки со шпилек шатуна.

- 8** Открутить нижнюю гайку и вынуть нижнюю шпильку с помощью инструмента для извлечения шпильки 803011. Фиксирующий винт инструмента имеет левую резьбу.

- 9** Повторить ту же операцию, описанную выше, с верхней гайкой и шпилькой и поднять крышку подшипника нижней головки шатуна из двигателя вместе со вкладышем подшипника.

10 Поднять поршень слегка, чтобы извлечь верхний вкладыш подшипника нижней головки шатуна. Поднимая поршень, следить за тем, чтобы не повредить шатунную шейку или стенку гильзы цилиндра.

11 Закрыть лентой масляные отверстия в шатунной шейке.

12 Поднять поршень из двигателя вместе с шатуном. Поднимая поршень, следить за тем, чтобы не повредить стенку гильзы цилиндра.

13 Снять стопорные кольца из отверстия под поршневой палец в поршне на той стороне, где расположен номер чертежа поршневого пальца, с помощью щипцов для стопорных колец 843004.

Внимание!

Никогда не сжимать стопорное кольцо сильнее, чем необходимо для того, чтобы вынуть его из паза.

14 Вывести поршневой палец с противоположной стороны. При низких температурах поршневой палец может застревать, однако он легко извлекается после нагревания поршня примерно до 30°C, например в масле.

15 Если кольца и канавки требуют чистки, измерений и т. д., снять кольца, используя щипцы 843003. Перед снятием отметить позиции колец, чтобы установить их наверняка в те же самые канавки. Конструкция щипцов не допускает перетягивания колец. Использование других инструментов может привести к растяжению колец.

11.4.4 Обслуживание поршня, поршневых колец и подшипников шатуна

1 Тщательно вычистить все детали. Снять поршневые кольца и удалить отложения нагара с поршня и из канавок под поршневые кольца. Необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить материал поршня.

Не допускается использование наждачной шкурки для очистки юбки поршня.

Очистку можно облегчить, если вымочить покрытые нагаром детали в керосине или топливе. Для облегчения очистки венца поршня рекомендуется применять эффективный растворитель углерода, например, ARDROX No. 668 или аналогичный. При использовании химических очистителей следите, чтобы они не попадали на юбку поршня, поскольку они могут повредить верхний слой фосфата/графита.

2 Измерить высоту поршня и канавок под кольца.

3 Разобрать составной поршень для осмотра соприкасающихся поверхностей между юбкой и головкой поршня. Проверить и очистить масляные полости. См. процедуру затяжки, указанную в главе 07, разделе "Поршень".

При монтаже новой гильзы цилиндра следует заменить все кольца на новые.

После хонингования гильзы цилиндра следует заменить все кольца на новые.

4 Проверить вкладыш подшипника поршневого пальца и диаметр отверстия нижней головки шатуна. При измерении диаметра отверстия нижней головки шатуна винты шатуна должны быть затянуты с указанным давлением.

Износ биметаллических вкладышей подшипников может быть установлен измерением толщины. Для этой цели необходимо использовать шариковый упорный микрометр. Следует руководствоваться предельными значениями износа, приведенными в главе 06.2.

При замене подшипника большой головки шатуна необходимо обновлять и верхнюю, и нижнюю половину вкладыша подшипника.

Маркируйте новые подшипники соответствующими номерами.

11.4.5 Сборка и монтаж поршня и шатуна

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. При замене поршня обозначить новый поршень тем же номером цилиндра в том же месте, что и на замененном.

При низких температурах поршневой палец может заедать, но его легко вынуть, нагрев поршень до примерно 30°C, например, в масле.

2 Установить стопорное кольцо.

Внимание!

Никогда не сжимать стопорное кольцо сильнее, чем необходимо для того, чтобы вставить его в паз. Если кольцо болтается в своем пазу после монтажа, то его следует заменить на новое.

3 Закрепить подъёмное устройство 832002 на головке поршня.

4 Повернуть коленчатый вал приблизительно на 55° от ВМТ данного цилиндра в направлении стороны управления, см. Рис 11-5.

5 Установить поршневые кольца с помощью щипцов 843003. При повторном использовании колец следить за тем, чтобы не перевернуть их. Перед установкой новых колец проверить глубину канавок под кольца. Глубина не должна превышать допустимых пределов износа. Кольца должны располагаться разрезами под углом 120° друг относительно друга. Обратить внимание на отметку "TOP" ("ВЕРХ") возле разреза кольца.

6 Поднять поршень и шатун.

7 Смазать поршень и установить зажимное приспособление для поршневых колец 843002 вокруг поршня, убедившись в том, что поршневые кольца сдвинулись в свои канавки.

8 Нанести тонкий слой масла на верхний вкладыш подшипника нижней головки шатуна, на рабочую поверхность и на тыльную сторону. Обе торцевые поверхности смазать консистентной смазкой. Установить вкладыш подшипника в шатун направляющим выступом в соответствующую канавку. Убедиться в том, что вкладыш подшипника установлен ровно.

Осторожно!

Запрещается использование на вкладыше подшипника какого-либо клея.

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

10 Осторожно опустить поршень и шатун в гильзу цилиндра.

11 Опустить поршень далее до тех пор, пока шатун можно будет установить на шатунную шейку.

12 Нанести тонкий слой масла на нижний вкладыш подшипника, на рабочую поверхность и на тыльную сторону. Обе торцевые поверхности смазать консистентной смазкой. Установить вкладыш в крышку подшипника направляющим выступом в соответствующую канавку. Убедиться в том, что вкладыш подшипника установлен ровно.

На винтах шатуна с концевыми заглушками состояние заглушки должно проверяться перед сборкой.

Винты шатуна

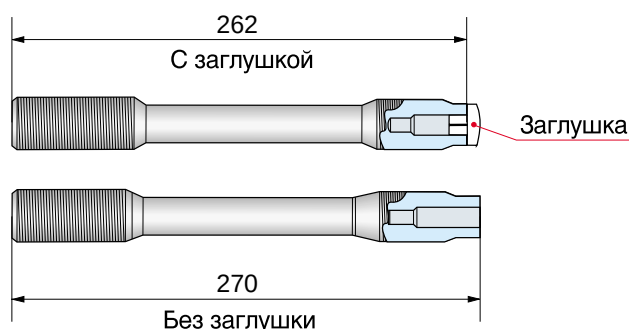


Рис 11-6

2011579446

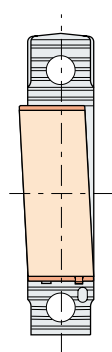
Осторожно!

Ни в коем случае не допускается использование концевых заглушек с винтами шатунов длиной 270 мм.

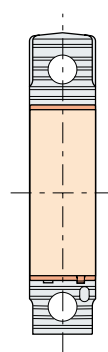
Перед установкой винтов убедитесь в том, что в резьбовых отверстиях шатуна нет заглушек.

13 Поднять крышку подшипника на место и установить верхний винт, затянув его от руки. Установить гайку. Зубцы на крышке подшипника/шатуне и торцах вкладышей подшипника должны быть расположены правильно друг относительно друга. Затянуть гайку от руки.

Проверка выравнивания вкладыша подшипника



Неправильно



Правильно

Рис 11-7

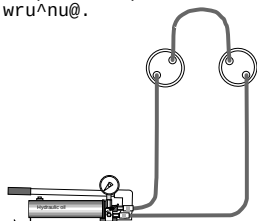
14 Установить нижний винт и затянуть оба винта с помощью инструмента 803011 с указанным моментом, см. главу 07, раздел 07.3. Накрутить нижнюю гайку и затянуть ее от руки.

Осторожно!

Перетяжка винтов приводит к повреждению заглушек в торцах винтов.

SBORKA

1. Nawernutx gajki, prisoedinitx raspornye wtulki. Nawernutx cylindry wru^nu@.
2. Prisoedinitx [langi, otkrytx klapan. Zatqnutx cylindry wru^nu@.



3. Zakrytx klapan i nagnetatx dawlenie do zadannogo zna^eniq.
4. Nawernutx gajki do plotnogo prileganiq k powerhnosti.
5. Otkrytx klapan i snqtx prispoblenie.

15 Поднять распорные втулки 861153 и гидравлические инструменты, 861159, вместе с удлинительными элементами 861157 в нужное положение. Снова проверить взаимное выравнивание верхнего зубца и торцов вкладыша подшипника руками перед тем, как приступить к затяжке гаек шатуна. Для верхнего зубца установочный штифт отсутствует.

Рекомендуется повышать давление в два этапа согласно описанию в главе 07, разделе 07.3.4.

Внимание! Перед затяжкой и во время нее следить за тем, чтобы распорные втулки не касались блока цилиндров.

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

16 Проверить длину выступающей части, которая действительна только для винтов шатунов с концевыми заглушками согласно Рис 11-6. Приведенные значения измерений служат только в качестве ориентировочных для оценки состояния концевой заглушки. Если длина выходит за пределы, проверить состояние заглушки на торце винта шатуна.

Проверка шпильки шатуна

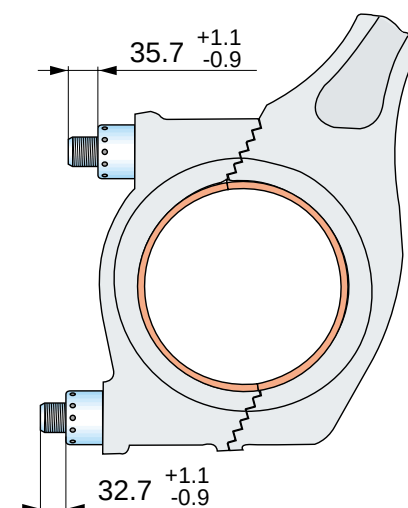


Рис 11-8

17 Установить боковые крышки.

18 Установить противополирующее кольцо.

19 Установить головку цилиндра, см. главу 12, раздел 12.2.3

12. Головка блока цилиндров с клапанами

12.1

Общее описание

Технические данные и размеры

Материал: Серый литейный чугун

Предел прочности
на разрыв: 250–300 Н/мм²

Масса: 92 кг

Камера сгорания

– расчетное

давление: 200 бар

– испытательное

давление: 225 бар

Водяная рубашка

– испытательное

давление: 10 бар

Рабочая температура:

– возврат воды: 95°C

Головки цилиндров отлиты из специального высококачественного серого чугуна. На каждой головке цилиндра имеется два впускных клапана, два выпускных клапана, расположенный посередине инжекторный клапан и индикаторный клапан. Головки цилиндров индивидуально соединены с гильзами цилиндров четырьмя шпильками и гидравлически затягиваемыми гайками. Для уплотнения между гильзой и головкой цилиндра служит металлическая прокладка. Каналы воздуха для сгорания и выхлопных газов соединены с общим мультиколлектором, соединенным с головкой цилиндра шестью винтами.

Конструкция в виде полого конуса с четырьмя винтами является традиционной и хорошо испытанной для головок цилиндров. Преимущества четырех винтов заключаются не только в упрощении обслуживания, но и в том, что обеспечивается возможность проектирования больших каналов правильной конструкции для поступающего воздуха и выхлопных газов. Для двигателей, работающих на тяжелом топливе правильно подобранные материалы с требуемой термостойкостью являются важнейшим фактором обеспечения продолжительного срока службы деталей, соприкасающихся с выхлопными газами. Эффективное охлаждение и прочность лучше всего достигаются в "двухслойной" конструкции, в которой огневая пластина относительно тонкая, а механическая нагрузка передается на усиленный промежуточный слой. Наиболее чувствительные зоны головки цилиндра охлаждаются просверленными охлаждающими каналами, оптимизированными для распределения водяного потока равномерно вокруг всех клапанов и расположенной посередине топливной форсунки.

Injectornyj klapan описан в главе 16.

Узел головки цилиндра

1. Опорная стойка
2. Коромысло
3. Траверса для клапанов
4. Траверса для инжекторного клапана
5. Головка цилиндра
6. Вращающийся колпачок
7. Винты для переходника
8. Седло выпускного клапана
9. Выпускной клапан
10. Впускной клапан
11. Седло выпускного клапана
12. Индикаторный клапан

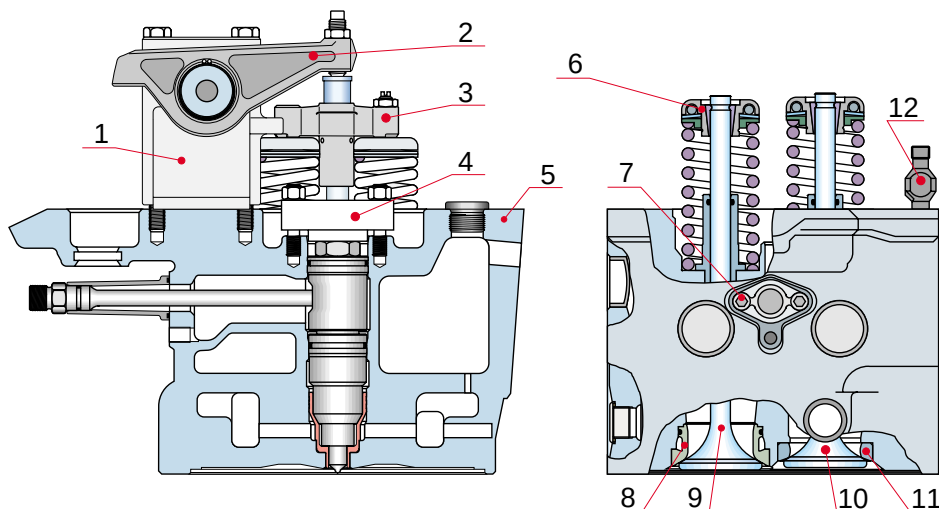


Рис 12-1

2012590311

12.1.1 Функционирование

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 мультиколлектор 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 мультиколлектор в выхлопной коллектор. Поток газов управляется двумя выпускными клапанами.

Инжекторный клапан с множеством отверстий, а также стакан инжекторного клапана установлен на головке цилиндра. Стакан инжекторного клапана удерживает в правильном положении инжекторный клапан и отделяет инжекторный клапан от охлаждающей жидкости.

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 жидкость собирается в единый поток после прохождения огневой пластины и колец седел. Охлаждающая жидкость вытекает из головки цилиндра непосредственно в мультиколлектор. Имеющиеся в охлаждающей жидкости газы и воздух отводятся в атмосферу через верхнюю часть мультиколлектора.

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 цилиндров 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

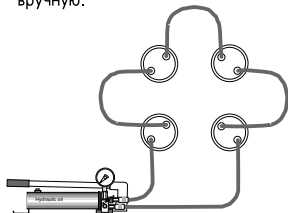
Демонтаж и монтаж головки цилиндра

12.2.1 Демонтаж головки цилиндра

- 1** Слить охлаждающую жидкость.
- 2** Открыть индикаторные клапаны.
- 3** Снять колпачки винтов головки цилиндра.
- 4** Снять крышку головки цилиндра.
- 5** Повернуть коленвал так, чтобы закрылись и впускные, и выпускные клапаны и снять стойку коромысла клапана и штоки толкателей.
- 6** Открутить винты крепления мультиколлектора.

РАЗБОРКА

1. Навернуть цилиндры вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Навернуть цилиндры 180 ° против часовой стрелки.
4. Закрыть клапан, поднять давление.
5. Открыть гайку приблизительно пополюс.
6. Открыть разгрузочный клапан, снять приспособление.

832 004 Подъемное приспособление для крышки цилиндра

7 Демонтировать необходимые трубы, трубку высокого давления, трубку вытекающего топлива и маслопроводы. Защитить соединения трубки высокого давления, маслопроводов и выхлопных труб.

8 Установить распорные втулки 861 156 и гидроцилиндры 861 159 и выполнить процедуру откручивания гаек головки цилиндра.

9 Демонтируйте гайки головки блока цилиндров.

10 Установите подъемный инструмент 832004 и поднимите и снимите головку цилиндра.

11 Закройте отверстие цилиндра куском фанеры или чем-то подобным и используйте колпачки для предохранения резьбы винтов.

Подъем головки цилиндра

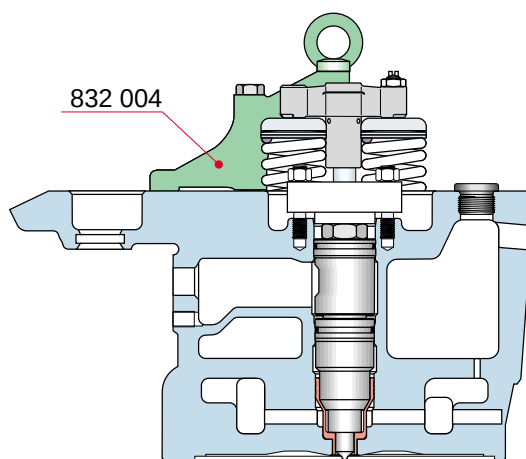


Рис 12-2

2012559326

12.2.2 Общее обслуживание головки цилиндра

Общее обслуживание головки цилиндра состоит в тщательном визуальном осмотре, включая полости водяной рубашки. Возможные отложения накипи в охлаждающей рубашке могут ухудшить эффективность охлаждения и поэтому должны быть очищены, см. главу 02.

Пространства сгорания должны быть тщательно осмотрены на отсутствие износа. Седла клапанов и стакан инжекторного клапана должны быть осмотрены на отсутствие утечки воды и при необходимости заменены.

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.

12.2.3 Монтаж головки цилиндра

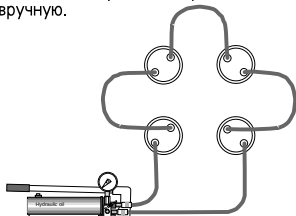
- 1** Вычистить уплотнительные поверхности и установить новую прокладку головки цилиндра, новую прокладку мультиколлектора и новые уплотнительные кольца на рубашку жидкостного охлаждения и защитную трубку штока толкателя.
- 2** Смажьте рабочие поверхности уплотнительного кольца консистентной смазкой или маслом.
- 3** Установите подъемный инструмент 832004 на головку цилиндра.
- 4** Установите на место головку цилиндра. Обратите особое внимание на целостность и правильность установки прокладки мультиколлектора.
- 5** Накрутить гайки головки цилиндра и затянуть их вручную.

Внимание!

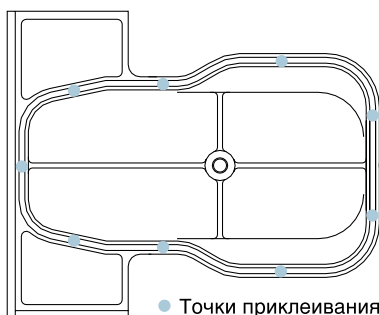
Перед тем, как приступить к гидравлической затяжке гаек головки цилиндра, очень важно убедиться в том, что уплотнительная поверхность мультиколлектора правильно прилегает к уплотнительной поверхности головки цилиндра. Неправильное прилегание приведет к утечке воды в цилиндр.

СБОРКА

1. Навернуть гайки, присоединить распорные втулки. Навернуть цилиндры вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Закрыть клапан и нагнетать давление до заданного значения.
4. Навернуть гайки до плотного прилегания к поверхности.
5. Открыть клапан и снять приспособление.



● Точки приклеивания

- 6** Присоединить мультиколлектор, вкрутить винты и затянуть от руки.
- 7** Установить распорные втулки 861156, накрутить гидравлические цилиндры 861159 и выполнить процедуру затяжки гаек головки цилиндра. Рекомендуется выполнять затяжку в два этапа.
- 8** Затянуть винты мультиколлектора с моментом, указанным в главе 07.
- 9** Подсоединить трубы: трубу возврата топлива, маслопроводы и трубу высокого давления.
- 10** Установить защитные трубки штока толкателя.
- 11** Установить шток толкателя и стойку коромысла клапана.
- 12** Отрегулировать зазоры клапанов, см. раздел 12.2.4. Зазоры см. в главе 06.
- 13** Установить крышку головки цилиндра, не забыть заменить на новую прокладку шланга на крышке. Прокладка для шланга должна быть приклеена в показанных точках клеем Bostik A3.
- 14** Используйте защитные колпачки на болтах головки блока цилиндров.
- 15** Перед запуском заправить жидкостную систему охлаждения двигателя. Повернуть коленвал на два оборота с открытыми индикаторными ventилями.

12.2.4 Регулировка зазора клапана и коромысла

- 1** Поверните коленчатый вал в ВМТ в такте зажигания соответствующего цилиндра.
- 2** Ослабьте контргайки регулировочных винтов на на клапанном коромысле (2), а также на траверсе (4) и поверните регулировочные винты против часовой стрелки, чтобы создать большой зазор.
- 3** Прижмите фиксированный конец траверсы к стержню клапана, нажав для этого на регулируемый конец. Вверните регулировочный винт (3) до прикосновения к концу клапана и отметьте положение гаечного ключа (поз. а). Теперь нажмите на фиксированный конец. Продолжайте ввёртывать, в то время как траверса наклоняется, до появления зазора на другой стороне и начала подъёма фиксированного конца траверсы со стержня клапана. Отметьте положение гаечного ключа (b).
- 4** Поверните регулировочный винт против часовой стрелки в среднее положение между «а» и «b», т. е. «с», и закройте контргайку регулировочного винта.
- 5** Вложите щуп, соответствующий клапанному зазору, между поверхностью траверсы и выступом коромысла. Затянуть регулировочный винт (1) настолько, чтобы щуп можно было перемещать вперёд и назад, только прилагая небольшое усилие. Удерживая регулировочный винт, затяните контргайку. Проверьте, чтобы зазор не изменился во время затяжки.

Регулировка зазора клапана

1. Регулировочный винт коромысла
2. Контргайка
3. Регулировочный винт траверсы клапанов
4. Контргайка

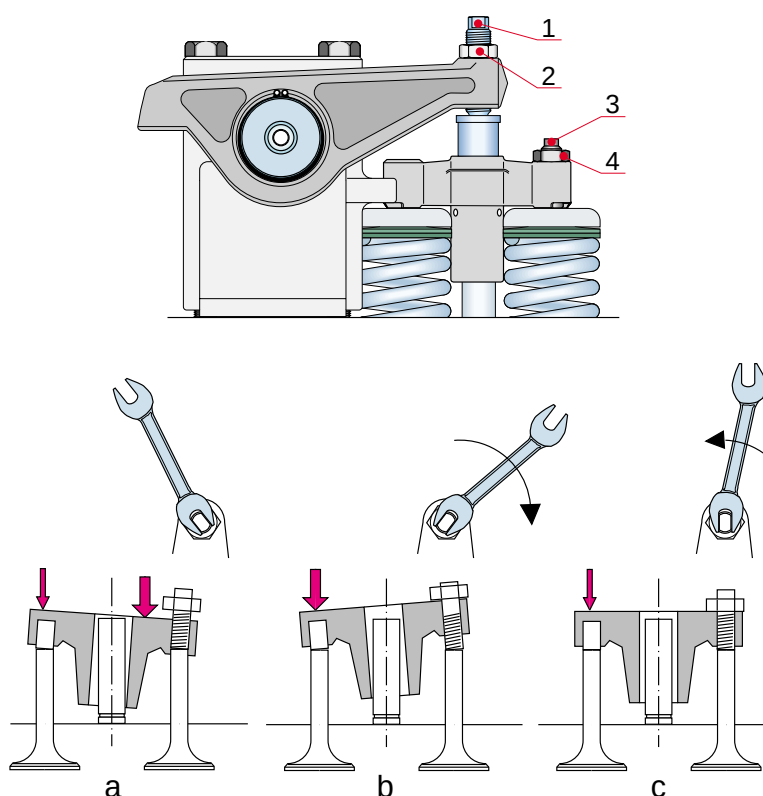


Рис 12-3

2012580306

12.3

Впускные и выпускные клапаны, кольца седел

Технические данные и размеры

Материал: Высококачественная сталь

Диаметр

- впускной клапан: 73 мм
- выпускной клапан: 66 мм

Кольцо седла клапана

Материал: Высококачественная сталь

Угол

- впускное седло: 20°
- выпускное седло: 30°

12.3.1 Общее описание

На головке цилиндра имеется четыре клапана: два впускных и два выпускных. Все клапаны изготовлены из термостойкой стали с обработанной поверхностью. Впускные клапаны больше, чем выпускные.

Клапаны перемещаются в чугунных направляющих, которые запрессованы в головку цилиндра и могут заменяться. На направляющих клапанов имеется уплотнительное кольцо (уплотнение штока клапана), которое расположено в верхней части отверстия направляющей.

Каждый клапан оборудован клапанной пружиной и вращателем или стопором пружин клапана.

Кольцевые седла клапанов установлены в головку цилиндров как для впускных, так и для выпускных клапанов. Кольцевые седла выпускных клапанов охлаждаются и поэтому оснащены уплотнительными кольцами.

12.3.2 Демонтаж клапанов

- 1** Установить инструмент 846010 согласно Рис 12-4.
- 2** Сжать пружины винтом приблизительно на 15-20 мм.
- 3** Постукиванием по центру тарелок клапанов мягкой деревянной палкой, пластмассовым молотком или чем-то подобным освободить сухари тарелок клапанов, чтобы их можно было вынуть.
- 4** Разгрузить инструмент.
- 5** Теперь можно снять стопоры пружин и пружины.

Набор инструментов для демонтажа клапанов

А. Крепежный болт

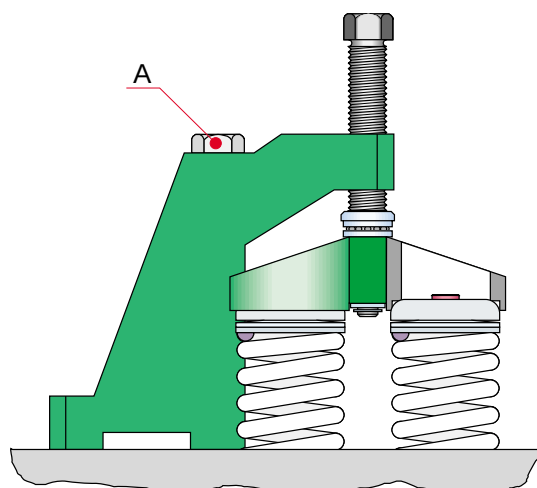


Рис 12-4

2012529312

6 Запомните маркировку клапанов или отметьте их согласно Рис 12-5 так, чтобы можно было вновь установить их в те же направляющие втулки, если они в хорошем состоянии.

Маркировка клапанов

- A. Впускной клапан
- B. Впускной клапан
- C. Выпускной клапан
- D. Выпускной клапан

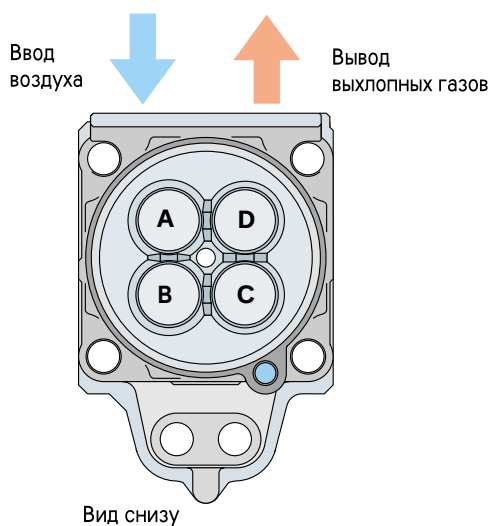


Рис 12-5

2012549313

12.3.3 Проверка и восстановление клапанов и седел клапанов

1 Вычистить клапаны, седла, каналы и направляющие, а также нижнюю сторону головки цилиндра.

2 Контроль состояния тарелок клапанов на обгар согласно Рис 12-6. Размер «Y» должен быть более 4,5 мм (номинал 5,5 мм), а размер «Z» должен быть менее 2 мм. Если эти размеры выходят за указанные пределы, клапан должен быть заменён.

Проверка обгорания клапана

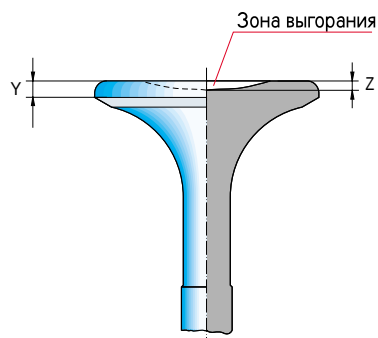


Рис 12-6

2012569805

3 Проверить уплотнительные поверхности клапанов и уплотнительных колец. Для этого рекомендуется нанести тонкий слой мелкой притирочной пасты на седло клапана и вручную слегка потереть клапан о седло несколько раз. Если уплотнительные поверхности блестят или уплотнительная поверхность равномерная, шлифовка не рекомендуется. Если имеется незначительная эрозия, рекомендуется только притирка. Если эрозия покрывает практически всю уплотнительную поверхность или наблюдается ненадежное уплотнение, клапан и седло следует заново отшлифовать.

Внимание!

Если имеет место прорыв газов, то следует заменить уплотнительное кольцо седла соответствующего клапана. При прорыве газов повышается температура, и уплотнительное кольцо «выгорает», в результате чего в цилиндр протекает вода.

4 Перед шлифованием проверьте 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.

12.3.4 Притирка

Если имеются небольшие питтинги на уплотнительных поверхностях, то их можно устранить вручную:

1 Установить вращающийся инструмент на клапан.

2 Нанести тонкий слой притирочного состава на уплотнительную поверхность клапана; №1 для грубой притирки, №3 для тонкой притирки.

3 Вращать клапан поочередно в обе стороны в сторону седла с помощью вращающегося инструмента 841001. Время от времени поднимать при притирке клапан от седла.

4 Снимайте по возможности минимальное количество материала, поскольку уплотнительные поверхности закалились в процессе эксплуатации и это представляет ценность. Вышлифовки всех ямок питтинга не требуется.

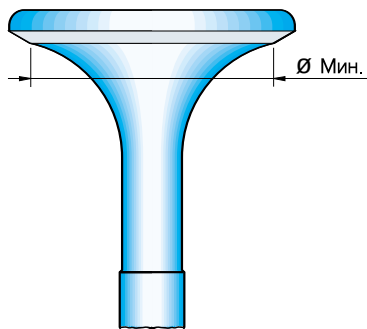
5 Осторожно вычистите клапан и седло после притирки.

12.3.5 Механическая шлифовка

При наличии глубокой эрозии или других повреждений клапан и седло необходимо отшлифовать станком.

Внимание!

Во время шлифовки клапан следует охлаждать водой.



1 Гнездо впускного клапана: Угол седла впускного клапана равен 20° с допуском $\pm 0,05^\circ$. Минимально допустимый внутренний диаметр уплотнительной поверхности после шлифовки составляет 52 мм; после этого клапан подлежит замене на новый.

2 Гнездо выпускного клапана: Угол седла выпускного клапана равен 30° с допуском от 0° до $+0,10^\circ$ для достижения контакта с кольцевым седлом по нижнему краю седла клапана. Минимально допустимый внутренний диаметр уплотнительной поверхности после шлифовки составляет 48 мм; после этого клапан подлежит замене на новый.

3 Седло впускного клапана: Угол седла впускного клапана равен 20° с допуском $\pm 0,10^\circ$. Седло можно шлифовать до тех пор, пока его наружный диаметр не достигнет 78 мм; после этого кольцевое седло должно быть заменено новым.

4 Седло выпускного клапана: Угол седла выпускного клапана равен 30° с допуском $0^\circ \dots +0,20^\circ$. Седло можно шлифовать до тех пор, пока его наружный диаметр не достигнет 68,6 мм; после этого кольцевое седло должно быть заменено новым.

Внимание!

После шлифовки рекомендуется легкая притирка для обеспечения прилегания клапана и седла

12.3.6 Замена кольца седла

12.3.6.1 Демонтаж старого кольца

Наиболее удобным способом извлечения выпускного кольцевого седла является гидравлический с помощью инструмента 846050, 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 электродуговой сваркой. Для облегчения сварки диаметр тарелки клапана рекомендуется обточить до диаметра 55–60 мм.

2 Выпрессовать или выколотить седло, проявляя осторожность, чтобы не повредить направляющей клапана.

12.3.6.2 Монтаж нового кольца седла впускного клапана

1 Проверить диаметр отверстия в головке блока цилиндров, см. раздел 06.2.

2 Седло 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.

3 Проверить concentricity уплотняющей поверхности и оси отверстия направляющей втулки. Если биение превышает 0,1 мм, фаску седла требуется отшлифовать на седло-шлифовальном станке.

12.3.6.3 Монтаж нового кольца седла выпускного клапана

- 1** Тщательно вычистить отверстие с помощью шкурки зернистостью 400 или тоньше.
- 2** Проверить диаметр отверстия в головке блока цилиндров, см. раздел 06.2 настоящего руководства.
- 3** Охладить седло до -20°C ... -25°C перед его установкой. Помните, что температура ниже -25°C может вызвать повреждение уплотнительных колец при установке.
- 4** Нагреть всю головку цилиндра до 100°C , используя для этого либо пар, например, поместив головку в закрытый ящик, либо газовую горелку.

Внимание!

Очень важно нагреть всю головку цилиндра целиком, а не только отверстие под седло.

- 5** Установить уплотнительные кольца на охлаждённом седле.
- 6** Нанести раствор мыла в воде для смазки уплотнительных колец.
- 7** Установить седло выпускного клапана, пользуясь одним из следующих методов:
 - Вставьте кольца седла в направляющую втулку и запрессуйте седло с помощью оправки. Имеется также специальный инструмент 837032. Этот инструмент можно заказать у изготовителя двигателя.
 - Вставьте кольцо седла с помощью выпускного клапана. Постукивайте по клапану пока кольцо седла не встанет на место.

Внимание!

Монтаж кольца седла выпускного клапана следует производить осторожно, чтобы оно село правильно.

- 8** Проверить concentricity уплотняющей поверхности и оси отверстия направляющей втулки. Если биение превышает 0,1 мм, фаску седла требуется отшлифовать на седло-шлифовальном станке.
- 9** Перед монтажом выполнить испытание под давлением водяной стороны головки цилиндра с испытательным давлением 10 бар, если это возможно. Используйте приспособление для испытания давлением (847 004 и 847 005) для того, чтобы закрыть водяные отверстия в головке цилиндра.

12.3.7 Сборка клапанов двигателя

- 1** Проверить состояние клапанных пружин на отсутствие трещин, коррозии или следов износа и в случае присутствия каких-либо из них заменить пружины новыми.
- 2** Установить новые уплотнительные кольца в направляющих 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, нанеся метку, например, фломастером, на тарелку клапана и ответную метку на головку цилиндра. Слегка стукните по стержню клапана мягким молотком, чтобы проверить вращение.

12.4

Индикаторный клапан

12.4.1 Функционирование и обслуживание индикаторного клапана

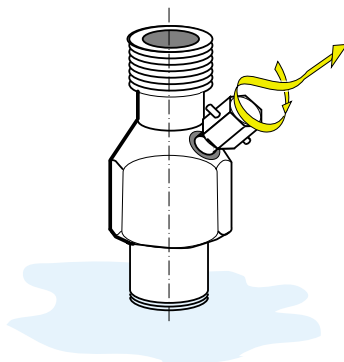
Внутри индикаторный клапан устроен так, что давление в цилиндре уплотняет его. Следовательно, требующееся для его закрытия усилие относительно мало. В клапане винт с левой резьбой, он открывается и, соответственно, закрывается, как показано на Рис 12-7. Для открытия и закрытия индикаторного клапана используйте ключ с Т-образной рукояткой 808001.

- 1** При запуске двигателя индикаторные клапаны должны быть закрыты таким малым усилием, чтобы уплотнительные поверхности только соприкасались. Давление в цилиндре плотно прижмет их друг к другу.
- 2** При остановке двигателя индикаторные клапаны должны быть открыты только на пол-оборота. Тогда не возникнет уплотнение, вызванное понижением температуры.
- 3** При открытии индикаторного клапана для измерения давления в цилиндре следует избегать приложения чрезмерного усилия для достижения открытого положения.
- 4** При закрытии индикаторного клапана после измерения давления в цилиндре требуется совсем небольшое усилие. Обычно достаточно момента затяжки "пальцами".
- 5** Нанесите высокотемпературную смазку (до 1000°C) на резьбу стержня клапана, если почувствуете, что его перемещение затруднено.

Используйте соответствующий Т-образный ключ для открытия и закрытия индикаторного клапана.

Открытие и закрытие индикаторного клапана

Кран поднимается при вращении по часовой стрелке



Применить всегда при закрытии специальный рычаг!



Рис 12-7

3212558935

12.A. Испытание герметичности цилиндров

12.A.1

Испытание

Для проверки герметичности цилиндров и клапанов можно использовать инструмент.

Примечание! Проверку следует провести немедленно после остановки двигателя.

1 Перевести поршень в ВМТ (все клапана закрыты) в проверяемого цилиндра.

12.A.1.1 Подсоединение инструмента для Wärtsilä 20/32 и Vasa 32

1 Подсоединить инструмент (848020, Wärtsilä 20), (800064, Wärtsilä 32), (848020, Vasa 32) к открытому индикаторному клапану. Продолжить по разделу 12.A.1.4.

12.A.1.2 Подсоединение инструмента для Wärtsilä 34SG

1 Снять крышку, катушку зажигания и удлинитель свечи зажигания и другие необходимые детали и узлы. См. раздел 12.2.

2 Снять свечу зажигания, установить распорную втулку 3V84H85 (848052) с уплотнительным кольцом и затянуть до указанного момента.

3 Подсоединить манометр и блок клапана к распорной втулке.

4 Установить инструмент (848020) на крышку цилиндра. Продолжить согласно разделу 12.A.1.4.

12.A.1.3 Подсоединение инструмента для Wärtsilä 32DF

1 Снять форсунку со связанными с ней трубами. См. раздел 12.2.

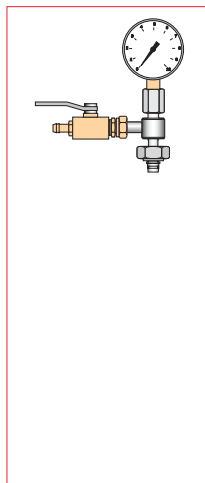
2 Установить распорные втулки 3V84H85 (848052) и 2V84H97 (848061) с необходимыми уплотнениями.

3 Подсоединить манометр и блок клапана к распорным втулкам.

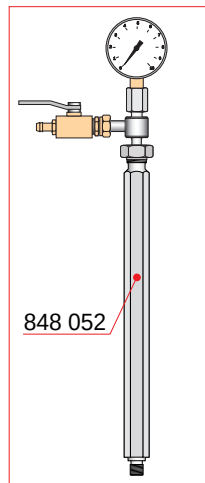
4 Установить инструмент (848020) на крышку цилиндра. Продолжить согласно разделу 12.A.1.4.

Устройство для испытания герметичности цилиндров

WÄRTSILÄ 20, 848020
WÄRTSILÄ 32, 800064
VASA 32, 848020



WÄRTSILÄ 34SG, 848020



WÄRTSILÄ 32DF, 848020

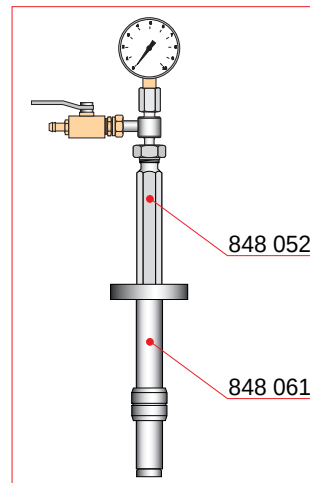


Fig A-1

321260200142

12.A.1.4 Измерение

1 Подвести к устройству сжатый воздух под давлением 6–7 бар (=нормальное рабочее давление воздуха). Открыть клапан устройства для испытания и зарегистрировать давление.

2 Закреть 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 заклиниваются или клапан(а) подгорел(и).
Заклинивающийся клапан можно определить по его неподвижности при вращении двигателя.
Подгоревший клапан можно обнаружить по температуре выхлопных газов. Если клапанный зазор ноль, это также вызывает немедленное падение давления.
- Частицы углерода, застрявшие между клапаном и седлом во время остановки двигателя, также могут препятствовать надежному закрыванию клапана, вызывая тем самым немедленное падение давления. Если есть подозрения в этом, двигатель следует прогнать в течение 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 по всему двигателю и сравнить.
Например, если для шестицилиндрового двигателя получается серия: 12, 17, 15, 4, 19 и 18 секунд.
Это показывает, что цилиндр №4 вызывает подозрение прорыва газов.

Результат может быть подтвержден прослушиванием звуков утечки в картере в процессе испытания.

- Если имеющееся время достаточно для переборки лишь одного поршня, рекомендуется разобрать для осмотра и проверки поршень с наихудшими результатами в отношении прорыва газов. Проверка служит основой для оценки общего состояния двигателя.
- Проводя повторное испытание цилиндра после переборки, возможно наблюдать быстрое падение давления. Причиной этому служит то, что приработка поршневых колец ещё не произошла.

Примечание! В процессе испытания должен работать насос предварительной прокачки маслом.

Примечание! Валоповоротное устройство должно быть включено во время испытания.

- В общем случае место нахождения утечки можно установить прослушиванием при открытом воздушном клапане.

Внимание! Общее состояние двигателя определяется с помощью испытательного устройства. Однако, более важными являются зарегистрированные эксплуатационные данные.

Переборки должны производиться через рекомендуемые интервалы техобслуживания, а те только, когда испытание давлением обнаруживает сильный прорыв газов.

13. Привод распределительного вала

13.1

Общее описание

Распределительный вал приводится от коленчатого вала через зубчатую передачу. Привод состоит из зубчатого колеса (6), которое запрессовано в коленчатый вал, и из двух промежуточных шестерней (3 и 21) и из ведущей шестерни распредвала (1), см. рис. 13-1.

Оси с подшипниками промежуточных шестерен установлены в блок цилиндров посредством подшипников. Шестерня привода распредвала (1) соединена с концевой проставкой с помощью направляющего штифта и прикреплена фланцевым соединением между проставкой и концевой секцией распредвала. В конце распредвала расположена винтовая шестерня привода регулятора частоты вращения. Согла смазочного масла обеспечивают смазку и охлаждение привода.

Распредвал вращается со скоростью, составляющей половину скорости вращения двигателя по такому же направлению, как и двигатель.

Привод распредвала

- 1. Ведущая шестерня распредвала
- 3. Большая промежуточная шестерня для привода распредвала
- 6. Шестерня привода коленвала
- 21. Маленькая промежуточная шестерня для привода распредвала

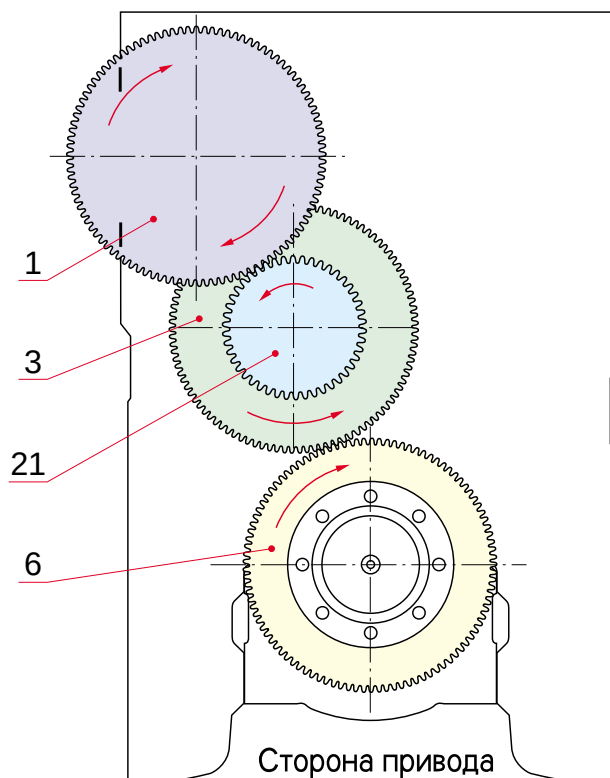


Рис. 13-1

2013529334

13.2

Промежуточные шестерни и шестерня распредвала

Промежуточные шестерни цементированы. Шестерни имеют общий вал и закреплены друг к другу фрикционным соединением. Смазка к подшипникам происходит через сверления в вале и к шестерням через распределительную трубу.

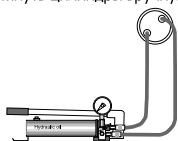
Основное регулирование фаз газораспределения и впрыска топлива происходит при помощи шестерни (1) для распредвала (Рис. 13-2). Путем ослабления круглой гайки (14) распредвала освобождается фрикционное соединение шестерни с распредвалом. Регулировка производится путем вращения коленвала относительно распредвала.

Примечание!

Клапаны и поршни будут иметь соприкосновение друг с другом если фазы газораспределения неправильно установлено, что вызывает серьезные повреждения двигателю.

ДЕМОНТАЖ

1. Поворачивать цилиндры вручную.
2. Подсоединить шланги, открыть клапан.
Затянуть цилиндры вручную.

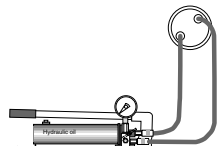


3. Поворачивать цилиндры на 180° против часовой стрелки.
4. Закрыть клапан, поднять давление.
5. Отвернуть гайку примерно наполовину.
6. Открыть перепускной клапан, убрать инструмент.

Примечание!

СБОРКА

1. Навернуть гайки, прикрепить распорную втулку. Привернуть цилиндры ко дну вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан.
Затянуть цилиндры вручную.



3. Закрыть клапан и поднять давление до заданного значения.
4. Ввернуть гайки до упора.
5. Открыть клапан и удалить набор инструмента.

13.2.1 Техобслуживание привода распредвала

Всегда, если есть возможность, проверять состояние шестерней. Измерить боковой зазор и зазоры подшипников, см. раздел 06.2. Обнаружение дефектов в ранней стадии может предотвратить серьезное повреждение.

13.2.2 Основное регулирование фаз газораспределения

Основное регулирование клапана и фаз газораспределения выполняются путем изменения относительного положения между промежуточными шестернями (3) и (2). Если положение изменено, положение распредвала изменяется относительно коленвала.

Относительное положение между двумя шестернями регулируется на заводе и не должно быть изменено, если это не совершенно необходимо.

- 1** Снять крышку конца распредвала (13), см. рис. 13-2.
- 2** Провернуть коленвал в положение для регулирования момента впрыска.
- 3** Установить гидравлический инструмент 861169 на винт (12).
- 4** Ослабить гайку используя правильное гидравлическое давление (см. раздел 07, п. 07.3) и поворачивать коленвал. Промежуточная шестерня и шестерня распредвала должны вращаться, а коленвал должен быть неподвижен.

5 Затянуть винтовое соединение и снова проверить момент впрыска, см. п. 16.2.3.

6 Убрать гидравлический инструмент и установить крышку.

ПРИМЕЧАНИЕ!

Круглая гайка (14) на распредвале опирается на плечо приводной шестерни регулятора (10). При затягивании винта распредвала необходимо обратить внимание на правильную установку гайки на направляющую поверхность, чтобы избежать повреждения деталей.

Привод распредвала

1. Шестерня распредвала
2. Надставка вала
3. Промежуточная шестерня
4. Подшипниковая втулка
5. Коленвал
6. Шестерня коленвала
7. Болт
8. Подшипниковая втулка
9. Корпус
10. Шестерня привода регулятора
11. Надставка оси
12. Болт
13. Крышка
14. Гайка
15. Направляющий штифт
16. Болт
17. Болт
18. Вал
19. Крышка
20. Подшипниковая втулка
21. Промежуточная шестерня

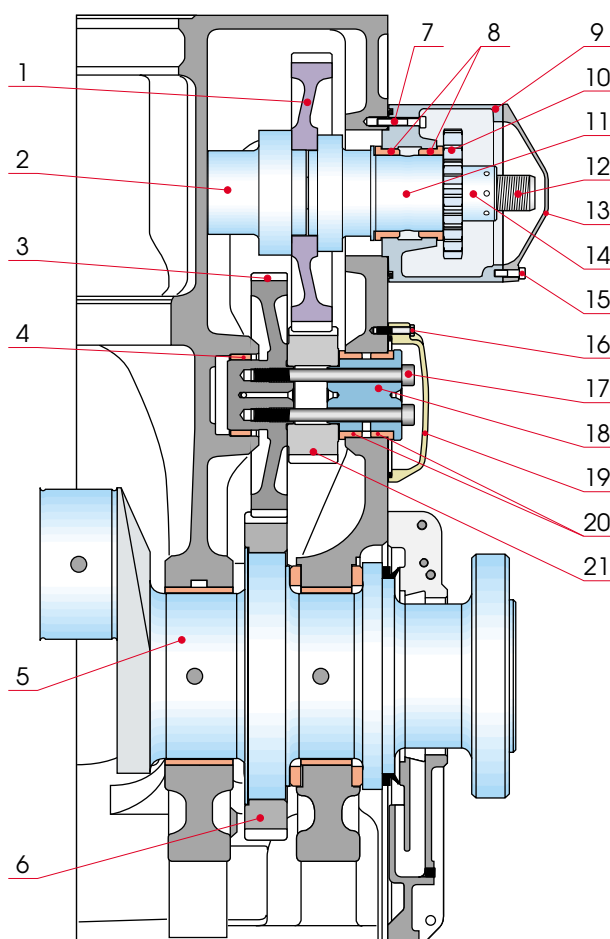


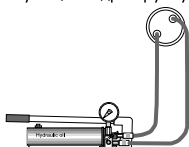
Рис. 13-2

2013539841

13.2.3 Демонтаж шестерни привода распредвала

ДЕМОНТАЖ

1. Поворачивать цилиндры вручную.
2. Подсоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Поворачивать цилиндры на 180° против часовой стрелки.
4. Закрыть клапан, поднять давление.
5. Отвернуть гайку примерно на полоборота.
6. Открыть перепускной клапан, убрать инструмент.

- 1** Снять крышки привода распредвала и крышку соседнего люка картера распредвала.
- 2** Провернуть коленвал в ВМТ воспламенения цилиндра 1.
- 3** Снять механизм привода регулятора и датчики скорости.
- 4** Снять защитную крышку привода регулятора (13), масло-распределительную трубу и шестерню привода (10).
- 5** Вывернуть гайку (14) и снять привод регулятора.
- 6** Вывернуть винты (7) и снять привод регулятора в сборе.
- 7** Снять надставку оси 11.
- 8** Снять шестерню распредвала (1).
- 9** Снять крышку промежуточной шестерни (19) и распыляющие сопла.
- 10** Снять надставку (2).
- 11** Вывернуть крепежные болты (17) и снять ось (18) и маленькую промежуточную шестерню (21).
- 12** Снять большую промежуточную шестерню (3).

13.2.4 Сборка привода распределительного вала

Примечание!

Убедиться в нахождении коленчатого вала в положении ВМТ воспламенения цилиндра 1 перед продолжением работы.

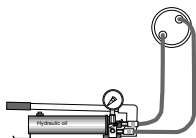
- 1** Смазать подшипниковые втулки (4) и (20).
- 2** Установить большую промежуточную шестерню (3) на место.
- 3** Установить маленькую промежуточную шестерню (21) на буртик большой промежуточной шестерни.
- 4** Вставить на место ось (18) и затянуть вручную крепежные болты (17).
- 5** Установить надставку (2).
- 6** Поднять шестерню распредвала (1) на место.
- 7** Установить надставку (11).
- 8** Установить крышку привода регулятора. Заменить уплотнительное O-кольцо. Затянуть винты (7) на заданный момент.
- 9** Установить шестерню привода регулятора (10) и прикрепить винтами (12). Навернуть гайку (14) и затянуть вручную.

Внимание!

Прежде чем устанавливать гидравлический инструмент на винт, убедитесь в том, что гайка установлена на направляющем кольце шестерни привода регулятора.

СБОРКА

1. Навернуть гайки, прикрепить распорную втулку. Привернуть цилиндры ко дну вручную.
2. Присоединить шланги, открыть клапан. Затянуть цилиндры вручную.



3. Закрыть клапан и поднять давление до заданного значения.
4. Ввернуть гайки до упора.
5. Открыть клапан и удалить набор инструмента.

10 Затянуть винт (17) промежуточной шестерни на заданный момент.

11 Поднять гидравлический инструмент на винт и поднять давление до 300 бар и затянуть винт.

12 Проверить фазы газораспределения согласно главе 16, раздел 16.2.3.

13 Затянуть гайку на полное заданное давление согласно главе 07, раздел 07.3.

14 Установить крышки привода и распредвала.

15 Установить регулятор и датчики скорости.

16 Установить все крышки и масляные трубки.

Примечание!

Проверить фазы газораспределения перед пуском двигателя.

13.3**Зубчатое колесо коленвала**

Зубчатое колесо (6) запрессовано в коленвал. Снятие и установка зубчатого колеса требует специального знания и должны быть выполнены лишь уполномоченным персоналом.

14. Клапанный механизм и распредел

14.1

Клапанный механизм

14.1.1 Описание клапанного механизма

Клапанный механизм управляет впускными и выпускными клапанами с необходимой синхронизацией. Клапанный механизм состоит из толкателей поршневого типа (2), перемещающихся в общем направляющем блоке, мультикорпуса (3), трубчатых штоков толкателей (6) с шаровыми шарнирами, чугунных коромысел (8), качающихся в опорной стойке коромысла (11), траверс (10), направляемых штифтом в головке цилиндра.

Клапанный механизм

1. Палец ролика
2. Толкатель клапана
3. Корпус
4. Крышка для толкателя
5. Защитная трубка
6. Штанга толкателя
7. Стопорное кольцо
8. Коромысло
9. Болт
10. Траверса
11. Стойка коромысла
12. Болт
13. Стопорный болт

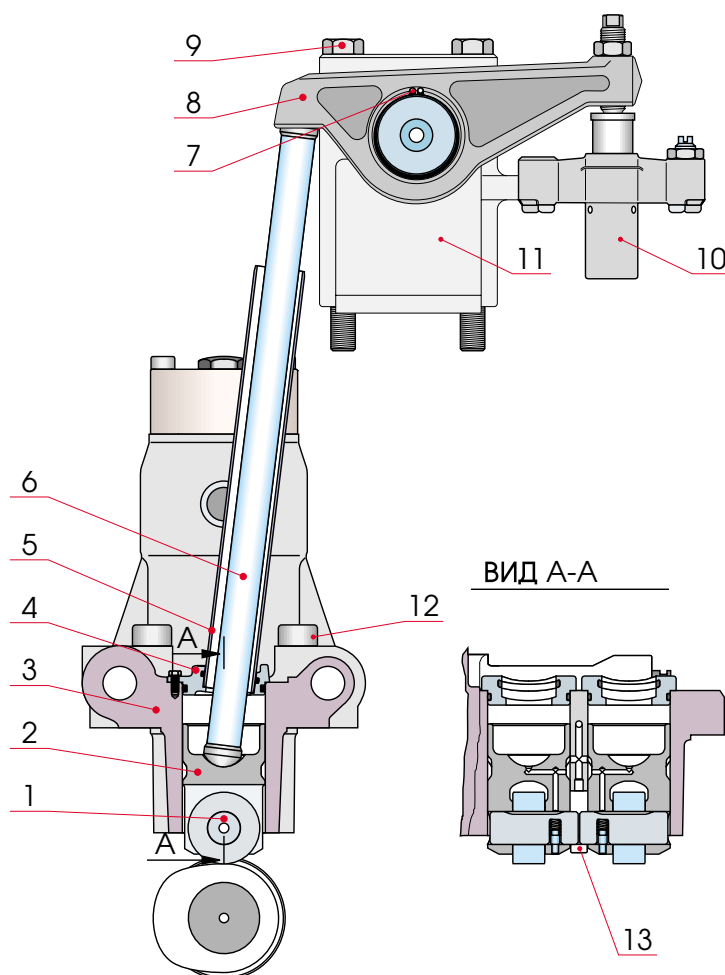


Рис 14-1

201451R9421

1 4.1.2 Функционирование

Перемещение толкателей клапанов управляется профилем кулачка. Толкатели клапанов передают усилие посредством штоков толкателей на коромысла. Коромысла управляют впускными и выпускными клапанами посредством траверсы.

Стойка коромысла изготовлена из зернистого чугуна и прикреплена к головке цилиндра двумя длинными винтами. Стальная шейка запрессована в стойку. Положение шейки имеет большое значение для подачи масла на клапанный механизм.

Коромысла воздействуют на траверсы клапанов, направляющиеся эксцентрически расположенным штифтом траверсы. Для компенсации теплового расширения между коромыслом и траверсой должен присутствовать зазор. Все регулировки выполняются на холодном двигателе, эти рабочие процедуры описаны в главе 12. Каждая траверса клапана управляет одновременно двумя клапанами.

Масло для смазки клапанного механизма поступает из основной масляной системы по соединительным трубкам. Все остальные потоки масла в головке цилиндра направляются по высверленным каналам. Масло на клапанную траверсу поступает через стойку коромысла пульсирующим потоком, управляющимся каналом в коромысле. Коромысло открывает подачу масла только в том положении, когда клапан открыт. Масло, поступающее на траверсу, смазывает толкатель и, разбрызгиваясь через отверстия, смазывает также вращатели клапанов. Возвращающееся масло свободно стекает в картер через защитные втулки штоков толкателей.

Внимание!

Пульсирующий поток масла обеспечивает минимальную подачу масла на клапанный механизм. Подача масла на головку цилиндра при всех закрытых клапанах перекрывается. Для полной проверки подачи масла на головку цилиндров во время предварительной смазки двигатель должен проворачиваться.

1 4.1.3 Обслуживание клапанного механизма

Обычно клапанный механизм не требует обслуживания, однако осмотр деталей и проверку износа следует выполнять с интервалами, указанными в главе 04. Регулировка и предельные значения износа приведены в главе 06. При разборке клапанного механизма детали должны маркироваться и при последующей сборке устанавливаться в исходное место во избежание чрезмерного износа.

1 4.1.3.1 Разборка клапанного механизма

1 Снять крышки клапанного механизма и удалить распредвал от данного цилиндра.

2 Коленчатый вал повернуть в положение, в котором ролики толкателей клапанов и инжекторного насоса лежат на основной окружности кулачка распредвала.

- 3** Открутить винты (9) и снять опорную стойку коромысла (11) с головки цилиндра.
- 4** Снять стопорные кольца (7) и коромысла (8). Чтобы снять стопорные кольца, использовать щипцы 843004.
- 5** Снять штоки толкателей (6), трубку высокого давления, трубы для стекания топлива и защитные трубки (5).
- 6** Демонтировать необходимые трубы, т.е. воздушную, масляные трубы. Освободить скобу управляющего вала. Отсоединить топливную рейку.
- 7** Разъединить соединения труб между разбираемыми мультикорпусами. Использовать щипцы для пружинных колец, чтобы сдвинуть на одну сторону стопорное кольцо топливопровода. Сдвинуть соединительные рукава топливопровода, чтобы освободить стык топливопроводов.
- 8** Открутить винты крепления (12), снять переходник высокого давления и защитную трубку. Снять корпус (3).
- 9** Снять крепящую пластину (13). После этого могут быть извлечены толкатели клапанов. Перед разборкой нанести маркировку на детали, чтобы в последующем установить их на исходные места.
- 10** Теперь можно отделать ролик толкателя и штифт, прижав фиксатор в штифт и вытянув его. Следует придерживать толкатель, так как фиксатор прижимается пружиной.

14.1.3.2 Осмотр деталей клапанного механизма

- 1** Очистить отверстие в коромысле и цапфу и измерить износ. При чистке особое внимание уделять смазочным отверстиям.
- 2** Очистить и осмотреть все детали толкателя клапана. При очистке следует обратить особое внимание на состояние масляных каналов.
- 3** Измерить диаметр отверстия толкателя клапана и шейки, а также ролика толкателя для определения степени их износа.
- 4** Заменить уплотнительные кольца крышки (4), если они повреждены или затвердели.

14.1.3.3 Сборка клапанного механизма

- 1** Детали толкателя клапана смазать чистым моторным маслом и произвести сборку. Руководствоваться метками для правильного положения деталей.
- 2** Вставить толкатели клапанов (2) в мультикорпус и установить на место крепящую пластину (13).
- 3** Установить на место крышку (4).
- 4** Установить собранный корпус на двигатель и затянуть винты с указанным в главе 07 моментом затяжки.

- 5** Подсоединить топливопроводы между собираемыми мультикорпусами. Сдвинуть соединительные рукава топливопровода на стык топливных труб. Использовать щипцы для пружинных колец, чтобы сдвинуть стопорное кольцо в его канавку.
- 6** Смазать уплотнительные кольца, вставить защитные трубки (5) и штоки толкателей (6) в направляющий блок.
- 7** Смонтировать траверсу. Регулировку траверсы см. в разделе 12.2.4.
- 8** Смазать отверстие в коромысле и установить коромысла (8) на стойку.
- 9** Вставить стопорные кольца (7) с помощью щипцов 843004 и проверить осевой зазор и свободное вращение коромысел.
- 10** Стойку коромысла установить на головку цилиндра и затянуть винты (9) с указанным моментом, см. раздел 07.1.

Внимание!

Стойка коромысла должна быть отцентрована.

11 Подсоединить трубы: воздушную, топливную высокого давления, для стекания топлива и масляную. Установить на место скобу управляющего вала. Подсоединить топливную рейку.

12 Проверить клапанный зазор согласно разделу 06.1 и установить крышки.

14.2

Распредвал

1 4.2.1 Описание распредвала

Технические данные и размеры
Материал: Специальная сталь,
поверхностная закалка

Масса: Секция распредвала
14,6 кг
Секция подшипника
8,6 кг

Распределительный вал состоит из кулачковых секций для отдельного цилиндра (1) и отдельных опорных секций (2).

Изготовленные объемной штамповкой кулачковые секции имеют встроенные кулачки с поверхностной закалкой скользящих поверхностей. Распредвал приводится во вращение зубчатой передачей на приводном конце двигателя. С этой стороны на распредвале установлена косозубая шестерня для привода регулятора оборотов.

На приводном конце распредвала имеется осевой подшипник. Масло на осевой подшипник поступает от приводного конца двигателя. В распредвале имеется канал, по которому масло подается на каждый подшипник распредвала и далее на мультикорпус. Частота вращения распредвала равна половине частоты вращения двигателя.

Распредвал

1. Секция распредвала
2. Секция подшипника
3. Секция подшипника
4. Винт
5. Надставка
6. Приводная шестерня
7. Насадка
8. Винт
9. Гайка
10. Шестерня
11. Направляющий штифт

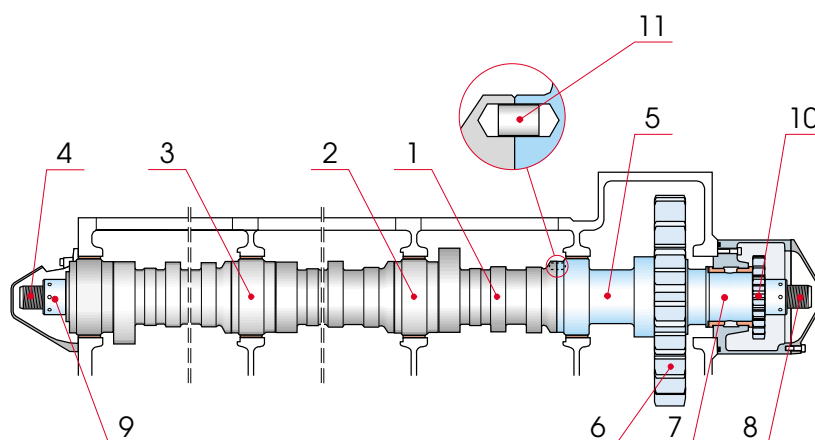


Рис 14-2

201456R9834

14.2.2 Демонтаж секции распредвала

1 Снять крышки распредвала. Снять стойки коромысла и инжекторные насосы обслуживаемого цилиндра. Перед тем, как снимать инжекторные насосы, полностью извлечь управляющий вал или надежно закрепить его.

2 Открутить гайку на винте 4 или 8, в зависимости от того, какой цилиндр обслуживается, с помощью гидравлического инструмента 861158 и 861169, предварительно отметив положение секции распредвала. Значения давления см. в главе 07.

Внимание!

При разъединении соединения распредвала гидроцилиндр должен быть закручен до упора, а затем открыт на два с половиной оборота. Гайку следует открутить на два с половиной оборота и медленно понизить давление.

3 Выкрутить винт из распредвала.

4 Отделить нужную секцию распредвала от опорных секций с помощью подходящего рычага. Следить за тем, чтобы не повредить ролики толкателей или кулачковые секции распредвала при осевом перемещении вала!

5 Осторожно выдвинуть секцию распредвала через проем распредвала.

14.2.3 Монтаж секции распредвала

1 Очистить и удалить смазку с поверхностей фланцевого соединения.

- 2** Вставить направляющие штифты со стопорным кольцом, направляя длинный конец штифта в сторону опорной шейки Рис 14-2.
- 3** Очистить и смазать втулки подшипников распредвала чистым моторным маслом.
- 4** Осторожно вставить опорную секцию в корпус подшипника. Следить за положением опорной секции.
- 5** Установить кулачковую секцию между двумя опорными шейками и на направляющую поверхность опорных секций.
- 6** Вставить винт М42х3 и предварительно затянуть его вручную.
- 7** Проверить фазы газораспределения перед тем, как затягивать приводную шестерню распредвала с полным моментом. См. главу 16.2.3.
- 8** Вручную затянуть гайку и установить гидравлический инструмент. Повысить давление в два этапа, вначале до 300 бар, и затянуть гайку. Затем затянуть гайку до значения давления, указанного в главе 07.

Внимание!

При затяжке соединения распредвала следует удерживать гидроцилиндр вниз.

- 9** Тщательно проверить толкатели клапанов и ролики. При наличии малейших дефектов ролики толкателей должны быть заменены.
- 10** Установить на место инжекторные насосы, топливные трубки высокого давления и коромысла.
- 11** Установить на место крышку.
- 12** Проверить зазоры клапанов.

14.3

Подшипники распредвала

14.3.1 Осмотр втулки подшипника распредвала

При снятом распредвале можно измерить на месте внутренний диаметр втулки подшипника с помощью шарикового упорного микрометра. Предельные значения износа указаны в главе 06, разделе 06.2. При достижении предельного значения износа на одной втулке подшипника должны заменяться все втулки подшипников распредвала. Для этой цели разработан специальный инструмент, см. Рис 14-3.

14.3.2 Замена втулки подшипника распредвала

- 1** Смазать новую втулку подшипника с наружной стороны чистым моторным маслом и вставить ее в направляющую втулку (5). Отметка должна быть обращена вниз и в сторону маховика, см. Рис 14-3.

Внимание!

Втулка подшипника без масляной канавки может использоваться только для подшипника распредвала № 1.

- 2** Установить на место упорные диски (1 и 4), вытянуть винт (3) и вручную затягивать гайку до тех пор, пока новая втулка подшипника не упрется в старую.
- 3** Затягивать гайку (2), чтобы выдавить старую втулку подшипника и одновременно с этим установить на место новую.
- 4** Открутить гайку и снять приспособление для удаления и установки втулки.

Замена втулки подшипника распредвала

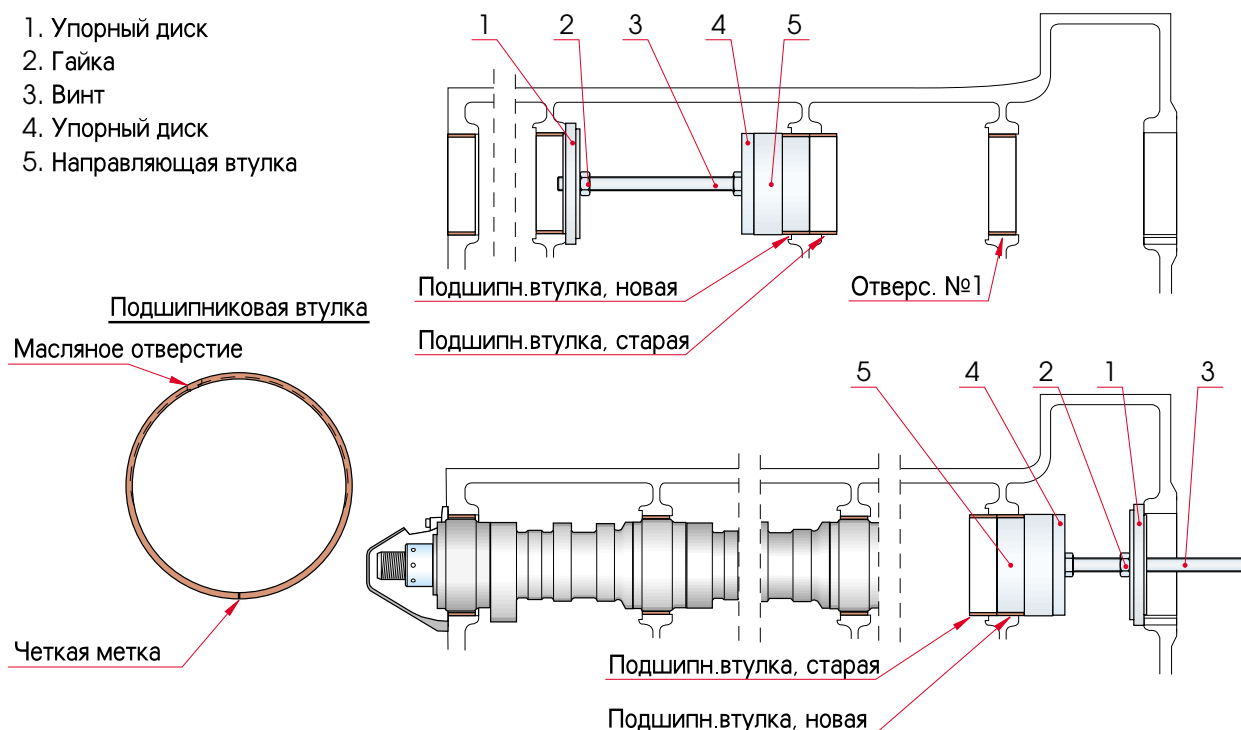


Рис 14-3

201457R9834

1 4.3.3 Замена втулки подшипника распредвала № 1

- 1** Смазать новую втулку подшипника с наружной стороны чистым моторным маслом и вставить ее в направляющую втулку (5). Отметка должна быть обращена вниз и в сторону маховика, см. Рис 14-3.
- 2** Установить на место упорные диски (1 и 4), вытянуть винт (3) и вручную затягивать гайку до тех пор, пока новая втулка подшипника не упрется в старую.

3 Затягивать гайку (2), чтобы выдавить старую втулку подшипника и одновременно с этим установить на место новую.

4 Открутить гайку и снять приспособление для удаления и установки втулки.

15. Турбонаддув и охлаждение воздуха

15.1

Турбонагнетатель

Технические данные и размеры

Масса (сухая):

- TPS 48	140 кг
- TPS 52	230 кг
- TPS 57	361 кг

Материал:

- Корпус:	специальный чугун
- Турбина:	специальная термостойкая сталь
- Компрессор:	легкий сплав или титановый сплав
- Кронштейн:	чугун

15.1.1 Общее описание

Турбонагнетатель использует энергию выхлопных газов двигателя для того, чтобы увеличить поток воздуха в двигатель, обеспечивая такие преимущества, как повышение выходной мощности двигателя и более экономное потребление топлива.

Выхлопные газы из цилиндров двигателя по выхлопному коллектору направляются в турбонагнетатель и ускоряются в корпусе турбины перед тем, как попасть на колесо турбины. Турбина вращается с высокой скоростью и приводит во вращение компрессор, установленный на том же валу, что и колесо турбины. Компрессор забирает воздух, часто через фильтр, из окружающей двигатель атмосферы и повышает его давление. Под более высоким давлением повышается плотность воздуха, что означает, что в цилиндры нагнетается большее количество воздуха и, соответственно, может сгореть большее количество топлива. В результате увеличивается эффективное давление во время сгорания и таким образом повышается выходная мощность.

Во время сжатия в турбонагнетателе воздух нагревается, в основном из-за сжатия и частично из-за потерь энергии сжатия в компрессоре. Горячий сжатый воздух протекает через воздушный охладитель. При охлаждении плотность воздуха еще более возрастает.

Турбонагнетатель можно разделить на две основные части: колесо турбины, приводимое во вращение выхлопными газами, и компрессорное колесо, нагнетающее всасываемый воздух через воздушный охладитель в цилиндры. Колесо турбины имеет радиальный тип, т.е. газы поступают на турбину в осевом направлении, а выходят радиально. Вал, соединяющий колесо турбины с компрессорным колесом опирается в двух подшипниках между турбиной и компрессором. Компрессор радиального типа, т.е. воздух поступает на колесо радиально, а выходит аксиально.

Подшипники смазываются моторным маслом из системы смазки двигателя.

Корпус воздушного выпуска турбонагнетателя соединен с воздухопроводом двигателя через секцию, состоящую из металлических сильфонов (1) и компенсирующую температурное расширение воздуховода. Воздуховод имеет такую форму, чтобы эффективно снижать скорость воздушного потока до его поступления на воздушный охладитель. В воздуховоде предусмотрены направляющие лопатки для равномерного распределения воздуха по всей поверхности воздушного охладителя. Положение воздуховода зафиксировано относительно корпуса воздушного охладителя.

Осторожно!

Поверхности турбонагнетателя и воздуховода горячие.

Выхлопные трубы от двигателя соединены с турбонагнетателем также через металлические расширительные сильфоны. Выхлопная труба после турбонагнетателя должна быть проложена согласно указаниям по установке.

Турбонагнетатель оснащен устройством для очистки компрессора и турбины впрыскиванием воды.

Узел турбонагнетателя и воздушного охладителя

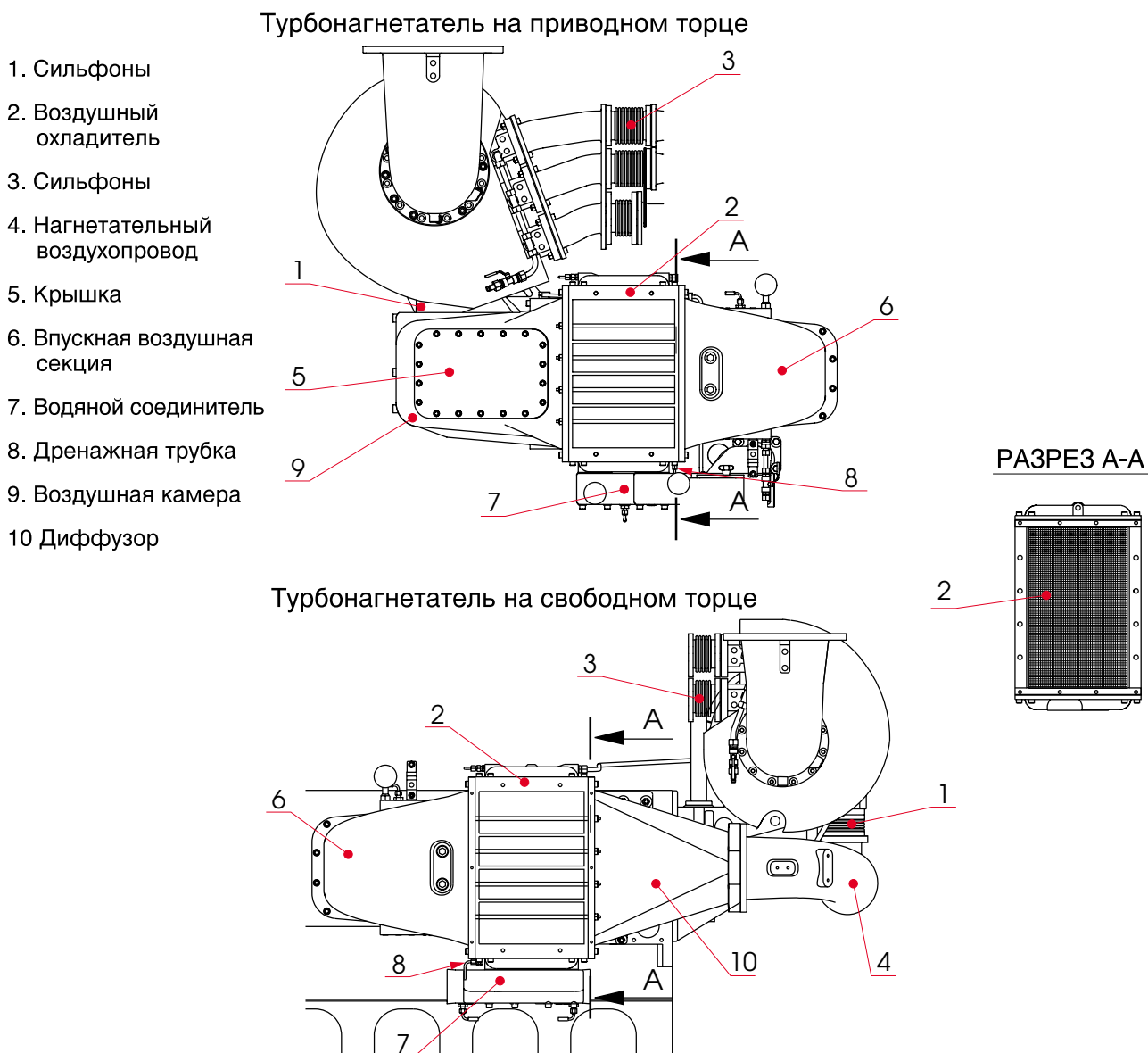


Рис 15-1

2015710336

15.1.2 Обслуживание турбонагнетателя

Обычные капремонты могут выполняться без демонтажа с двигателя. При демонтаже снимите защитные кожухи и открутите впускные и выпускные выхлопные трубы.

При сборке следите за тем, чтобы все уплотнения были в порядке. Для винтов выхлопных труб используются стойкие к высоким температурам смазки.

Обслуживание турбонагнетателя выполняется согласно следующим указаниям и инструкциям изготовителя турбонагнетателя. Рекомендуется воспользоваться услугами сервисной сети изготовителей двигателя и турбонагнетателя.

15.1.3 Водяная очистка турбины

Во время работы, особенно при эксплуатации на тяжелом топливе, загрязнения из выхлопных газов оседают на колесе турбины и остальных элементах выхлопной стороны турбонагнетателя. Загрязнение турбины приводит к повышению температуры выхлопных газов и нагрузки на подшипники из-за нарушения балансировки.

Как показывает практика, отложения грязи на турбинной стороне могут быть уменьшены путем регулярной очистки (промывания) во время работы, и могут быть продлены интервалы ремонта.

Периодическая промывка водой в течение длительных периодов эксплуатации предотвращает образование значительных отложений на лопастях турбины и на форсунках. Этот метод очистки неэффективен в сильно загрязненных турбинах, которые не промывались регулярно.

Если обычная водяная очистка турбины не влияет существенно на температуру выхлопных газов, это свидетельствует о возможном образовании на кольце форсунки и лопастях турбины в турбонагнетателе мощных отложений, которые необходимо удалить механически. Для этого следует демонтировать ротор и сопловое кольцо из турбонагнетателя.

При водяной очистке воду следует впрыскивать в выхлопную систему, когда двигатель работает на пониженной мощности (см. 15.1.4, пункт 1). Недостатки временного понижения мощности несущественны по сравнению с преимуществами очистки.

Необходимый расход воды зависит главным образом от объема газа и его температуры. Поток следует регулировать так, чтобы основная часть воды испарялась и выходила через выхлоп. Важно, чтобы испарялась не вся вода, поскольку очищающий эффект достигается растворением отложений в воде и механическим воздействием сталкивающихся капель воды. Запрещается применять в очищающей воде присадки или растворители. Применение соленой воды запрещено.

Водяная очистка турбины

1. Клапан
2. Быстроразъемный соединитель
3. Расходомер
4. Клапан

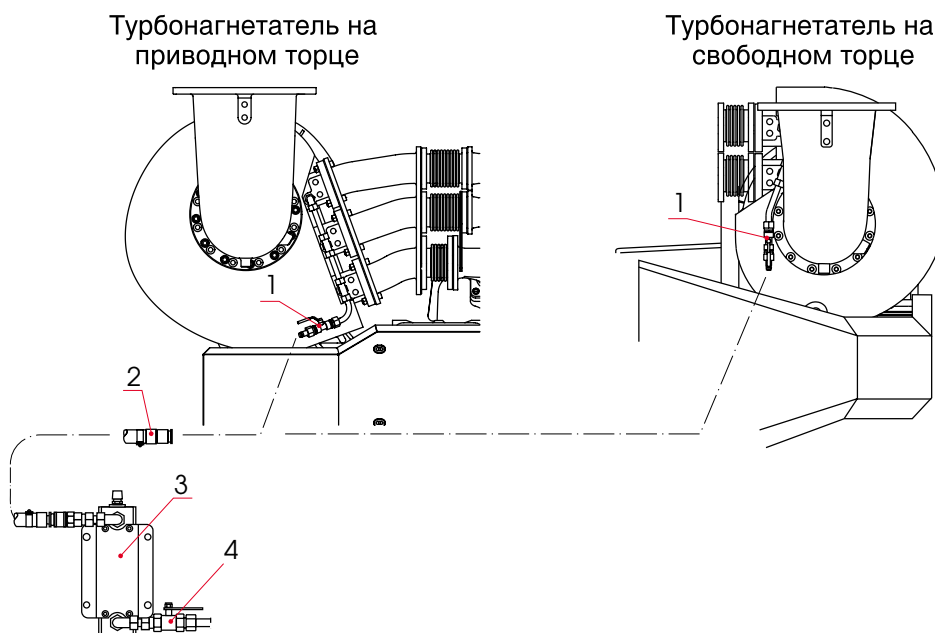


Рис 15-2

2015700025

Каждый впускной газовый патрубок турбонагнетателя оснащен промывной форсункой. Все форсунки соединены с общим водопроводом, на котором имеется клапан и быстроразъемный соединитель. Подходящий уровень расхода воды устанавливается с помощью расходомера (3), см. следующую таблицу.

Промывка турбины водой	
Размер турбонагнетателя	Поток воды (л/мин)
TPS 48	6
TPS 52	8
TPS 57	10

Очистку следует производить регулярно согласно главе 04 «График техобслуживания». В зависимости от полученных результатов, интервал между двумя промывками может быть увеличен или уменьшен.

15.1.4 Процедура очистки турбины

Расходомер позволяет точно регулировать объем впрыскиваемой воды. Перед очисткой турбины рекомендуется записать следующие параметры для последующего использования для оценки эффективности очистки; запись параметров при двух-трех уровнях нагрузки предоставляет исходные данные для более точной оценки влияния промывания.

- давление нагнетаемого воздуха
- температура выхлопных газов после цилиндров

- температура выхлопных газов до и после турбонагнетателя, при условии, что установлено измерительное оборудование.
- обороты турбонагнетателя
- нагрузка двигателя

Внимание!

Не допускается падение давления нагнетаемого воздуха во время всей процедуры промывания ниже 0,2 бар.

1 Дайте поработать двигателю при нагрузке 25–30% в течение 10 минут, чтобы стабилизировалась температура. Поддерживайте этот уровень нагрузки в течение всей процедуры промывания. Рекомендуется, чтобы температура на входе турбины поддерживалась между 400°C и 450°C.

2 Откройте клапан (1), чтобы обеспечить свободное протекание.

3 Подсоедините водяной шланг к быстроразъемному соединителю, как показано на Рис 15–2.

4 Откройте клапан подачи воды (4) перед расходомером (3) и немедленно отрегулируйте расход воды согласно приведенной выше таблице, промывайте 30 секунд. Закончите промывание, закрыв клапан (1).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Необходимо строго соблюдать время впрыскивания и температуру выхлопных газов. Продолжительный (намного превосходящий 30 секунд) поток воды может привести к отказу турбонагнетателя. Слишком высокая температура выхлопных газов (>450°C) может вызвать недопустимые температурные нагрузки.

5 Дайте поработать двигателю 10 минут для стабилизации температуры.

6 Откройте 2-ходовой клапан и промывайте еще 30 секунд.

7 Дайте поработать двигателю 10 минут для стабилизации температуры.

8 Повторите пункты 6 и 7 еще раз. К этому моменту вода должна быть впрыснута уже три раза.

После промывания дайте поработать двигателю 10 минут при нагрузке 25–30% для стабилизации температуры.

Если трех раз промывания не достаточно для очистки турбины (по оценке рабочих параметров), рекомендуется выполнить две дополнительные процедуры промывания.

Промывание турбины более трех раз свидетельствует также о том, что целесообразно сократить интервалы между промываниями.

15.1.5 Водяная очистка компрессора

Компрессор может очищаться во время работы путем впрыскивания воды. Этот метод пригоден при условии, что загрязнения не слишком сильны. Если отложения очень большие и твердые, компрессор следует очистить механически.

Впрыскиваемая вода воздействует не как растворитель, очищающий эффект достигается физическим столкновением капель воды с отложениями. Поэтому рекомендуется использовать чистую воду без присадок в форме каких-либо 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.

Сжатый воздух может поступать в дозирующий баллон через впускную трубку. Вода впрыскивается в компрессор через трубку (4), см. Рис 15-3 или Рис 15-4, в зависимости от месторасположения турбонагнетателя.

Вода должна впрыскиваться на работающем двигателе и при максимально возможной нагрузке, т. е. при самых высоких оборотах компрессора.

Для эффективного промывания очень важно впрыснуть весь необходимый объем воды за 4 – 10 секунд. Этот объем воды составляет 0,4 дм³.

Для впрыскивания воды необходимо использовать измерительную чашку, находящуюся под давлением (например, с помощью нагнетаемого воздуха). Ни в коем случае нельзя соединять форсунку через кран с водопроводом или большим баком, так как это приведет к попаданию в турбонагнетатель и дизельный двигатель неконтролируемого количества воды.

Водяная очистка компрессора, турбонагнетатель на приводном торце

1. Крышка
2. Клапан
3. Ручка
4. Водяная труба
5. Дозирующий сосуд
6. Воздушная труба

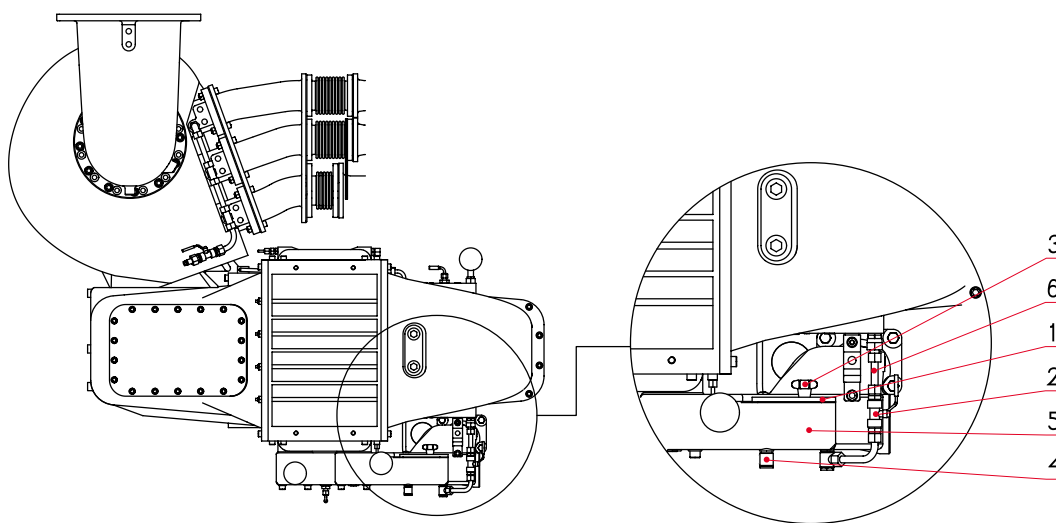


Рис 15-3

2015689938

Водяная очистка компрессора, турбонагнетатель на свободном торце

- 1. Крышка
- 2. Кнопка
- 3. Ручка
- 4. Водяная труба

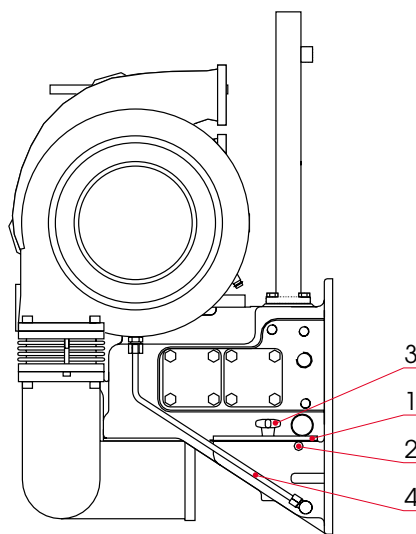


Рис 15-4

2015589743

Внимание!

Очищайте компрессор (воздушную сторону) турбонагнетателя при как можно более высокой нагрузке (полная номинальная нагрузка).

Устройство для очистки компрессора используется следующим образом:

- 1** Запишите давление нагнетаемого воздуха, температуру выхлопных газов, обороты нагнетателя, чтобы использовать эти данные позднее для оценки эффективности очистки, см. Рис 15-3 или Рис 15-4.
- 2** Освободите ручку (3) и снимите крышку (1).
- 3** Заполните баллон водой на 1 см ниже края.
- 4** Установите на место крышку (1) и затяните винтовую ручку (3).
- 5** Поверните клапан (2) или нажмите кнопку (2). Этим открывается подача сжатого воздуха из воздушного ресивера в баллон, благодаря чему вода вытесняется через трубку (4) в компрессор.
- 6** Повторно снимите показания, снятые ранее на шаге 1 для сравнения. Об успешном впрыскивании свидетельствует изменение давления нагнетаемого воздуха и температуры выхлопных газов.

Внимание!

Если впрыскивание выполнено неудачно, его нельзя повторять ранее, чем через десять минут.

После впрыскивания двигатель должен по работать под нагрузкой не менее пяти минут.

15.1.6 Эксплуатация с поврежденным турбонагнетателем

В случае серьезной поломки турбонагнетателя, если ситуация не позволяет немедленно отремонтировать или заменить турбонагнетатель, двигатель можно временно эксплуатировать на уровне выходной мощности до 15 % с установленным устройством-заглушкой.

Следует отметить, что стопорить ротор не рекомендуется, поскольку двигатель меньше пострадает, если полностью снять узел ротора и установить устройство-заглушку в соответствии с руководством по эксплуатации турбонагнетателя.

Осторожно!

Так как не работает турбонагнетатель, возрастает температурная нагрузка на двигатель. Поэтому во время работы с заглушенным турбонагнетателем необходимо внимательно следить за температурой выхлопных газов.

Внимание!

Температура выхлопных газов на выходе головок цилиндров не должна превышать 500°C.

Если двигатель эксплуатируется длительное время при температуре выхлопных газов близко к 500°C с заглушенным турбонагнетателем, велика опасность заклинивания поршней. Это происходит из-за высокой температуры внутри поршня (охлаждающей галереи), в результате чего в охлаждающей галерее образуются отложения из моторного масла. Это приводит к ухудшению охлаждения и увеличению температурного расширения поршня, что, в свою очередь, может привести к заклиниванию поршня.

Поэтому во время работы внимательно следите за тем, чтобы температура моторного масла удерживалась на уровне обычной эксплуатации.

И другие узлы двигателя также могут подвергаться высоким температурным нагрузкам.

После того, как демонтирован корпус ротора турбонагнетателя и установлено устройство-заглушка в соответствии с инструкциями руководства по эксплуатации, выполните следующие действия:

1 Снимите впускную воздушную секцию (6) и отсоедините кабели датчиков во впускной секции нагнетаемого воздуха, см. Рис 15-1.

2 Убедитесь в том, что впускное отверстие двигателя чистое и что во впускной воздушный канал не могут попасть посторонние частицы.

3 Когда двигатель работает под нагрузкой, внимательно следите за тем, чтобы температура выхлопных газов не превышала 500°C. Следует отметить, что температура выхлопных газов со временем повышается, и оператор должен вначале дать температуре стабилизироваться на определенной нагрузке перед тем, как повышать ее до максимально допустимой. В любом случае максимальная допустимая нагрузка не должна превышать 15 % номинальной мощности двигателя.

Двигатель не должен эксплуатироваться без работающего турбонагнетателя больше 100 часов. Если двигатель эксплуатировался с высокой температурной нагрузкой, рекомендуется обратиться к поставщику двигателя, чтобы уточнить, есть ли необходимость в осмотре или замене деталей.

15.2

Охладитель нагнетаемого воздуха

Технические данные и размеры

Материал

– Трубы: медный сплав

– Водяные камеры: чугун.

Масса: 160 кг (сухая)

Испытательное

давление: 8 бар

(водяная сторона)

Охладитель нагнетаемого воздуха установлен между воздухопроводом и впускной воздушной секцией, см. Рис 15-1.

Охладитель имеет трубчатый тип. На трубах предусмотрены тонкие ребра для повышения эффективности охлаждения воздуха. Охлаждающая вода циркулирует по трубам, в то время как сжатый воздух проходит между ребрами снаружи труб.

Верхняя часть воздушного охладителя служит для вентиляции водяной стороны воздушного охладителя.

15.2.1 Общее обслуживание

1 Слив конденсата из воздуха осуществляется через маленькое отверстие/трубку (8) в нижней части воздушного охладителя, см. Рис 15-1. Регулярно проверяйте, чтобы дренажная трубка была открыта, проверяя поток воздуха во время работы.

Если вода капает или течет из дренажной трубки длительное время (за исключением случаев, когда она течет все время в условиях с очень высокой влажностью), возможно, имеется течь во вкладыше охладителя; в таком случае его следует демонтировать и испытать под давлением.

2 При более длительных остановках охладитель следует или полностью заполнить, или полностью опорожнить, так как наполнение охладителя наполовину повышает опасность коррозии. Если при остановке двигателя существует опасность понижения уровня воды в системе, полностью слейте охладитель. Открутите винт для выпуска воздуха, чтобы не допустить образования вакуума во время слива.

3 Чистке и испытанию под давлением подвергать охладитель через интервалы соответственно главе 04. или при невозможности поддержания температуры ресивера в заданных пределах при полной нагрузке.

4 Выполняя чистку, всегда делайте проверку на коррозию.

15.2.2 Очистка воздушной стороны охладителя нагнетаемого воздуха

15.2.2.1 Общая информация

Очистка воздушной стороны должна осуществляться заблаговременно, чтобы не допустить нарастания сажи и масла на ребрах, в результате чего образуется слой твердых отложений, который тяжело удалить, а также получается серная кислота (конденсация), если отложения остаются на ребрах и трубах определенного время.

Как правило, повышение перепада давления (Δp) на охладителе на 100 мм H_2O по сравнению с новым или очищенным охладителем означает, что охладитель требует очистки. Перепад давления следует измерять при нагрузке 100% или, как минимум, при одинаково высоком уровне нагрузки.

15.2.2.2 Ультразвуковая очистка

Рекомендуется производить очистку с помощью ультразвукового оборудования, поскольку это обеспечивает наилучший результат.

15.2.2.3 Химическая очистка

Рекомендуется химическая очистка воздушной стороны при снятом охладителе, см. раздел 15.2.3.

15.2.2.4 Рекомендуемые чистящие средства

При использовании химикатов следует всегда соблюдать инструкции и правила обращения, данные изготовителем соответствующего чистящего средства.

Рекомендуемые чистящие средства	
Поставщик	Название продукта
Basol Ltd.	Basol 77
Clensol Ltd.	Industrial Clegris
Drew Ameroid Marine Division Ashland Chemical Company One Drew Plaza Boonton, NJ 07005, USA	Ameroid ACC-9
Henkel KGaA Dusseldorf	P3-Grato 90
Houseman Ltd The Priory, Burnham Slough SL1 7LS, UK	Цоолтреат 651
Maritech AB Box 143 S-29122 Kristianstad, Sweden	Х.Д. Повдер W.1.H.D.S. phenol
Nalco Chemical Company One Nalco Centre Naperville, Illinois 60566-1024 USA	Налфлеет АЦЦ
Nalfleet Marine Chemicals PO Box 11 Winnington Avenue, Northwich Cheshire, CW8 4DX, UK	Налфлеет АЦЦ
Vecom Holding BV PO Box 27 3140 AA Maassluis, Holland	Жецом Б-85

15.2.3 Очистка вставки воздушного охладителя

Очистка поверхностей теплообменника на водяной и воздушной стороне является предпосылкой длительной безаварийной работы двигателя, и её следует производить с регулярными интервалами.

- 1** Снимите пластины кожуха.

- 2** Снимите водяной соединитель и трубки, после слива охлаждающей воды. Отсоедините кабели датчиков на узле охладителя нагнетаемого воздуха.
- 3** Установите подъемное приспособление 833 002 и проверьте расположение подъемного болта с проушиной (LD/LF/4L/5L).
- 4** Открутите крепежные винты впускной воздушной секции (6) с блока двигателя. Обратите внимание на то, что два винта находятся внутри впускной воздушной секции.
- 5** Открутите остальные винты на фланце охладителя. На двигателе LD: откройте крышку (5) и открутите крепежные винты воздушного охладителя внутри воздушной камеры (9).
- 6** Поднимите узел воздушного охладителя (2), впускной воздушной секции (6) и водяного соединителя (7). На двигателе LF одновременно может быть снят диффузор (10), чтобы облегчить демонтаж и монтаж узла воздушного охладителя.

Подъем узла воздушного охладителя

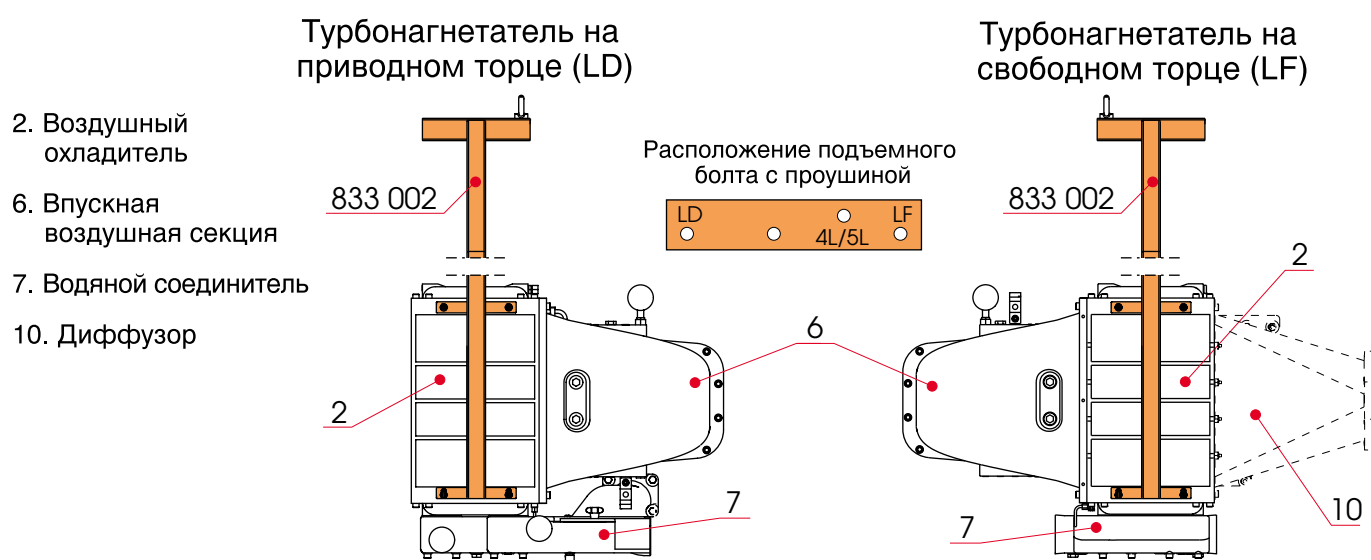


Рис 15-5

2015720336

- 7** Снимите впускную воздушную секцию и водяной соединитель воздушного охладителя.
- 8** Воздушную сторону охладителя прочистить его погружением в химическую ванну для очистки минимум на 24 часа. Рекомендуется, чтобы на дне очистной ванны были проложены перфорированные трубы для повышения эффективности очистки, см. Рис 15-6. Для обеспечения хорошей циркуляции в процессе очистки к этим трубам следует подвести пар или сжатый воздух. По окончании очистки охладитель следует тщательно промыть мощной струей воды.

Внимание!

Если водяная струя падает на охлаждающие трубы вертикально, т.е. параллельно ребрам, можно использовать давление 120 бар на расстоянии двух метров от поверхности ребер.

Осторожно!

Неправильное применение водяной струи может привести к повреждению ребер, в результате чего возрастет падение давления на воздушном охладителе.

9 Водную сторону вычистить путем отделения коллекторов от пакета охладителя и погружения пакета труб в химическую ванну для очистки минимум на 24 часа. По окончании выполнить рекомендации, приведенные для воздушной стороны.

10 Проверьте прокладки прежде чем устанавливать на место водяной соединитель.

11 Нанесите герметик на уплотнительные поверхности, см. узел охладителя нагнетаемого воздуха в разделе каталога запасных частей.

12 Установите узел воздушного охладителя на двигатель.

13 Удалить воздух из охладителя и проверить плотность при пуске.

Бак очистки воздухоохладителя

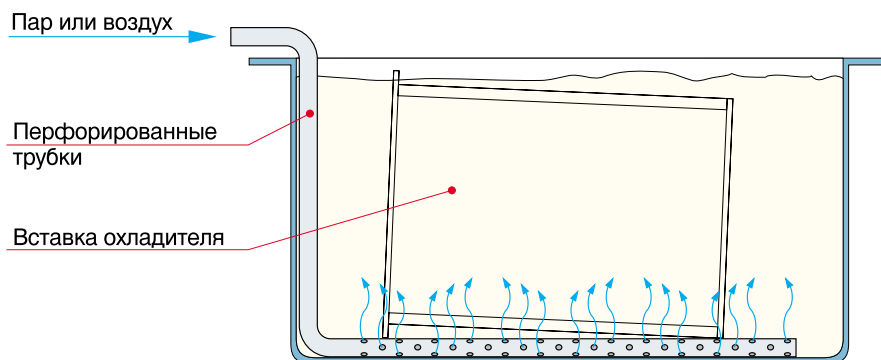


Рис 15-6

2015659921

16. Система впрыска топлива

16.1

Инжекторный насос

Технические данные и размеры

Мультикорпус:

- материал: специальный чугун
- масса: 25 кг

Плунжерная пара:

- масса: 4,5 кг

Давление впрыска: 1500 бар

Плунжер: с покрытием

Давление открытия
нагнетательного

клапана: 22 ± 2 бар

Клапан постоянного давления
открывается при перепаде
давления: 120 ± 10 бар

16.1.1 Общее описание

На двигателе установлено по одному топливному насосу высокого давления на каждый цилиндр. Топливный насос высокого давления расположен в мультикорпусе. Мультикорпус используется как:

- корпус для плунжерной пары инжекторного насоса,
- канал подачи топлива по всей длине двигателя,
- канал возврата топлива с каждого инжекторного насоса,
- направляющий узел для толкателей клапанов,
- канал подачи топлива на клапанный механизм.

Конструкция мультикорпуса представляет собой исключительно безопасную топливную систему. Кроме того обеспечивается компактность, отсутствие труб и простота обслуживания. Плунжерная пара может заменяться без демонтажа мультикорпуса.

Инжекторные насосы установлены по одному на цилиндр и имеют встроенные ролики толкателей. Толкатели клапанов также встроены в мультикорпус. Сливающееся топливо направляется по встроенной трубопроводной системе с атмосферным давлением обратно в контур топливной системы низкого давления.

Каждый инжекторный насос снабжен цилиндром аварийной остановки, подсоединенным к электропневматической системе защиты двигателя от разноса.

16.1.2 Функционирование

Инжекторный насос нагнетает топливо к форсунке. В нем имеется механизм регулировки объема топлива в зависимости от нагрузки двигателя и частоты вращения. Насосы управляются регулятором.

Плунжер толкается распредвалом через роликовый толкатель вверх и оттягивается назад пружиной, действующей на роликовый толкатель, осуществляя возвратно-поступательное движение плунжерной пары на установленную величину хода для подачи топлива под давлением.

Плунжер также управляет количеством впрыскиваемого топлива путем изменения положения края спирали относительно выпускного канала. На боковой стороне плунжера имеется наклонная канавка (проток). Когда плунжер находится в крайнем нижнем положении или в НМТ, топливо через впускной канал поступает в отверстие плунжерной пары. Вращающийся распредвал перемещает плунжер вверх. Когда верхняя кромка ступени плунжера достигает уровня каналов, 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 закрываются 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.

Плунжерная пара имеет моноблочную конструкцию со встроенным нагнетательным клапаном и клапаном постоянного давления. Каналы имеют специальный профиль для предотвращения кавитации.

Нагнетательный клапан на верхней части плунжерной пары 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 пружиной 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. Этот эффект выкачивания улучшает завершение впрыска на форсунке и предотвращает капание после впрыска, а также улучшает бесперебойность впрыска путем подготовки системы к следующему впрыску.

Мультикорпус оборудован двумя эрозионными пробками, которые при необходимости могут быть легко заменены.

16.2

Обслуживание инжекторного насоса

Перед остановкой двигателя для капремонта инжекторного насоса (ТНВД) рекомендуется дать ему поработать на легком топливе в течение 5 минут. Во время обслуживания необходимо соблюдать исключительную чистоту. Если снимаются не все ТНВД, нет необходимости демонтировать управляющий вал. При разборке ТНВД следует маркировать все детали и устанавливать их при последующей сборке на исходные места во избежание чрезмерного износа.

16.2.1 Демонтаж инжекторного насоса

1 Отключить подачу топлива на двигатель и остановить насос предварительной смазки.

2 Снять крышки клапанного механизма и удалить распредвал от данного цилиндра.

- 3** Коленчатый вал повернуть в положение, в котором ролики толкателей клапанов и инжекторного насоса лежат на основной окружности кулачка распредвала.
- 4** Снять блок коромысел, штоки толкателей и защитные трубки.
- 5** Демонтировать необходимые трубы, трубу высокого давления, трубу возврата топлива и масляную трубу. Отсоединить топливную рейку, при необходимости демонтировать управляющий вал.
- 6** Разъединить соединения труб между разбираемыми мультикорпусами. Использовать щипцы для пружинных колец, чтобы сдвинуть на одну сторону стопорное кольцо (4) топливопровода. Сдвинуть соединительные рукава (5) топливопровода, чтобы открыть стык топливопроводов. См. рис. 16-1.
- 7** Немедленно закрыть все открытые отверстия лентой или заглушками, чтобы не допустить попадания в систему грязи.
- 8** Открутить гайки фланца и поднять насос.
- 9** Закрыть крышкой отверстие в блоке двигателя.

16.2.2 Монтаж инжекторного насоса

- 1** Проверить и очистить насос. Кроме того, вычистить поверхность и отверстия блока цилиндров.
- 2** Проверить кольцевые уплотнители вставки и смазать вазелином или моторным маслом. Проверить, чтобы топливный кулачок не был в положении подъема.
- 3** Установить насос на место и затянуть винты на фланце с указанным моментом, см. главу 07, рис. 07-4 и 07-5.
- 4** Удалить защитную ленту и заглушки со всех отверстий. Убедиться в том, что ни выпускной, ни впускной кулачки не находятся в положении подъема.
- 5** Установить на место защитные трубки, штоки толкателей и стойку коромысел, отрегулировать зазоры клапанов, см. главу 12, рис. 12-3. Подсоединить необходимые трубы.
- 6** Закрыть соединения топливопроводов между собираемыми мультикорпусами. Использовать щипцы для пружинных колец, чтобы сдвинуть стопорное кольцо (4).
- 7** Установить на место трубу высокого давления и затянуть гайки с указанным моментом, см. главу 07.
- 8** Убедиться в том, что топливная рейка перемещается свободно.
- 9** Подсоединить топливную рейку к управляющему валу. Установить на место управляющий вал, если он демонтировался.
- 10** Поворачивая контрольный вал, проверить, чтобы все насосы отслеживали вращение вала. Проверить положение топливных реек на всех насосах, см. главу 22.

11 Открыть подачу топлива на двигатель и выпустить воздух из топливной системы согласно указаниям в главе 17. На инжекторном насосе имеется пробка для выпуска воздуха.

12 Установить на место крышки.

Инжекторный насос

1. Палец толкателя
2. Толкатель
3. Пробка
4. Стопорное кольцо
5. Втулка
6. Кольцевой уплотнитель
7. Пружина
8. Пружинная пластина
9. Топливная рейка
10. Нагнетательный топливный клапан / Клапан постоянного давления
11. Плунжерная пара
12. Винт
13. Эрозионная пробка
14. Плунжер
15. Регулирующая втулка
16. Пружина
17. Штифт
18. Ролик толкателя
19. Направляющий винт
20. Уплотнительное кольцо / кольцевой уплотнитель

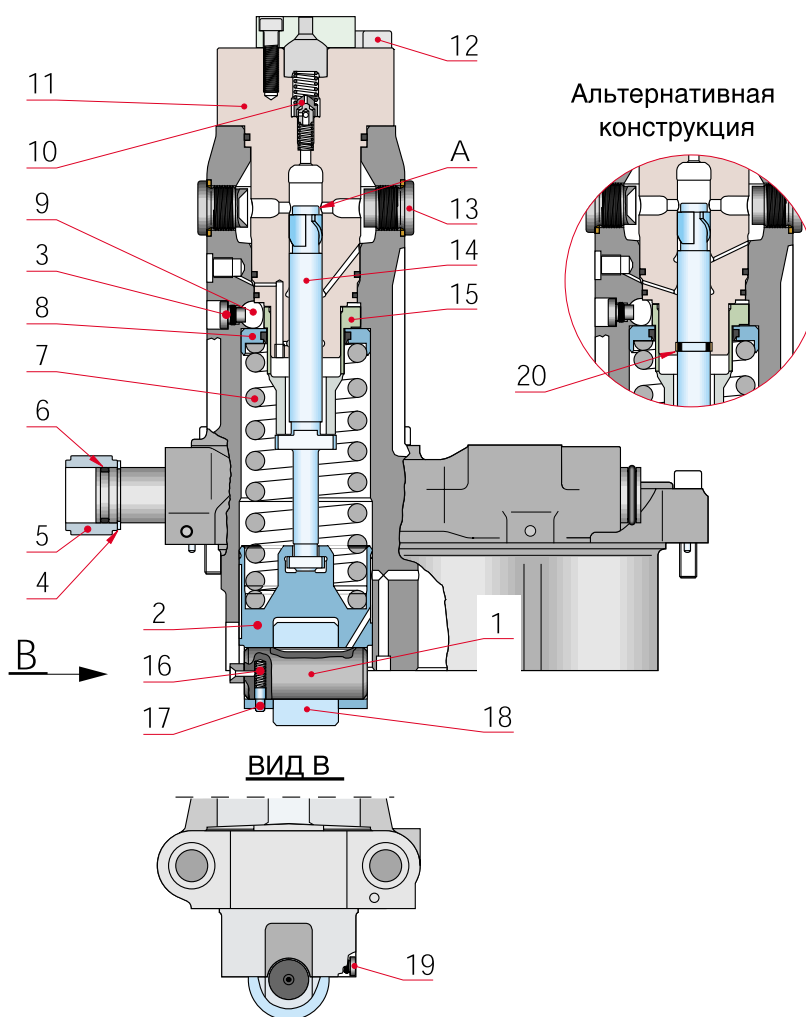


Рис 16-1

201668R0220

16.2.3 Демонтаж плунжерной пары инжекторного насоса

Большую часть работ по обслуживанию можно выполнить без демонтажа мультикорпуса с двигателя. Перед остановкой двигателя для капремонта топливного насоса высокого давления рекомендуется дать ему поработать на легком топливе в течение 5 минут. Во время обслуживания необходимо соблюдать исключительную чистоту.

- 1** Отключить подачу топлива на двигатель и остановить насос предварительной смазки. Открыть крышки.
- 2** Демонтировать необходимые трубы, трубу высокого давления, трубу возврата топлива и масляную трубу. Отсоединить топливную рейку.
- 3** Немедленно закрыть все открытые отверстия лентой или заглушками, чтобы не допустить попадания в систему грязи.
- 4** Коленчатый вал повернуть так, чтобы толкатель топливного насоса высокого давления оказался в нижней позиции с роликом, упирающимся в основную окружность кулачка.
- 5** Открутить винты фланца (12) так, чтобы они освободились от резьбы.
- 6** Установить приспособление для демонтажа 846022 так, чтобы фланец приспособления упирался в головки винтов, и затягивать гайку до тех пор, пока плунжерная пара не будет захвачена приспособлением.
- 7** Поднять и извлечь плунжерную пару (11).
- 8** Снять приспособление для демонтажа.
- 9** Удалить пробку (3) и снять топливную рейку (9).
- 10** Снять плунжер (14), повернув его примерно на 90° с помощью приспособления 846023.
- 11** Немедленно закрыть отверстие мультикорпуса чистой тканью.

Внимание!

Нагнетательный клапан разрешается вскрывать только уполномоченному персоналу.

16.2.4 Замена уплотнительных колец плунжера

Внимание!

Уплотнительные кольца всегда должны заменяться, если они были извлечены из канавки на плунжере.

- 1** Снять старые кольца, срезая их и стараясь не повредить поверхность плунжера.
- 2** Поместить защитную трубку (846 026) на верхнюю часть плунжера, чтобы закрыть острые края спирали.

- 3** Слегка смазать защитную трубку, кольцевой уплотнитель, уплотнительное кольцо и плунжер легким дизтопливом.

Установка уплотнительного кольца и калибровка колец

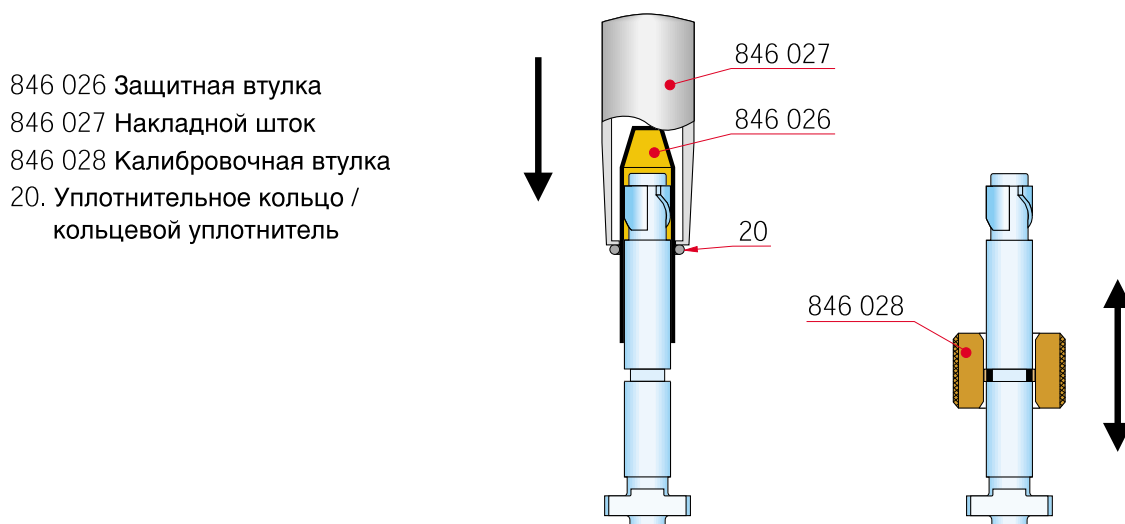


Рис 16-2

201669R0244

- 4** Сдвинуть кольцевой уплотнитель (20) с помощью накладного штока (846027) по защитной трубке вниз вдоль плунжера и вручную поместить ее в канавку.
- 5** Сдвинуть уплотнительное кольцо (20) с помощью накладного штока по защитной трубке вниз вдоль плунжера и вручную поместить ее в канавку.
- 6** Удалить защитную трубку и откалибровать установленные уплотнительные кольца с помощью калибровочной трубки (846028), чтобы обеспечить правильную посадку колец в канавке.

16.2.5 Монтаж плунжерной пары инжекторного насоса

- 1** Проверить и очистить плунжерную пару.
- 2** Установить новые кольцевые уплотнители и смазать их.
- 3** Очистить корпус. Обратить особое внимание на уплотнительные поверхности кольцевых уплотнителей.
- 4** Вставить плунжер и регулирующую втулку с помощью приспособления 846023.
- 5** Проверить правильность положения регулирующей втулки (15). Установить на место топливную рейку (9) и заглушку (3). Проверить, чтобы топливная рейка перемещалась свободно.
- 6** Установить плунжерную пару в корпус. Будьте внимательны при присоединении плунжера к плунжерной паре.

- 7** Затянуть крепёжные винты постепенно по диагонали с указанным моментом, см. главу 07.
- 8** Убедиться в том, что топливная рейка перемещается свободно.
- 9** Поворачивая контрольный вал, проверить, следуют ли все насосы за движением вала. Проверить положения топливных реек всех насосов, см. главу 22.
- 10** Удалить предохранительную ленту и заглушки, подсоединить трубопроводы и трубу высокого давления. Затянуть гайки с указанным моментом.
- 11** Открыть подачу топлива на двигатель и выпустить воздух из топливной системы согласно указаниям в главе 17.

16.2.6 Проверка фаз газораспределения

Для нормальной регулировки фаз газораспределения предварительный подъем может быть измерен механически с помощью специального инструмента 869001, см. Рис 16-3.

Проверка фаз газораспределения необходима только в случае замены основных узлов, например промежуточной шестерни распредвала или одной или нескольких секций распредвала.

- 1** Снять крышку распредвала на обслуживаемом цилиндре.
- 2** Коленчатый вал повернуть до тех пор, пока ролик толкателя насоса (1) не упрется в базовую окружность распредвала (3), т.е. на 20° перед ВМТ воспламенения.
- 3** Установить контрольный инструмент 869001 (5) и отрегулировать стрелочный индикатор 848041 на ноль (4), см. Рис 16-3.
- 4** Поворачивать маховик в направлении вращения до тех пор, пока толкатель (2) не поднимется на 7 мм.
- 5** Определить положение маховика. Если положение соответствует протоколу испытаний, перейти к выполнению пункта 13.
- 6** Снять торцевую крышку распредвала и установить гидравлический инструмент 861169 на винт, см. раздел 13.2.2.
- 7** Открутить гайку, приложив соответствующее давление, см. раздел 07.3 и снять давление.
- 8** Повернуть маховик в требуемое положение.
- 9** Затянуть резьбовое соединение.
- 10** Поворачивать коленвал до тех пор, пока толкатель насоса не упрется в базовую окружность распредвала.
- 11** Установить ноль на измерителе (4).
- 12** Повернуть маховик в направлении вращения до тех пор, пока толкатель не поднимется до 7 мм. Проверить положение маховика.
- 13** Демонтировать контрольный инструмент.
- 14** Установить на место крышку промежуточных шестерен.
- 15** Установить на место крышку распредвала.

Внимание!

Изменение положения шестерни распредвала влияет на все цилиндры.

Проверка фаз газораспределения

1. Ролик толкателя
2. Толкатель
3. Распредвал
4. Датчик
5. Приспособление для проверки начала подачи

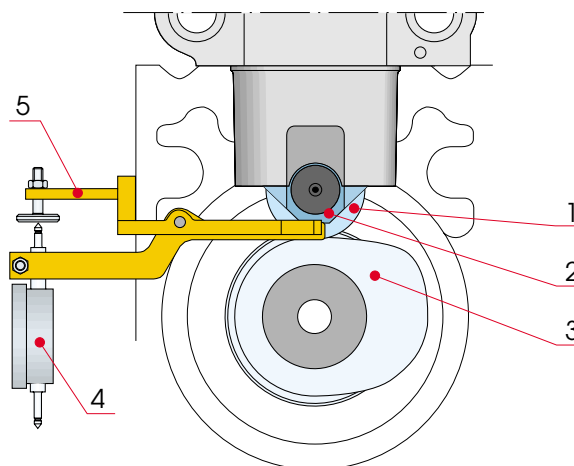


Рис 16-3

201663R9950

16.2.7 Переборка инжекторного насоса

Предполагается, что мультикорпус демонтирован с двигателя и тщательно очищен.

Внимание!

Цилиндр плунжерной пары, плунжер и нагнетательный клапан соответствуют друг другу и при капитальном ремонте должны обслуживаться комплектом.

- 1** Насос рекомендуется установить в винтовые тиски, в позицию удобную для различных операций.
- 2** Демонтировать плунжерную пару согласно разделу 16.2.3.
- 3** Заменить уплотнительные кольца на плунжере инжекторного насоса согласно разделу 16.2.4.
- 4** Перевернуть насос вверх дном.
- 5** Поддерживать роликовый толкатель приспособлением 846016 и открутить установочный винт (19). См. рис. 16-1.
- 6** Разгрузить пружину и снять приспособление.
- 7** Роликовый толкатель и пружину теперь можно снять.
- 8** Снять тарелку пружины (8) и регулировочную втулку (15).

- 9** Отжать стопорный штифт пальца ролика (17) и вынуть палец ролика. Закрепить стопорный штифт, так как он подпружинен.
- 10** Поскольку в мультикорпус встроен толкатель клапана, рекомендуется одновременно осмотреть и толкатель клапана.
- 11** Детали промыть в абсолютно чистом дизельном топливе и смазать внутренние детали моторным маслом. Обратить особое внимание на канавки и отверстия для стекающего топлива и смазочного масла. При работе с деталями топливного насоса высокого давления следует надевать чистые защитные перчатки из латекса. Детали держать вместе, плунжер должен быть вставлен в цилиндр.
- 12** Обычно дальнейшей разборки не требуется. Комплектующие детали разных насосов рекомендуется хранить отдельно или отметить детали так, чтобы они могли быть собраны в том же насосе. Детали должны быть защищены от ржавчины, а рабочие поверхности плунжерной пары особенно не следует без нужды трогать голыми руками.
- 13** Смазать ролик и палец ролика перед сборкой.
- 14** Заменить уплотнительные кольца и вставить регулировочную втулку и тарелку пружины в корпус.
- 15** Смазать ролик толкателя и установить его в корпус вместе с пружиной.
- 16** Придерживать ролик толкателя приспособлением 846016, чтобы удерживать паз для установочного винта в правильном положении.
- 17** Прижимать ролик толкателя до тех пор, пока паз не поравняется с отверстием.
- 18** Вкрутить и затянуть направляющий винт (19) с указанным моментом, см. раздел 07.
- 19** Повернуть насос и установить на место плунжерную пару. См. раздел 16.2.5.
- 20** Если насос не будет смонтирован на двигателе немедленно, тогда его требуется хорошо смазать и покрыть защитным пластмассовым футляром или чем-то подобным. топливные отверстия и штуцеры под топливопровод высокого давления всегда должны быть закрыты пробками или лентой.

16.3

Трубопровод инъекции

Топливопровод высокого давления состоит из двух частей: переходника, ввернутого сбоку в корпус форсунки, и топливной трубки высокого давления.

Переходник уплотняется гладкими металлическими поверхностями, которые необходимо проверить перед монтажом. Переходник следует всегда затягивать с указанным моментом перед установкой трубки высокого давления, даже в том случае, если снималась только топливная трубка, так как при демонтаже топливной трубки может быть ослаблен переходник.

Топливная труба высокого давления закрыта кожухом, чтобы защитить пространство вокруг двигателя от утечки топлива. Топливные трубы высокого давления поставляются в сборе с установленными соединительными гайками. При монтаже трубы высокого давления рекомендуется придерживать переходник с помощью специального приспособления. Соединения всегда затягивать с указанным моментом.

После снятия с места деталей топливопровода высокого давления они должны быть предохранены от загрязнения и коррозии.

16.4

Инжекторный клапан

16.4.1 Описание

Технические данные и размеры

Отверстия:	8 шт.
Диаметр отверстия:	0,38 мм
Угол:	148°
Давление открытия:	450 бар

Инжекторный клапан расположен в центре головки цилиндра и состоит из корпуса форсунки (6) и форсунки (1), см. Рис 16-4. Топливо поступает в корпус форсунки сбоку через переходник, вкрученный в корпус форсунки.

Топливо на форсунки поступает под высоким давлением по трубке высокого давления и впрыскивается в камеру сгорания в виде тонкого тумана. Рабочее давление форсунки может регулироваться вращением регулировочного винта (8) на инжекторном клапане.

Инжекторный клапан

1. Распылитель
2. Гайка форсунки
3. Установочный штифт
4. Толкатель
5. Пружина
6. Корпус форсунки
7. Надставка
8. Регулирующий винт
9. Гайка
10. Уплотнительное кольцо
11. Защитная втулка
12. Переходник
13. Уплотнительное кольцо
14. Топлив. трубка высок. давления

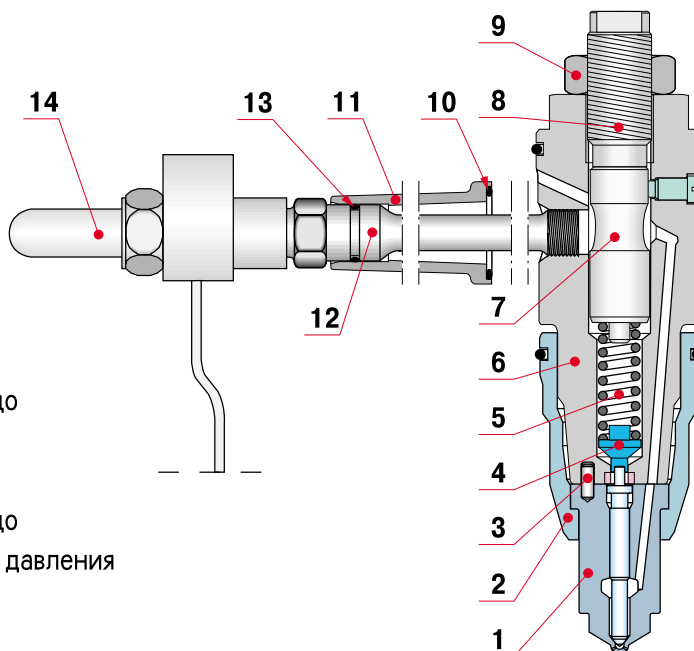


Рис 16-4

201665R0025

16.4.2 Демонтаж инжекторного клапана

- 1** Снять крышку головки цилиндра.
- 2** Демонтировать трубу высокого давления.
- 3** Снять коромысла.
- 4** Выкрутить переходник и, при необходимости, ослабить защитную трубку.
- 5** Отвернуть гайки крепления форсунки.
- 6** Поднять и вынуть инжекторный клапан (6) с помощью инструмента 846024. См. Рис 16-4.
- 7** Защитить отверстие поступления топлива в инжекторный клапан и отверстие в головке цилиндра.

16.4.3 Капремонт инжекторного клапана

- 1** Немедленно после демонтажа инжекторного клапана с двигателя осмотреть форсунку. Отложения нагара (воронки) могут указывать на то, что форсунка в плохом состоянии или произошла поломка пружины. Очистить форсунку снаружи щеткой из латунной проволоки. Запрещается использовать стальные щетки!
- 2** Проверить функционирование и состояние форсунки, т.е. давление открытия и герметичность гнезда. Рекомендуется использовать ручной испытательный насос (864012) с накопительным устройством, чтобы оценить характеристики распыления при реальных объемах впрыскивания.
- 3** Установить специальный инструмент 846030 в винтовые тиски и вставить инжекторный клапан в инструмент форсункой вниз.
- 4** Извлечь форсунку из корпуса, вращая корпус инжекторного клапана (6) против часовой стрелки до тех пор, пока не освободится колпачковая гайка (2). Удерживать форсунку на корпусе, не давая ей перемещаться с гайкой. При наличии кокса между форсункой и гайкой могут поломаться шпонки и повредить форсунку. Во избежание этого следует постучать по форсунке с помощью отрезка трубы согласно Рис 16-5, чтобы удерживать ее вместе с корпусом. Запрещается стучать непосредственно по наконечнику форсунки. Не ронять форсунку!
- 5** Проверить движение иглы распылителя, которое может носить разный характер:
 - вполне свободный подъем иглы,
 - подъем иглы свободен в нормальных пределах,
 - заклинивание иглы.

Не следует прикладывать излишние усилия для извлечения иглы, поскольку это часто приводит к ее полному заклиниванию. Если иглу не удастся легко извлечь, необходимо погрузить форсунку в смазочное масло и нагреть его до 150 – 200°C. Как правило, иглу легко можно извлечь из нагретой форсунки.

Максимальный подъем иглы форсунки, демонтаж форсунки из корпуса

A= Подъем иглы форсунки

B= Допустимый износ
уплотнительной поверхности
корпуса форсунки

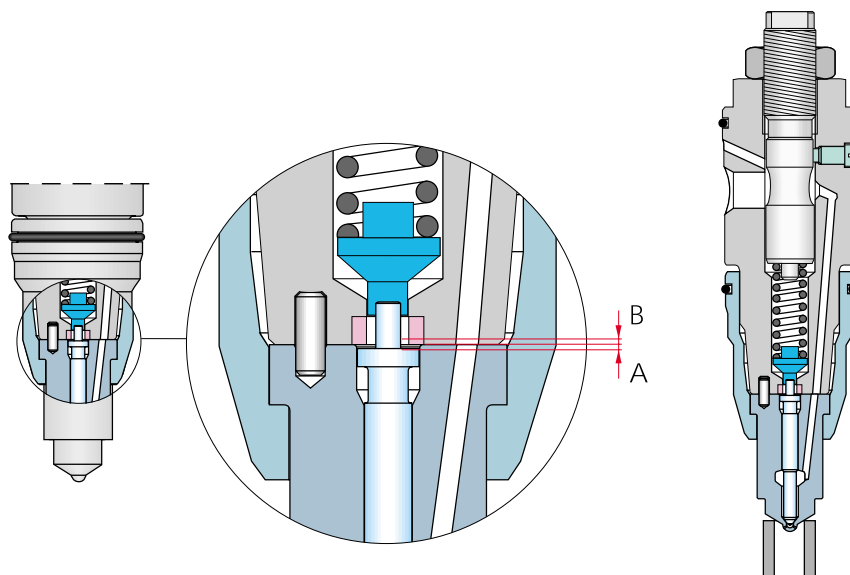


Рис 16-5

201666R0220

6 Очистить детали. Если возможно, использовать химический растворитель нагара. Если такого раствора нет, погрузить детали в чистое дизтопливо, уайт-спирит и т.п., чтобы размочить нагар. После этого очистить детали инструментами, имеющимися в комплекте инструментов. Не использовать стальные щетки или твердые инструменты. Отверстие форсунки прочистить предназначенными для этого иглами. После очистки прополоскать детали для удаления остатков нагара и частиц 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 Тщательно прочистить держатель распылителя и колпачковую гайку. Если необходимо, снять держатель распылителя и вычистить все детали.

Проверить пружину иглы распылителя.

8 Проверить уплотнительные поверхности высокого давления держателя распылителя, т. е. поверхность контакта с распылителем и дном отведения впрыска топлива.

9 Проверить максимальный подъем иглы форсунки, т. е. сумму размеров A и B в Рис 16-5. Если износ B превышает 0,05 мм, корпус форсунки можно отослать на завод-изготовитель двигателя для восстановления. Если подъем иглы выходит за пределы, указанные в главе 06, разделе 06.2, форсунку следует заменить.

10 Вновь собрать форсунку. Колпачковую гайку затянуть до момента, указанного в разделе 07.1.

11 Форсунку подсоединить к испытательному насосу 864012. Накачать, чтобы удалить воздух. Закрыть клапан манометра и быстро прокачать, чтобы выдуть грязь из отверстий форсунки. Под форсунку подложить сухую бумагу и коротко и быстро продуть насосом. Наблюдать равномерность распыления топлива.

Внимание!

Следить за тем, чтобы под струю не попадали руки.

12 Проверить величину давления открытия:

- открыть клапан манометра,
- медленно накачивать и следить за показаниями манометра, чтобы заметить давления открытия.
- если давление открытия ниже заданного значения, отрегулировать его, вращая регулировочный винт (8) по часовой стрелке.

Регулировка давления открытия

8. Регулирующий винт

9. Гайка

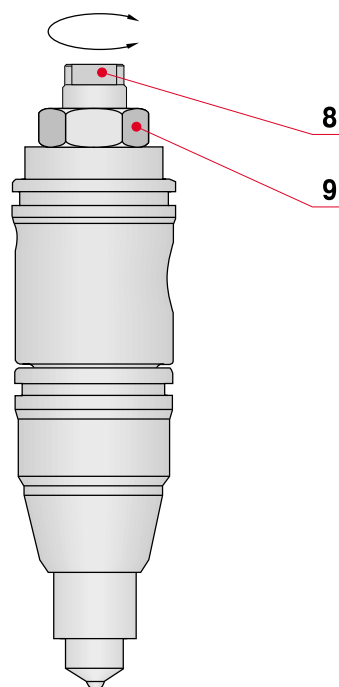


Рис 16-6

201667R0025

13 Положить под форсунку сухую бумагу и резко качнуть насос. Наблюдать равномерность распыления топлива. Если распыление равномерно, отрегулировать давление открытия до заданного значения и еще раз проверить равномерность распыления.

14 Проверить плотность посадки иглы:

- повысить давление до значения на 20 бар ниже заданного давления открытия,
- поддерживать давление постоянным в течение 10 секунд и убедиться в отсутствии капель топлива на наконечнике форсунки. Небольшая влажность допускается.

15 Проверить плотность направляющей поверхности иглы:

- повысить давление до значения на 20 бар ниже заданного давления открытия,
- измерить время падения давления на 50 бар. Если это время меньше 3 секунд, форсунка изношена и подлежит замене. Время дольше 20 секунд свидетельствует о засорении иглы и необходимости очистки форсунки.

16 Если проверки по пунктам 10 – 14 дают удовлетворительные результаты, инжекторный клапан можно установить на место в двигатель. В противном случае следует заменить форсунку.

17 Если имеет место подтекание на уплотнительных поверхностях высокого давления, повреждённая деталь должна быть заменена или восстановлена.

18 Если форсунки или инжекторные клапаны подлежат хранению, их следует законсервировать защитным антикоррозионным маслом. Форсунка и топливное соединение должны быть защищены заглушками или лентой.

16.4.4 Монтаж инжекторного клапана

1 Убедиться в том, что нижняя поверхность отверстия в головке цилиндра чиста. При необходимости очистить или притереть поверхность с помощью инструмента 841020. Если необходима притирка, следует снять головку цилиндра. Для притирки применять стальную шайбу или мелкозернистую притирочную пасту. Инжекторный клапан уплотняется непосредственно с нижней поверхностью отверстия головки цилиндра.

2 Установить на инжекторный клапан новые кольцевые уплотнители. Форсунку смазать моторным маслом или вазелином.

3 Установить инжекторный клапан на отверстие в головке цилиндра, но не затягивать гайки.

4 Установить новые кольцевые уплотнители на переходник и защитную трубку, если она демонтировалась.

5 Установить защитную трубку на переходник, если она демонтировалась. Вручную вкрутить переходник. Затянуть с указанным моментом. Затянуть винты защитной трубки.

6 Установить топливопровод высокого давления и затянуть колпачковую гайку до требуемого момента.

7 Перед тем, как затягивать гайки крепления на инжекторном клапане, оставить клапан на 30 минут в головку цилиндра, чтобы выровнялась температура.

8 Окончательно затянуть гайки с помощью динамометрического ключа, поставляемого в комплекте с двигателем, по следующим этапам:

а) обе гайки до 20 Нм

б) обе гайки до 30 Нм

в) обе гайки до 40 Нм

г) обе гайки до окончательного момента 50 ± 3 Нм

9 Установить коромысла.

10 Установить на место крышки.

16.5

Пневматический предельный выключатель

Пневматический предельный выключатель установлен на мультикорпусе и воздействует непосредственно на топливную рейку. При срабатывании предельного выключателя сжатый воздух воздействует на поршень в цилиндре, установленном на мультикорпусе. Поршень перемещает топливную рейку в положение перекрытия подачи топлива. Усилие предельного выключателя превышает усилие пружины кручения механизма регулятора. Техническое обслуживание предельного выключателя см. в главе 22.

Пневматический предельный выключатель

1. Цилиндр
2. Поршень
3. Уплотнительное кольцо
4. Топливная рейка

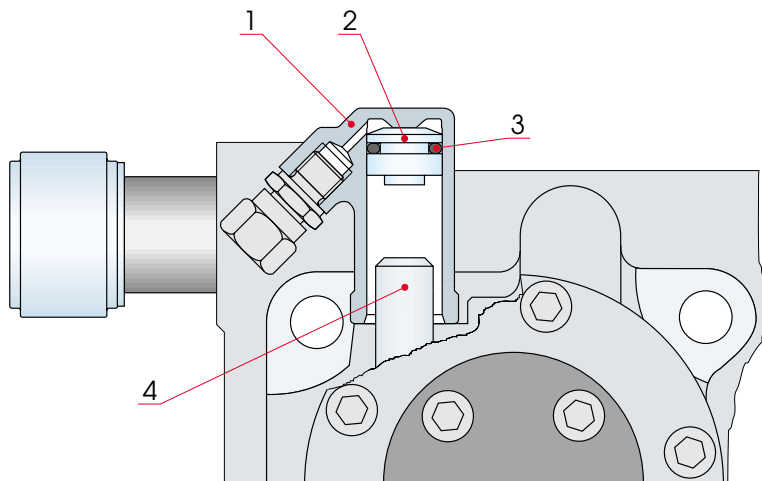


Рис 16-7

201662R9848

17. Топливная система

17.1

Общее описание

Двигатель спроектирован для постоянной работы на тяжелом топливе. Как главный, так и вспомогательный двигатели могут быть запущены и остановлены на тяжелом топливе, если обеспечен подогрев топлива до рабочей температуры и подогрев воды охлаждения цилиндров до заданной температуры.

Так как система топливоподготовки перед двигателем может резко отличаться у разных силовых установок, эта система в подробностях не описывается в настоящей инструкции. См. отдельные инструкции. Обычно топливоподкачивающий насос подает необходимый поток в двигатель через фильтр. Необходимое давление в системе двигателя обеспечивается регулируемым дроссельным клапаном.

Очень важно, что обработка топлива перед двигателем выполняется как следует. Фильтрация топлива непосредственно влияет на срок службы топливных насосов высокого давления и на другие детали в линии высокого давления и следовательно на работу двигателя.

Топливная система

- 1. Регулируемое сопло
- 2. Реле давления
- 3. Манометр
- 4. Сигнализ. по поломанной трубе выс. давл.
- 5. Демпфер
- 101. Ввод топлива
- 102. Возврат топлива
- 103. Слив утечного топлива, чистое топлива

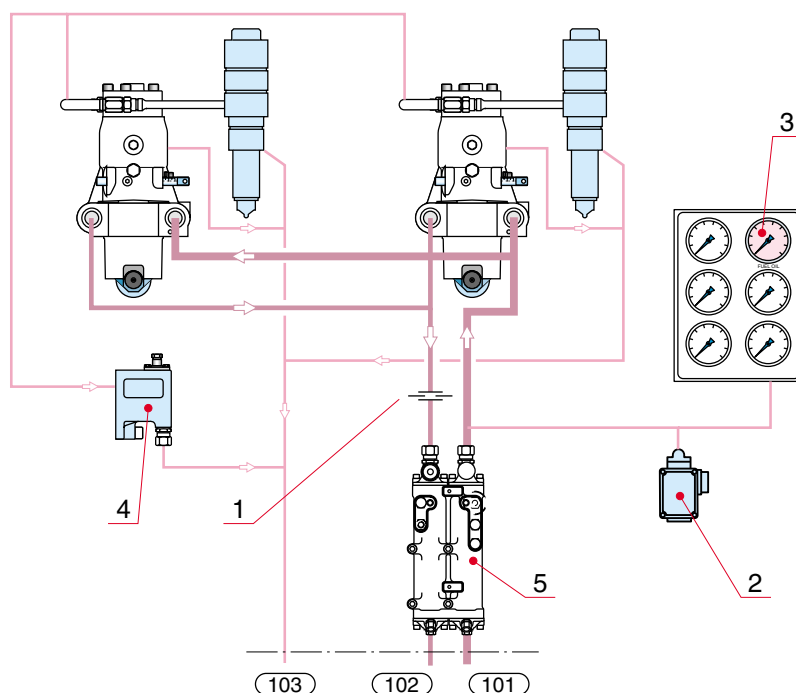


Рис. 17-1

2017529318

Манометр (3) на щите приборов показывает давление топлива на входе. Реле (2) по низкому давлению топлива подключен к системе АПС.

Утечки топлива из ТНВД и форсунок собираются в отдельной замкнутой системе, благодаря чему оно может быть использовано пов-

торно. По отдельному заказу может быть поставлен специальный блок, который автоматически возвращает это топливо в топливную систему.

От верхней плоскости блока цилиндров проводится отдельная трубопроводная система для сбора потерь масла, топлива или воды, возникающих, например, при переборке крышки цилиндра.

Система высокого давления, включающая ТНВД и форсунку, описывается в разделе 16.

17.2

Предохранительный топливный фильтр

Во время первого пуска установки следует установить топливный предохранительный фильтр (фильтр обкатки) в топливную систему прямо перед двигателем. Цель данного фильтра защищать топливную систему во время первых часов работы. Данный фильтр следует использовать макс. 50 ч.

Если топливную систему перед двигателем вскрывают позже, рекомендуется использовать данный фильтр опять несколько часов.

17.3

Уход

При работе с топливной системой всегда необходимо соблюдать совершеннейшую чистоту. Трубы, цистерны и устройства топливоподготовки, в том числе, насосы, фильтры, подогреватели и вискозиметры, независимо от того, входят ли они в поставку двигателя или нет, должны допускаться к эксплуатации только после их тщательной очистки.

Топливо должно всегда быть сепарировано, а также рекомендуется установка автоматического фильтра в систему топливоподготовки.

Если топливная система вскрывалась, после сборки всегда необходимо стравливать из нее воздух, см. подраздел 17.4.

Уход за устройством топливоподготовки, установленным вне двигателя, см. отдельные инструкции.

17.4

Стравливание воздуха

Отвернуть воздушные винты, расположенные на ТНВД. Если расположение расходной цистерны не обеспечивает достаточного статического давления в системе, необходимо запустить топливоподкачивающий насос.

После каждой замены вставок стравливать воздух из фильтра.

18. Смазочная система

18.1

Общая конструкция

Обычно применяются системы с мокрым масляным поддоном, однако возможно использование также систем с сухим поддоном.

Двигатель оборудован масляным насосом (3) с непосредственным приводом от шестерни насоса на свободном конце коленвала. При необходимости можно параллельно подключить резервный насос с электроприводом. Насос всасывает масло из масляного поддона двигателя и прокачивает его через масляный охладитель (6), оборудованный терморегулирующим клапаном (5), регулирующим температуру масла, через главный масляный фильтр (7) в главный распределительный коллектор в блоке двигателя и, через боковые резьбовые каналы, на коренные подшипники.

Смазочная система

1. Центробежный фильтр
2. Насос предварит. прокачки маслом
3. Масляный насос
4. Клапан регулирования давления
5. Термостатный клапан
6. Масляный холодильник
7. Масляный фильтр
8. Манометр
9. Масломерная рейка
10. Подшипники распредвала
11. Поршневые пальцы
12. Подшипники коромысла
13. Масляная труба в ГТН
14. Масляная труба из ГТН

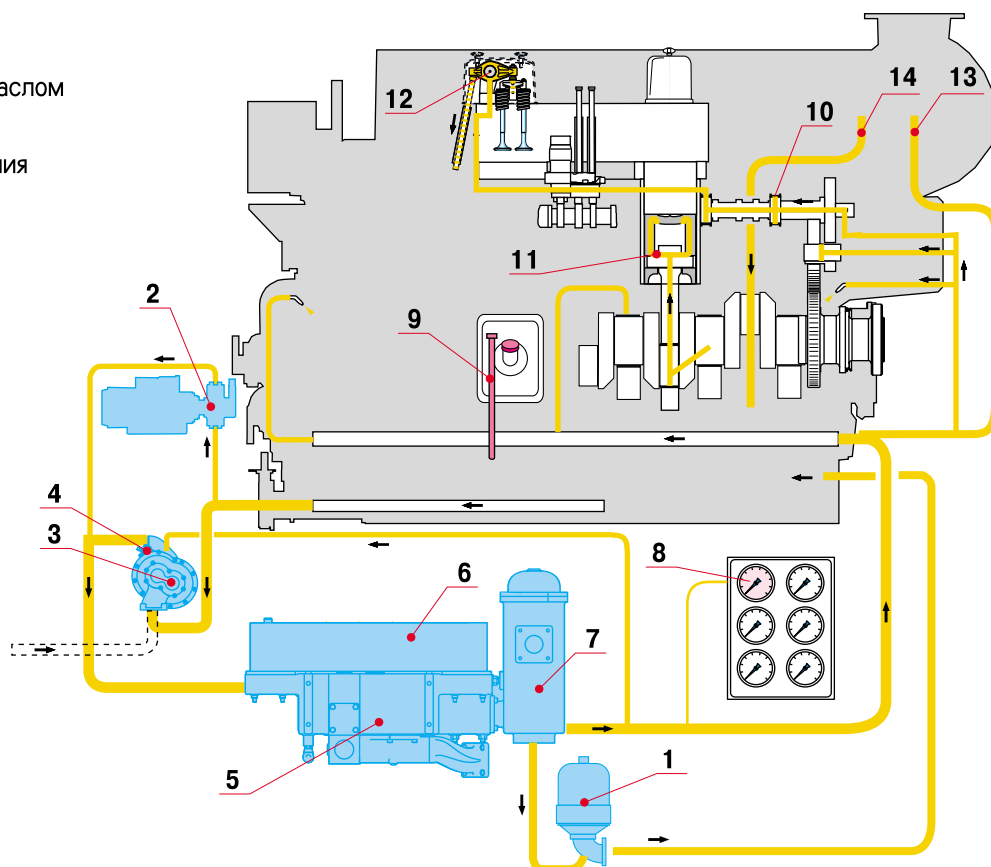


Рис 18-1

201863R0101

Часть масла течет через отверстия в коленвале на подшипники нижних головок шатунов и далее, через шатун на поршневые пальцы (11), в полости для смазки юбки поршня и охлаждения поршня. По отдельным трубопроводам масло направляется к остальным точкам смазки, таким как подшипники распредвала (10), толкатели и клапаны инжекторных насосов, подшипники коромысел (12) и подшипники привода клапанного механизма, а также на масляные форсунки для смазки и охлаждения.

Электрический насос предварительной смазки шестеренчатого типа оборудован перепускным клапаном. Насос подключен параллельно масляному насосу с непосредственным приводом от двигателя. Насос используется для следующих целей:

- заполнение смазочной системы дизельного двигателя перед его пуском, например, если двигатель не работал в течение длительного времени,
- непрерывная предварительная смазка остановленного дизельного двигателя, в котором циркулирует дизельное топливо,
- непрерывная предварительная смазка остановленных двигателей в многомоторных установках постоянно при работе одного из двигателей.

Давление в распределительном коллекторе регулируется управляющим клапаном (4) на насосе. Давление можно регулироваться посредством установочного винта на управляющем клапане. Очень важно поддерживать правильное давление, чтобы обеспечить эффективную смазку подшипников и охлаждение поршней. Давление обычно остается постоянным после установки заданного значения.

Давление может превышать номинальное значение при запуске с холодным маслом, но после нагрева масла восстанавливается нормальное значение. Манометр (8) на приборной панели показывает давление смазочного масла на входе двигателя (в распределительном коллекторе двигателя). Система включает в себя три реле давления по понижению давления масла, два из которых связаны с автоматической системой сигнализации, а одно – с системой автоматической остановки по низкому давлению (см. главу 23).

Температура проверяется по термометрам, расположенным до и после масляного охладителя (глава 01, раздел 01.2). Датчик превышения температуры смазочного масла подключен к автоматической системе сигнализации (см. главу 23).

Регулятор оборотов имеет собственную масляную систему, см. отдельную инструкцию по эксплуатации.

Маслозаправочная горловина и измерительный стержень уровня масла (9) расположены в середине двигателя.

Подсоединения для сепаратора имеются на масляном поддоне у задней стороны двигателя.

18.2

Общее обслуживание

Используйте только высококачественные масла, одобренные заводом-изготовителем двигателя согласно главе 02., раздел 02.2.

В системе всегда должно быть достаточное количество масла. На маслоизмерительном стержне отмечены верхний и нижний пределы, между которыми может изменяться уровень масла. Поддерживайте уровень масла вблизи отметки макс. и никогда не допускайте снижения уровня за отметку мин. Указанные пределы относятся к уровню масла в работающем двигателе. Добавляйте макс. 10% свежего масла в каждом отдельном случае (см. главу 02., раздел 02.2). Одна сторона маслоизмерительного стержня проградуирована в сантиметрах. Эту шкалу можно использовать для контроля расхода масла.

Замена масла должна производиться регулярно, ее периодичность определяется опытом эксплуатации данной установки, см. главы 04. и 02., раздел 02.2.3. Пока масло горячее, слить его из масляной системы, а также из масляного охладителя и фильтра. Очистить картер и масляный поддон подходящей тканью (не хлопчатобумажными отходами). Очистить главный и центробежный фильтры.

Рекомендуется сепарирование масла, особенно при работе двигателя на тяжелом топливе, см. главу 02, раздел 02.2.3.

При работе со смазочной системой требуется соблюдение исключительной чистоты. Грязь, металлические частички и т. п. могут причинить серьезные повреждения подшипников. При демонтаже трубопроводов или деталей системы закрывайте все отверстия заглушками, липкой лентой или чистыми тряпками. Во время хранения и транспортировки масла принимайте меры по предупреждению попадания в него грязи и посторонних веществ. При заливке масла пользуйтесь сеткой.

18.3

Масляный насос

18.3.1 Описание

Насос шестеренчатого типа. В корпус насоса встроен комбинированный управляющий/предохранительный клапан. Используется шесть односторонних бронзовых подшипников. Наружная смазка не требуется. Крышка уплотняется уплотнительной мастикой.

Насос машинного масла

1. Шестерня привода
2. Конические кольца
3. Болт
4. Упорный диск
5. Смазочные канавки подшипников
6. Промежуточная часть
7. Рукав
8. Рукав
9. Подшипниковая втулка

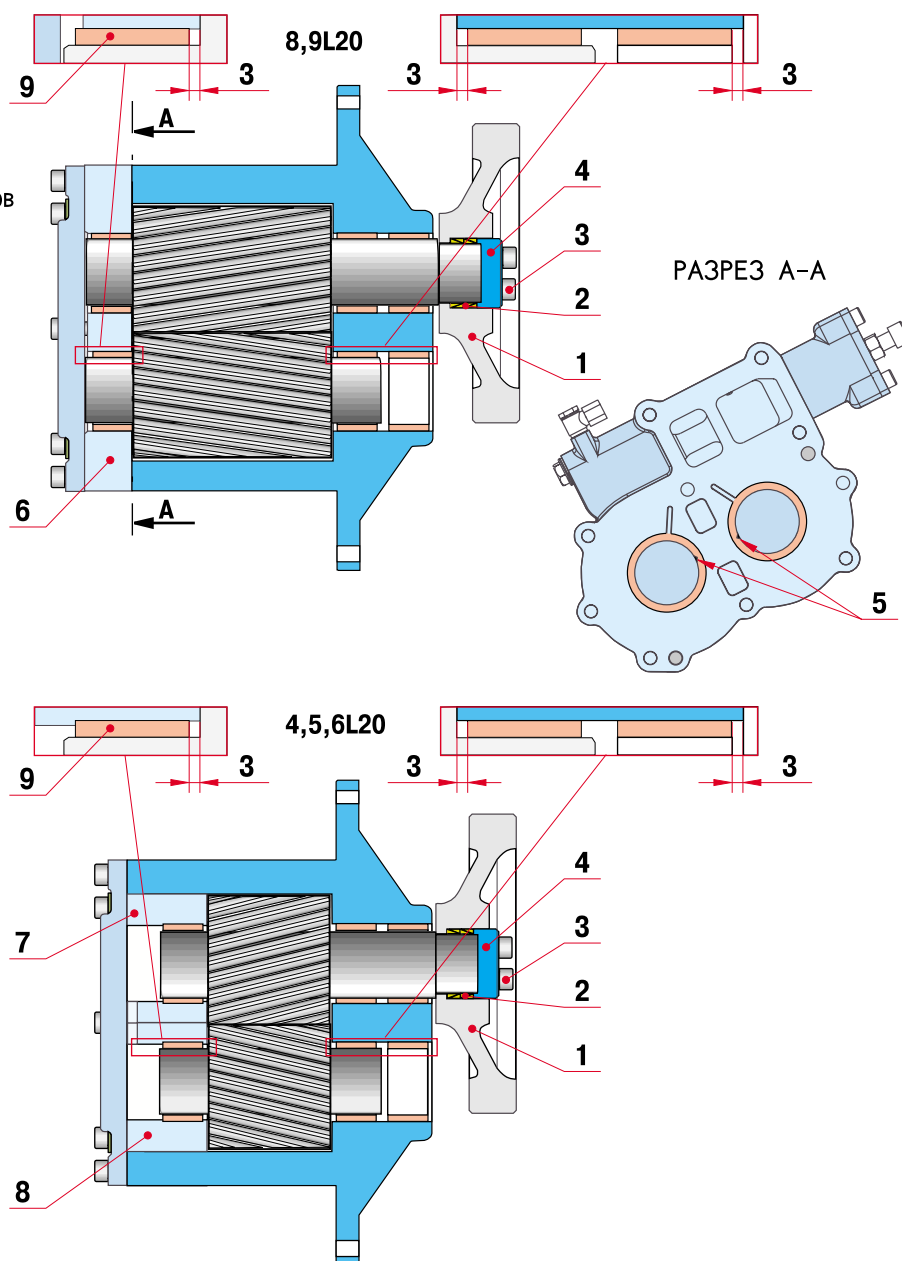


Рис 18-2

201864R0101

18.3.2 Демонтаж

- 1** Снять и осмотреть регулирующий клапан согласно разделу 18.4.
- 2** Снять прижимную пластину (4), открутив винты крепления (3).
- 3** Снять шестерню (1), не пользуясь каким-либо инструментом. Если снятие шестерни затруднено, можно постучать мягким молотком. (Фрикционные кольцевые элементы снимаются вместе с шестерней.)

Использование съёмника только повредит вал (продольные риски).

18.3.3 Контрольный осмотр

- 1** Проверить состояние всех деталей в отношении их износа (глава 06., раздел 06.2) и заменить износившиеся.
- 2** Снять изношенные подшипники, выталкивая их из мест установки с помощью подходящей оправки.
- 3** Установить новые подшипники (рекомендуется предварительное замораживание) так, чтобы они находились на три (3) мм ниже втулки и уровня корпуса, см. Рис 18-2. Следить за тем, чтобы смазочные канавки подшипников (5) были расположены правильно, согласно Рис 18-2.
- 4** Проверить диаметр подшипника после монтажа. Проверить осевой зазор шестерён (см. главу 06., раздел 06.2).

18.3.4 Сборка

- 1** Перед сборкой тщательно вычистить все детали.
- 2** Перед установкой шестерни следует вычистить и смазать маслом все контактные поверхности.
- 3** Установить на место фрикционные кольца (2).

Фрикционные кольца установить в точности так же, как показано на Рис 18-3. Фрикционные кольца должны легко встать на место и не должны заедать.

Установка шестерни

1. Ведущая шестерня
2. Фрикционные кольца
3. Болт
4. Упорный диск

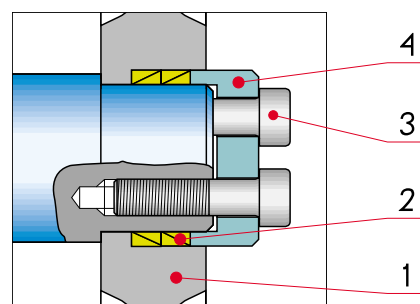


Рис 18-3

201855R9319

- 4** Установить на место прижимную пластину.
- 5** Слегка затянуть винты и проверить правильность положения шестерни.

6 Затянуть винты до момента согласно главе 07.

7 Если шестерня (1) была заменена, проверить окружной зазор, сняв крышку.

8 Установить на место крышки насоса.

Примечание

Втулки (7, 8), см. Рис 18-2, должны прижиматься крышкой последние 5 мин сборки после нанесения герметика на корпус.

9 Установить на место трубы.

18.4

Клапан регулирования давления масла и предохранительный клапан

18.4.1 Описание

Клапан регулирования давления встроен в корпус масляного насоса и регулирует давление масла на входе двигателя, отводя избыток масла со стороны нагнетания насоса непосредственно в картер.

Клапан регулирования давления

1. Шарик
2. Уплотнительное кольцо
3. Регулирующий поршень
4. Пружина
5. Держатель пружины
6. Регулирующий болт

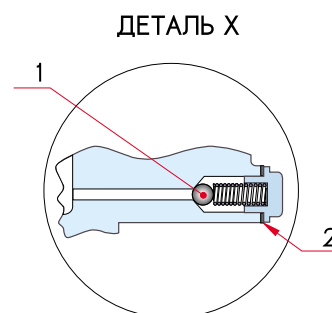
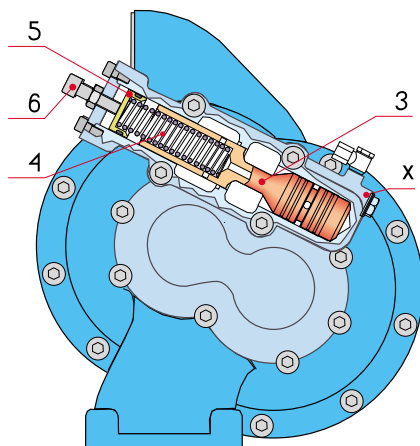


Рис 18-4

201876R90025

Труба соединена с распределительным коллектором двигателя, в котором поддерживается постоянное давление на двигателях, работающих с постоянной частотой вращения. Это давление воздействует на регулирующий поршень (3), а пружина (4) растягивается, уравновешивая это усилие при заданном давлении. Таким образом в распределительном коллекторе поддерживается постоянное давление независимо от величины давления на нагнетательной стороне насоса и перепада давления в системе. Путем растяжения пружины получается более высокое давление (если оно слишком мало).

Если по каким-либо причинам давление в нагнетательной трубе резко возрастает, например из-за засорения системы, шарик (1) откроется и пропустит масло на регулирующий поршень (3). При этом клапан сработает как предохранительный.

18.4.2 Обслуживание

- 1** Демонтаж подвижных деталей. Проверить их на отсутствие износа и заменить новыми износившиеся или повреждённые
- 2** Тщательно прочистить клапан.
- 3** Проверить, чтобы никакие детали не заедали при сборке и с крышкой масляного насоса, установленной на корпус насоса.

18.5.3 Разборка и сборка охладителя

а) Разборка

- 1 Открыть спускной клапан и слить масло из масляного блока.

Осторожно!

Соблюдать осторожность при демонтаже теплообменника! Несмотря на слив, в корпусе всегда остается некоторое количество масла и воды.

- 2 Слить водяную сторону настолько, насколько это необходимо.

- 3 Открутить винты крепления пластинчатого теплообменника и снять пластинчатый теплообменник с масляного блока.

б) Сборка

- 1 Проверить чистоту и отсутствие царапин на всех уплотнительных поверхностях.

- 2 Установить на масляный блок кольцевые уплотнители, использовать новые кольцевые уплотнители.

- 3 Установить пластинчатый теплообменник на масляный блок.

- 4 Затянуть винты крепления пластинчатого теплообменника.

18.5.4 Очистка масляной стороны

Обычно масляная сторона загрязняется незначительно. С другой стороны, возможное загрязнение может очень сильно влиять на эффективность охладителя.

Из-за конструкции теплообменника его невозможно очистить механически изнутри. Небольшие загрязнения можно удалить продувкой теплообменника паром.

При значительных загрязнениях следует использовать химические чистящие растворы, имеющиеся в продаже:

Щелочные обезжиривающие средства

Пригодны для обычного обезжиривания, однако не эффективны для густых жирных отложений, шлама и нефтяного кокса. Обезжиривающее средство всегда следует медленно вливать в горячую воду и никогда наоборот. После обработки тщательно прополоскать водой.

Углеводородные растворители

Включают широкий спектр от легких нефтепродуктов до хлорированных углеводородов, например трихлорэтилен. Эти средства требуют при обращении особой осторожности, поскольку они исключительно летучие, токсичные или наркотические.

Растворяющие эмульсии

Сильные загрязнения, например нефтяной кокс, часто могут быть удалены только с помощью таких эмульсий. В продаже имеется несколько марок таких эмульсий.

Для получения лучших результатов следует соблюдать инструкции изготовителей.

18.5.5 Очистка водяной стороны

Очистку следует выполнять так, чтобы не повредить естественный защитный слой в теплообменнике.

Твердые отложения в пластинах, например карбонат кальция, может удаляться химическим способом с использованием имеющихся в продаже средств. После обработки этими средствами теплообменник следует прополоскать и при необходимости обработать раствором, нейтрализующим остатки моющих средств. В остальном необходимо следовать указаниям изготовителя.

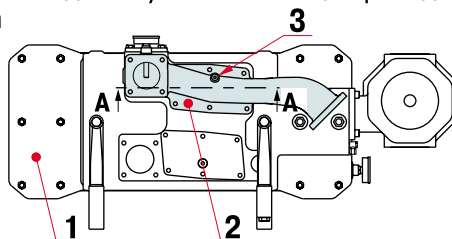
18.6

Терморегулирующий клапан

18.6.1 Описание

Вид снизу, ГТН на конце привода

1. Блок масляного холодильника
2. Крышка
3. Пробка дренажа
4. Болт (М6)
5. Держатель
6. Уплотнительное кольцо
7. Термоэлемент



Вид снизу, ГТН на свободном конце

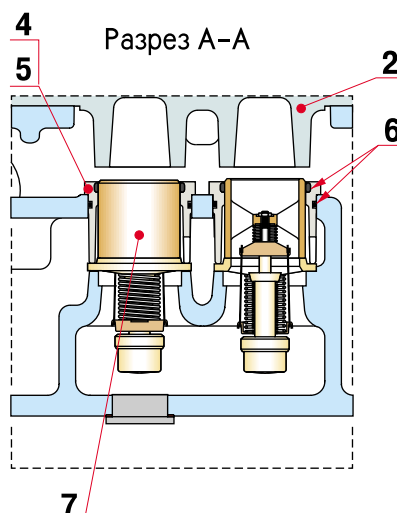
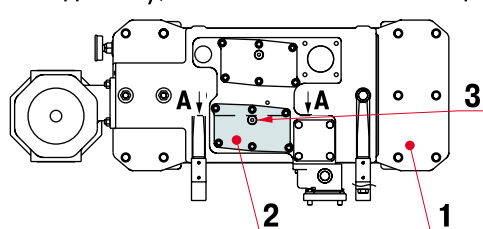


Рис 18-6

201874R0101

Масляная система оборудована фиксированным терморегулирующим клапаном, установленным на масляном блоке.

Терморегулирующий клапан для смазочной системы

На Рис 18-7 показан клапан в закрытом положении (справа). Когда температура превышает номинальное значение, содержимое элемента расширяется и перемещает клапан к седлу, таким образом пропуская часть масла через охладитель. Это перемещение продолжается до тех пор, пока не будет достигнута заданная температура смеси масла.

По мере загрязнения охладителя температура повышается на несколько градусов, что совершенно нормально, поскольку для некоторого приоткрытия клапана, позволяющего увеличить поток масла через охладитель, нужно определенное превышение температуры.

Поток масла в терморегулирующем клапане

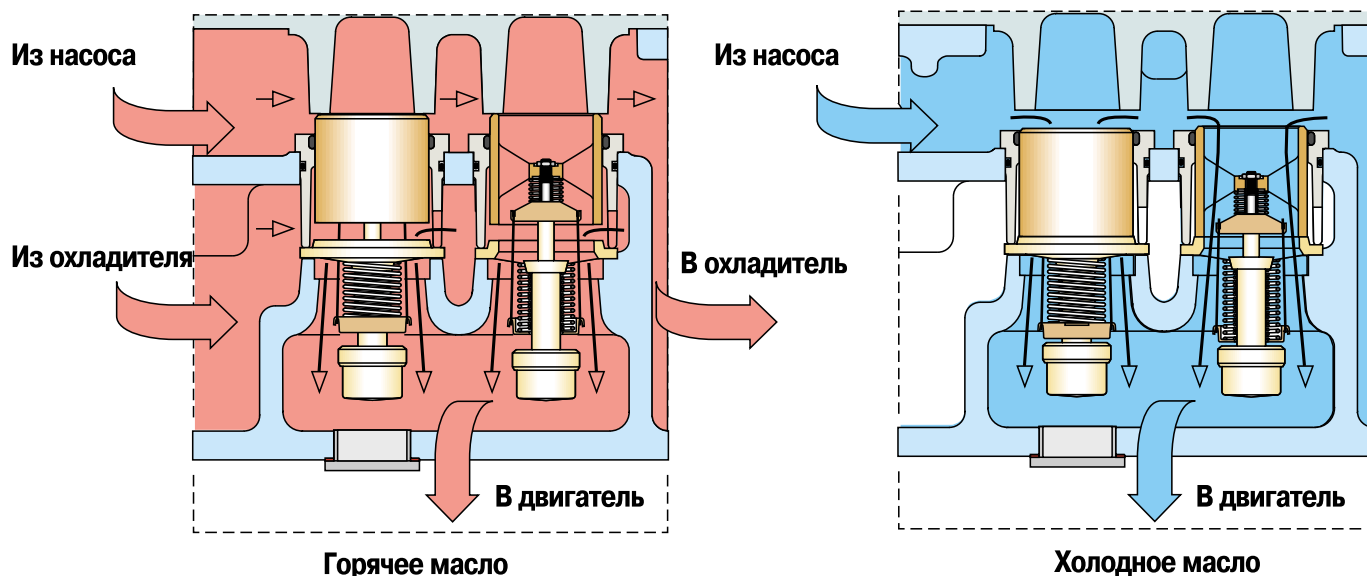


Рис 18-7

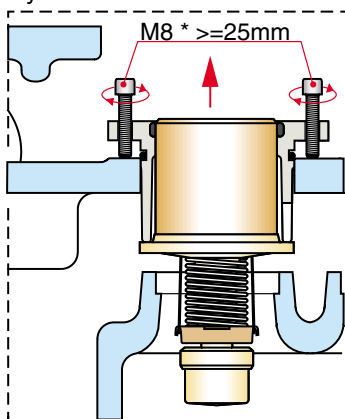
201868R0008

18.6.2 Обслуживание

Обычно клапан не требует обслуживания. Причиной чрезмерного понижения или повышения температуры масла может быть неисправность терморегулятора, однако в большинстве случаев повышение температуры вызвано загрязнением охладителя.

- 1** Слить масло из масляного блока.
- 2** Демонтировать терморегулирующий элемент, сняв крышку (2) и вынув держатель элемента (5). Для извлечения держателя элемента следует использовать винты (M8).
- 3** Проверить чувствительный элемент путем медленного нагревания в воде. Проверить температуру, при которой элемент начинает открываться и при которой он полностью открыт. Значения указаны на самом терморегулирующем элементе и приведены в главе 01. Меньшее значение указывает температуру открытия, большее – температуру, при которой клапан полностью открыт.
- 4** Заменить неисправный элемент. Проверить кольцевые уплотнители и при необходимости заменить. Нанести уплотнительную мастику на уплотняемые поверхности между крышкой (2) и масляным блоком.

Извлечение термочувствительного элемента



18.7

Автоматический масляный фильтр

18.7.1 Описание

Фильтр полноточного типа, т.е. весь поток масла протекает через фильтр. Стрелками на Рис 18-8 показано протекание масла через фильтры. Вначале масло проходит через впускной фланец и турбину (1) в нижнюю часть свечевых фильтров (2). Часть потока, около 50% проходит через центральную соединительную трубу (3) в верхнюю 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 (4) на выход фильтра.

Масляный фильтр

1. Турбина
2. Стояк фильтра
3. Центральная соединительная труба
4. Защитный фильтр
5. Шестеренчатый редуктор
6. Шестерня
7. Промывочный патрубок
8. Промывочная втулка
9. Резьбовая пробка
10. Крышка
11. Перепускной клапан
12. Резьбовая пробка
13. Промывочный вал
14. Крышка
15. Концевая шайба
16. Донная шайба

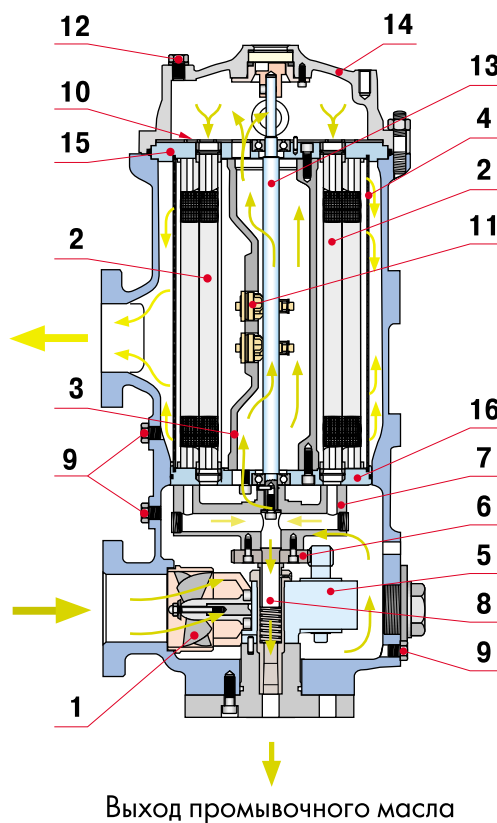


Рис 18-8

201869R9937

Энергия потока вращает турбину (1), установленную на впускном фланце. Высокая скорость вращения турбины понижается червячной передачей, состоящей из червяка (5) и шестерни (6), до скорости, требуемой для вращения промывной лопатки (7).

Теперь отдельные свечевые фильтры последовательно соединяются с атмосферой посредством непрерывно вращающейся промывной лопатки (7), промывной втулки (8) и сопла (9).

Отфильтрованное масло проходит через отверстия оптимального размера в верхней закрывающей пластине (10) сверху на отдельные свечевые фильтры. Получающийся вихревой поток в продольном направлении свечевых фильтров (обратное промывание поперечным потоком) и протвположный 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 свечевые фильтры (первая ступень фильтрования) перестают адекватно очищаться, перепускные клапаны (11) открываются при перепаде давления 2 бар и выше, и масло фильтруется только через защитный фильтр (4) (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.

18.7.2 Обслуживание

Осмотры и обслуживание даже автоматических фильтров должны выполняться регулярно.

Исключительно важно помнить, что несмотря на постоянное обратное промывание сетки могут с течением времени забиваться, в зависимости от качества жидкости.

Для того чтобы обеспечить безотказное функционирование, при обслуживании должны учитываться следующие аспекты:

- 1** Проверяйте фильтр и соединения на отсутствие утечек.
- 2** Выполнять визуальный осмотр всех свечевых фильтров следует ежегодно.

Внимание!

Если превышение перепада давления происходит раньше, необходимо проверить все свечевые фильтры (2) и защитный фильтр (4) и, при необходимости, очистить свечи или заменить их.

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 узла червячной передачи (5), турбины (1), а также шестерни (6) с промывной лопаткой (7).

Для этого необходимо снять крышку или винтовую пробку. После этого проверить свободу перемещения с помощью подходящего ключа (на шестиграннике червячной передачи).

4 Заменить уплотнительные кольца, если это необходимо. Рекомендуется заменять все статические уплотнители при проведении капремонта и вскрытии.

18.7.2.1 Осмотр и очистка свечевых фильтров

1 Слить масло из фильтра, открутить винтовую пробку (12), затем открутить винтовую пробку (9). Не заливать слитое масло обратно в систему, так как оно очень грязное!

2 Снять крышку (14), открутив гайки.

3 Полностью вынуть фильтрующий элемент, включая промывную лопатку (7) и шестерню (6), из корпуса.

Внимание!

Убедиться в отсутствии повреждений на вынутой шестерне (6).

4 Снять верхнюю крышку (10).

5 Снять пластину (15), открутив винты.

6 Свечевые фильтры (2) и защитный фильтр (4) 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 на место защитный фильтр (4) и торцевую пластину (15). Следить за положением направляющего штифта.

11 Перед тем, как устанавливать свечевые фильтры, их следует визуально осмотреть, поврежденные свечи следует заменить.

Внимание!

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 (7) не должна тереться о нижнюю пластину фильтра (16).

13 Вставить весь фильтрующий элемент в корпус. Слегка поворачивая промывной вал (13) ввести шестерню (6) в зацепление с шестерней передачи (5).

Собрать фильтр в последовательности, обратной описанной выше.

18.8

Центробежный фильтр

18.8.1 Описание

Центробежный фильтр установлен в линии промывки масла с автоматического фильтра. Центробежный фильтр служит для удаления частиц грязи из масла, промытого на автоматическом фильтре.

Фильтр состоит из корпуса (1), имеющего крышку (2), на которой свободно вращается динамически балансируемый ротор (3). Узел ротора вращается, когда поток масла из сопла ударяется в колесо ротора.

Центробежный фильтр

1. Корпус фильтра
2. Крышка фильтра
3. Ротор
4. Хомут
5. Уплотнительное кольцо
6. Предохранительное кольцо
7. Смотровое стекло

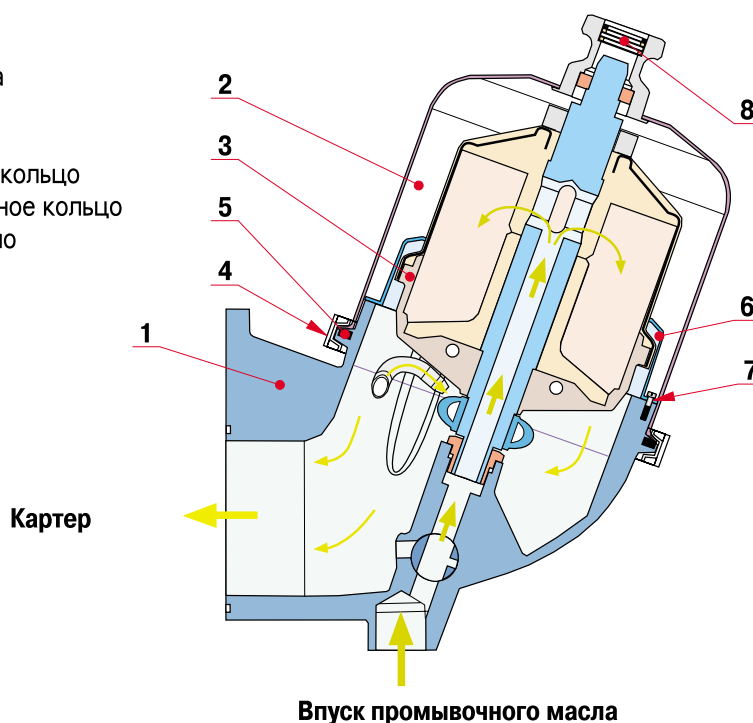


Рис 18-9

201862R9937

18.8.2 Чистка

Очень важное значение имеет регулярная очистка фильтра, см. главу 04, чтобы толщина отложений грязи внутри ротора не превышала примерно 35 мм.

Если при рекомендуемой периодичности очистки в фильтре накапливаются отложения максимально допустимой толщины, фильтр следует очищать чаще.

Очистить фильтр следующим образом: перекрыть поток масла на центрифугу, остановив двигатель или установив стопорный клапан сбоку на центрифуге в положение "SERVICE" ("ОБСЛУЖИВАНИЕ"). Перед тем, как продолжить обслуживание, убедиться в том, что центрифуга полностью остановилась, наблюдая через смотровое окошко.

1 Отпустить хомут крышки фильтра (4) и снять крышку.

Не снимать хомут во время работы центрифуги.

2 Снять узел крышки фильтра (2). Проверить верхний подшипник на отсутствие износа и повреждений. Осмотреть кольцевой уплотнитель (5) на отсутствие повреждений. При необходимости заменить.

3 Отпустить винты, удерживающие предохранительное кольцо и повернуть против часовой стрелки, чтобы снять его.

4 Поднять узел ротора и слить масло из узла ротора перед тем, как извлечь его из корпуса фильтра. Вынимать ротор осторожно, чтобы не допустить повреждения нижнего подшипника, турбины Пелтона и узла приводной трубы.

5 Закрепить узел ротора и открутить гайку крышки ротора. После этого можно отделить крышку ротора от его корпуса.

6 Удалить шлам внутри крышки и корпуса ротора шпателем или куском дерева подходящей формы, затем протереть начисто.

7 Очистить детали ротора с помощью подходящего чистящего средства и выбросить бумажную вставку. Убедиться в том, что все детали ротора, включая четыре сопла внутри корпуса ротора, тщательно очищены латунной щеткой и свободны от мусора.

8 Проверить кольцевой уплотнитель узла ротора на отсутствие повреждений и при необходимости заменить.

9 Вложить в корпус ротора новую бумажную вставку и поместить в корпус напорную трубу.

10 Собрать ротор, надвинув крышку ротора на бумажную вставку в корпусе ротора, и затянуть гайку крышки ротора с моментом 20 Нм.

11 Проверить нижний опорный подшипник в корпусе фильтра на предмет отсутствия повреждений и износа, при необходимости заменить.

12 Установить узел ротора на место в корпус фильтра, следя за тем, чтобы не повредить нижние опорные подшипники, турбину Пелтона и узел приводных труб.

13 Установить на место предохранительное кольцо (если необходимо) и затянуть винты, чтобы закрепить его.

14 Проверить кольцевые уплотнители и шариковый подшипник в крышке фильтра на предмет отсутствия повреждений и износа, при необходимости заменить.

15 Установить на место узел крышки фильтра (если необходимо), следя за тем, чтобы центрирующая втулка сверху на роторе плавно вошла в шарикоподшипник, расположенный в крышке фильтра. Сильно прижать крышку вниз, чтобы она соприкасалась с фланцем на корпусе фильтра.

16 Установить на место хомут (если необходимо) и затянуть оба болта с моментом 6 – 8 Нм. Обратить внимание на то, что хомут должен быть плотно затянут во время работы центрифуги.

17 Установить стопорный клапан сбоку на центрифуге в положение "ON" ("ВКЛ."). Наблюдать вращение ротора центрифуги через смотровое окошко в крышке фильтра. Если ротор не вращается, убедиться в том, что крышка фильтра правильно установлена на корпус фильтра, шарикоподшипник свободно вращается, а болты хомута затянуты с указанным моментом.

18 Проверить на всех соединениях отсутствие подтекания и чрезмерной вибрации при работе центрифуги. При необходимости принять меры по устранению неисправности.

18.9

Насос предварительной смазки

18.9.1 Описание

Насос шестеренчатого типа с электроприводом. Насос оборудован регулируемым клапаном регулирования давления (4), Рис 18-10. Давление должно ограничиваться максимальным значением около 2 бар путем откручивания регулировочного винта в крайнее положение, чтобы не допустить перегрузку электромотора при очень холодном масле.

Насос предварительной смазки

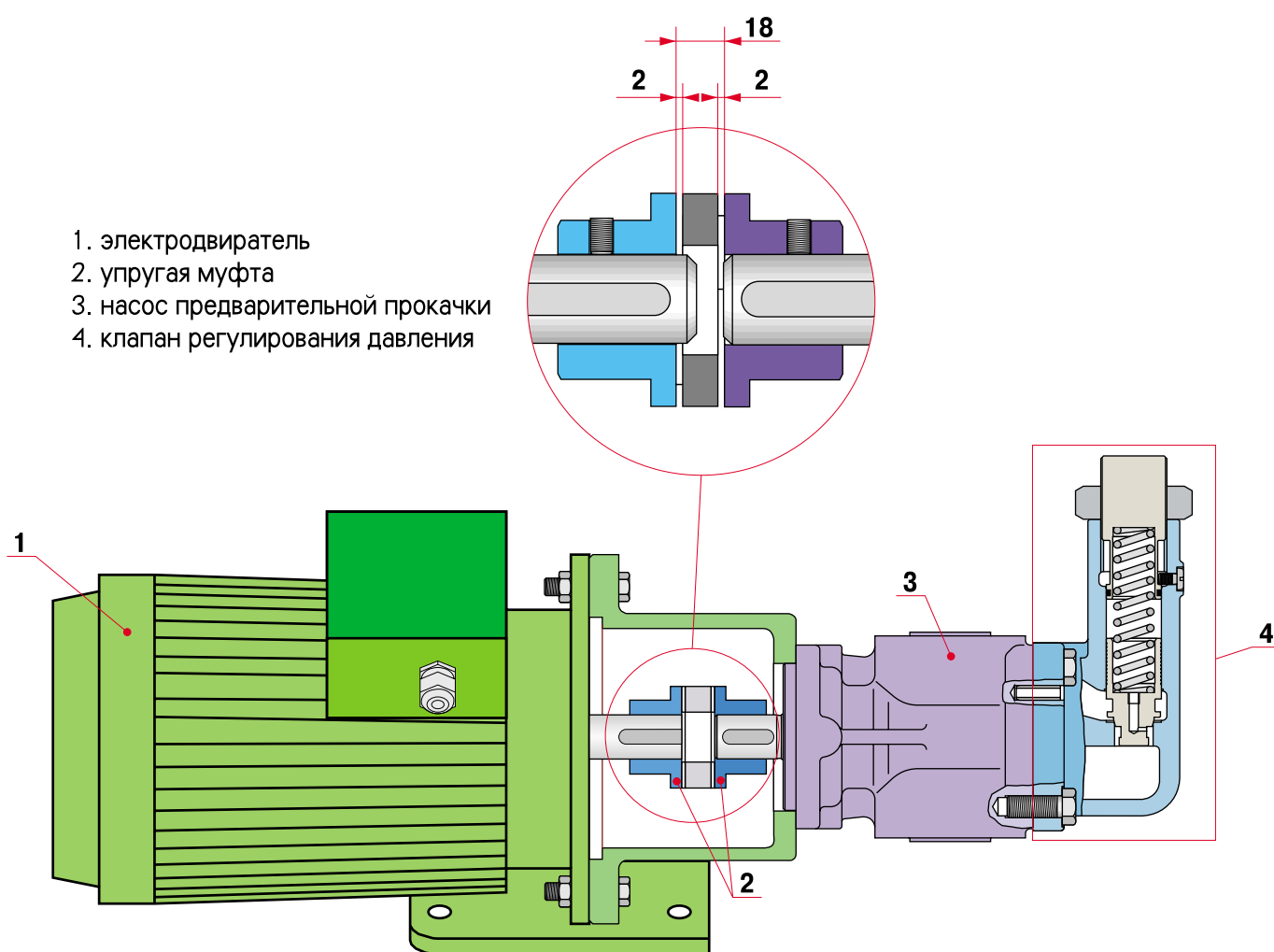


Рис 18-10

201872R0015

Внимание! Соблюдать осторожность при регулировке давления путем откручивания регулировочного винта: может выскочить пружина или потечь масло.

Внимание! Не запускать насос предварительной смазки при работающем двигателе, иначе из-за перегрева может быть поврежден сальник вала.

Некоторые установки оборудованы специальными электромоторами. С помощью этого специального мотора возможно использование пневматического приспособления для предварительной смазки двигателя на "холодном судне".

18.9.2 Общее обслуживание

См. руководство завода-изготовителя. Обычно регулярное обслуживание не требуется. Через три – шесть лет может понадобиться замена изношенного сальника вала. Подтекание масла указывает на то, что уплотнитель вала неисправен и должен быть заменен.

Соблюдайте осторожность, чтобы не повредить поверхности уплотнительного кольца. Лёгкая царапина может нарушить работу уплотнения. Избегайте прикосновения к уплотнительным поверхностям пальцами.

19. Система водяного охлаждения

19.1

Описание

19.1.1 Общая информация

Охлаждение данного двигателя осуществляется закрытой жидкостной системой охлаждения, разделенной на высокотемпературный контур (ГВ – горячая вода) и низкотемпературный контур (ХВ – холодная вода). Вода охлаждается в отдельном центральном охладителе.

Система водяного охлаждения

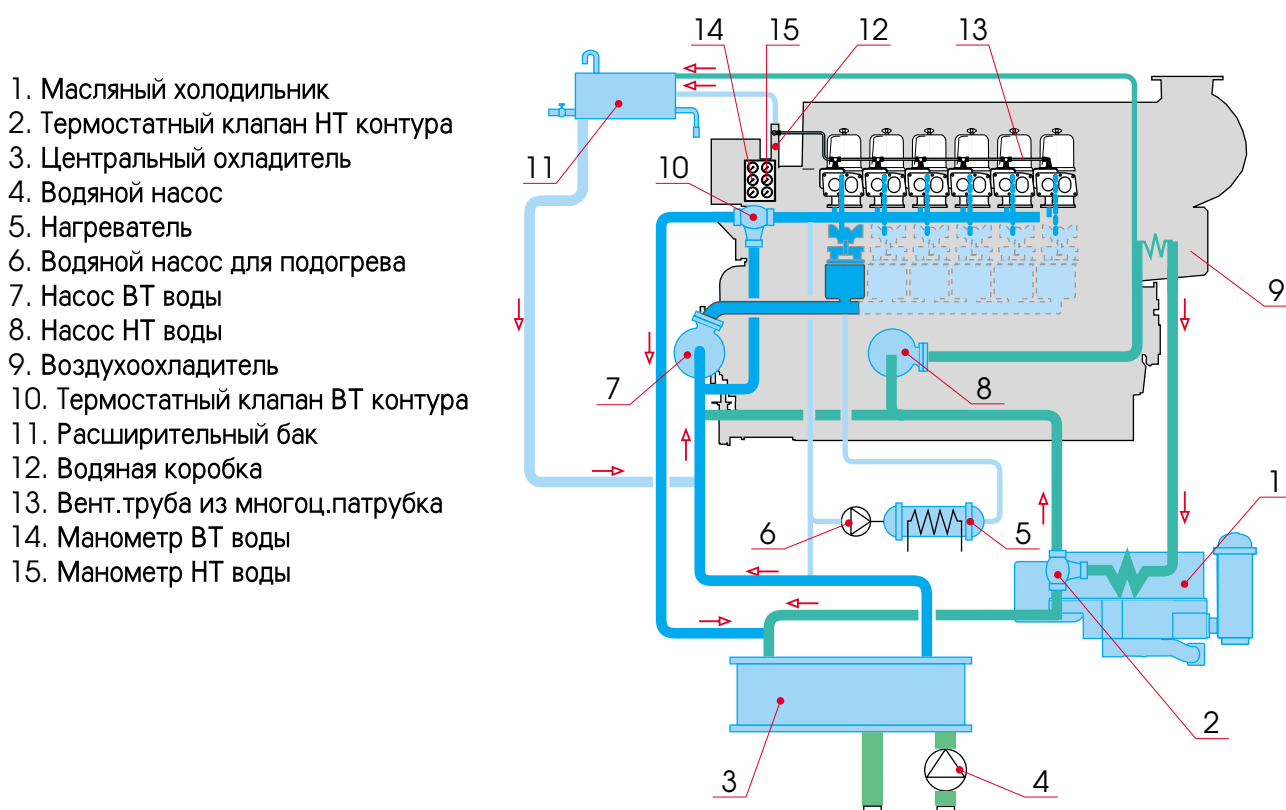


Рис 19-1

201968R9933

19.1.2 Контур ГВ

Контур ГВ охлаждает цилиндры и головки цилиндров.

Центробежный насос (7) прокачивает воду через контур ГВ. От насоса вода поступает в распределительный коллектор, отлитый в блоке цилиндров. Из распределительного коллектора вода поступает в рубашки водяного охлаждения цилиндров, далее через переходники в головки цилиндров, где поток направляется промежуточной стенкой вдоль огневой плиты, вокруг форсунки и седел выпускных клапанов, эффективно охлаждая все эти узлы. С головки цилиндров вода течет через мультикорпус в коллектор и далее на терморегулирующий клапан, поддерживающий заданную температуру.

19.1.3 Удаление воздуха и регулирование давления контура ГВ

Для удаления газов из системы газоотводная труба с мультикорпуса соединяется с коробкой (12). От этой коробки газоотводная труба идет на расширительный бак (11), который расширительной трубой соединен с впускной трубой насосов (7 и 8). Перед насосами требуется статическое давление 0,7 – 1,5 бар. Если расширительный бак невозможно расположить на высоте, достаточной для создания такого давления, необходимо обеспечить повышение давления в системе.

19.1.4 Контур ХВ

Контур ХВ состоит из охладителя нагнетаемого воздуха (9) и масляного охладителя (1), через которые вода прокачивается насосом (8) такой же конструкции, как насос ГВ. Температура воды в контуре регулируется терморегулирующим клапаном (2), поддерживающим примерно одинаковую температуру в контуре ХВ при разных уровнях нагрузки. Необходимое охлаждение обеспечивается центральным охладителем (3). Вне двигателя система может отличаться на разных силовых установках.

19.1.5 Предохранительный клапан и газоотвод из контура ХВ

Контур ХВ оборудован предохранительным клапаном (2), см. Рис 19-2, предупреждающим превышение давления в системе. Он расположен сверху на воздушном охладителе (4) и оснащен перепускной трубкой (1). Для открытия предохранительного клапана требуется давление 5 бар.

Газоотвод из контура ХВ осуществляется непрерывно через газоотводную трубу (3), соединенную с расширительным баком.

Предохранительный клапан

1. Перепускная трубка
2. Обратный клапан
3. Вентиляционная трубка
4. Корпус охладителя

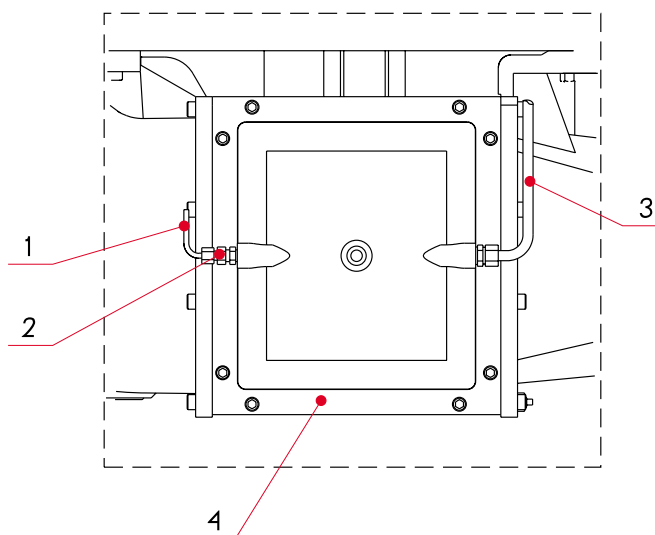


Рис 19-2

201974R0025

19.1.6 Предварительный разогрев

Для предварительного нагрева контура перед двигателем к контуру ГВ подсоединены контур нагревателя с насосом (6) и нагревателем (5). Невозвратные клапаны в контуре охлаждения двигателя направляют воду в нужном направлении.

Перед пуском контур ГВ нагревается до 60 – 80°C отдельным нагревателем. Это особенно важно при пуске двигателя и работе на холостом ходу на тяжелом топливе.

19.1.7 Контроль и управление

Локальные термометры:

- ГВ перед двигателем и после него,
- ХВ перед охладителем нагнетаемого воздуха,
- ХВ перед масляным охладителем,
- ХВ после масляного охладителя.

Превышение температур, указанных в главе 01., раздел 01.2, не допускается.

Манометры (14) и (15) на приборной панели показывают значения давления ГВ и ХВ после насосов. Значения давления зависят от частоты вращения и типа установки. Ориентировочные значения см. в главе 01, разделе 01.2.

На выходе ГВ из двигателя установлены датчик для управления и сигнализации, а также датчик остановки. Главные двигатели оборудуются датчиками предупреждения о падении давления в контурах ГВ и ХВ. Дополнительные сведения см. в главе 23.

19.2

Обслуживание

19.2.1 Общая информация

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 2.3, для предупреждения коррозии и образования отложений.

Если возникает опасность замерзания, слить воду из всех охлаждающих полостей. Избегать замены охлаждающей воды. Сохранить слитую воду для последующего повторного использования.

Перед повторным пуском двигателя обязательно установить пробку и открыть соединения охлаждающей воды.

19.2.2 Чистка

В полностью замкнутых системах засорение и образование отложений будут минимальными, если охлаждающая вода обработана согласно указаниям в главе 02, разделе 2.3. Со временем полости охлаждающей воды будут в той или иной степени загрязняться в зависимости от качества воды и эффективности ее обработки. Отложения на гильзах цилиндров, головках цилиндров и в охладителе должны удаляться, поскольку они могут нарушить теплоотвод и тем самым вызвать серьезные повреждения.

Необходимость очистки должна быть оцениваться, особенно в течение первого года эксплуатации. Это может быть сделано путем извлечения гильзы цилиндра и проверки загрязнений и отложений на гильзе и в блоке цилиндров.

Отложения могут иметь самую разнообразную структуру и консистенцию. В принципе их можно удалять и механическим, и химическим путём, как описано ниже. Более подробные указания относительно чистки охладителей приведены в главе 18, разделе 18.5.

a)

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 легким доступом, например на гильзах цилиндров, очень твердые отложения эффективно удаляются механической чисткой.

В некоторых случаях рекомендуется сочетать химическую чистку с последующей механической, так как отложения могут быть растворены в процессе химической обработке, оставаясь однако на своих местах.

б) Химическая очистка

Узкие водяные полости (такие как головки цилиндров, охладители) могут очищаться химическим способом. Время от времени может понадобиться обезжиривание водяных полостей, если отложения оказываются жирными (см. главу 18, раздел 18.5).

Отложения, в основном состоящие из карбоната кальция, легко удаляются кислотными растворами. Напротив, отложения из сульфата кальция и силикатов могут плохо удаляться химическим способом. Однако обработка может оказывать некоторое размягчающее воздействие, после которого отложения в доступных местах можно удалить щеткой.

На рынке предлагается большое число подходящих средств на кислотной основе (поставляемых, например, компаниями, указанными в главе 02., раздел 2.3).

Моющие средства должны содержать добавки (ингибиторы) для предупреждения коррозии металлических поверхностей. Для получения наилучших результатов всегда следуйте указаниям завода-изготовителя.

После обработки тщательно прополоскать, чтобы удалить остатки чистящего средства. Если возможно, очистить поверхности щеткой. Вновь прополоскать водой, а затем 5% раствором карбоната натрия (стиральной соды) для нейтрализации возможных кислотных остатков.

19.3

Насос охлаждающей жидкости

19.3.1 Описание

Водяной насос центробежного типа приводится во вращение зубчатой передачей на свободном конце двигателя. Вал изготовлен из высокоуглеродистой стали, крыльчатка (6) и остальные детали чугунные.

Вал установлен в два шарикоподшипника (8) и (10), которые смазываются разбрызгиванием масла, поступающего через отверстия в корпусе подшипников. Уплотнитель вала (16) предотвращает вытекание масла и в то же время защищает от попадания грязи и утекающей воды.

Шестерня (12) крепится на валу коническими кольцевыми элементами (13). Когда винты (14) затянуты, кольца создают давление между шестерней и валом. Благодаря трению усилие от шестерни передается на вал насоса.

Водяная сторона насоса снабжена механическим уплотнением вала. Кольцо (4) вращается вместе с валом и уплотняет его вместе с кольцевым уплотнителем. Пружина прижимает вращающееся кольцо к неподвижному кольцу (3), которое уплотняет корпус посредством кольцевого уплотнителя (7). Возможно утекающие из-под уплотнений вода и масло могут вытекать через отверстие (18).

Насос охлаждающей жидкости

1. Зажим крышки
2. Уплотнительное кольцо
3. Зафиксированное кольцо
4. Уплотнение вала
5. Болт
6. Рабочее колесо
7. Уплотнительное кольцо
8. Подшипник
9. Вал
10. Подшипник
11. Стопор подшипника
12. Шестерня привода
13. Конические кольца
14. Болт
15. Упорный диск
16. Уплотнение
17. Уплотнительное кольцо
18. "Контрольное" отверстие

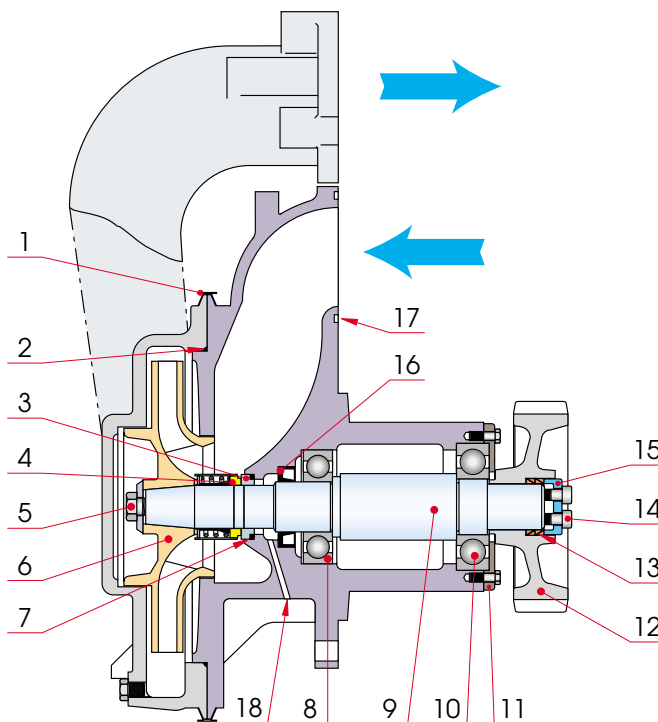


Рис 19-3

201951R0103

19.3.2 Обслуживание

Обычные работы по обслуживанию, например демонтаж крыльчатки или замена механического уплотнителя, могут выполняться без демонтажа всего насоса с двигателя.

Проверку насоса производите через интервалы времени согласно рекомендациям в главе 04. или, если возникнет утечка охлаждающей жидкости или масла, немедленно.

Время от времени проверять, чтобы контрольное отверстие (18) было открыто.

а) Разборка и сборка рабочего колеса

- 1** Снять спиральную камеру, открутив зажим (1) и винты крепления.
- 2** Открутить винт крепления крыльчатки (5).
- 3** Снять рабочее колесо с помощью съемника 837026.
- 4** При сборке рабочего колеса затянуть винт с моментом, указанным в главе 07.
- 5** Проверить, чтобы кольцевой уплотнитель (2) и кольцевые уплотнители обратного клапана на блоке цилиндров не были повреждены и находились на своих местах при установке спиральной камеры. Проверить правильность установки спиральной камеры.
- 6** Установить на место зажим и затянуть винты.

б) Разборка и сборка механического уплотнения вала

- 1** Снять рабочее колесо согласно пункту а) выше.
- 2** Осторожно снять все детали уплотнений. Уплотнительные кольца очень хрупкие.
- 3** Особая осторожность требуется, чтобы не повредить уплотнительные поверхности, поскольку небольшая царапина может нарушить работу уплотнения.
- 4** Полностью заменить уплотнение, если оно протекает или его уплотнительные поверхности повреждены коррозией, неровны или изношены. Избегать прикосновения к уплотнительным поверхностям пальцами.

Предупреждение!

Не применять минеральное масло при установке уплотнения, использовать жидкое мыло или воду.

Некоторые детали уплотнения изготовлены из резины, не подходящей для использования с углеводородными маслами.

Какое-либо выцветание или изменение цвета резиновых деталей этого уплотнения никак не влияет на его функционирование.

- 5** Обратит внимание на то, что уплотнение не зависит от направления вращения.
- 6** Произвести сборку деталей в соответствующем порядке и установить крыльчатку согласно поз. а) выше. Не забыть установить тонкую шайбу между пружиной и кольцевым уплотнителем.

ц) Замена подшипников и уплотнения вала.

- 1** Снять насос с двигателя.
- 2** Разобрать рабочее колесо и механическое уплотнение согласно пунктам а) и б) выше.
- 3** Открутить винты (14) и снять прижимную пластину (15).
- 4** Снять шестерню, не пользуясь каким-либо инструментом. Если снятие шестерни затруднено, можно постучать мягким молотком. (Фрикционные кольцевые элементы (13) освобождаются вместе с шестерней.)

Использование съёмника только повредит вал (продольные риски).

- 5** Освободить стопорное кольцо подшипника (11) и вынуть вал и подшипник.
- 6** Проверить уплотнение (16) и подшипники на отсутствие износа и повреждений. Если уплотнение протекает, выбить его с помощью подходящего латунного предмета.

- 7** Снять подшипники. Прижать подшипник за его внутреннее кольцо подходящей трубой.
- 8** Осмотреть вал на отсутствие износа и повреждений.
- 9** Смазать маслом новое уплотнение и вставить его, прижимая за буртик.
- 10** Смазать маслом буртик и прижать подшипник за его внутреннее кольцо подходящей трубой. См. Рис 19-4.
- 11** Повернуть вал согласно Рис 19-4.
- 12** Смазать маслом буртик и прижать подшипник за его внутреннее кольцо подходящей трубой. См. Рис 19-4.
- 13** Повернуть корпус согласно Рис 19-4 и смазать маслом наружные поверхности подшипников. Вдавить вал в корпус по внутреннему и наружному кольцам подшипника с помощью подходящей трубы.

Монтаж подшипников

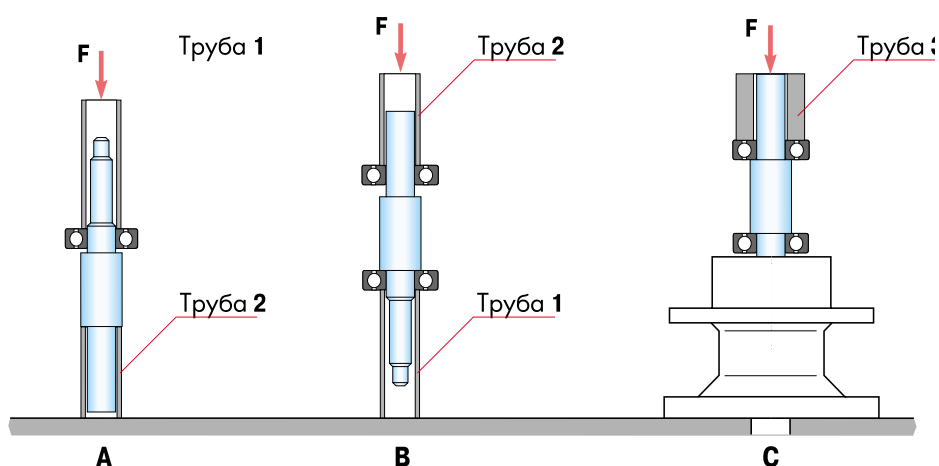


Рис 19-4

321956R8935

- 14** Установить стопорное кольцо подшипника (11). Зафиксировать винты мастикой.
- 15** Перед установкой шестерни ледует вычистить и смазать все контактные поверхности.

Монтаж шестерни на насосе охлаждающей жидкости

- 11. Стопор подшипника
- 12. Шестерня привода
- 13. Конические кольца
- 14. Болт
- 15. Упорный диск

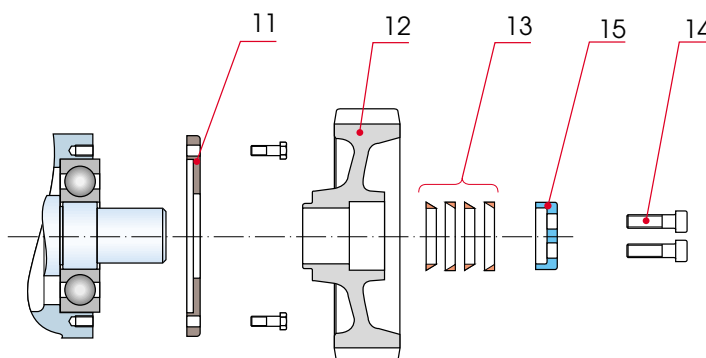


Рис 19-5

201976R0103

- 16** Установить на место шестерню и фрикционные кольца (13). Фрикционные кольца должны легко встать на место и не должны заедать.
- 17** Установить на место прижимную пластину (15).
- 18** Затянуть винты и проверить правильность положения шестерни.
- 19** Затянуть винты до момента согласно главе 07.
- 20** Установить на место рабочее колесо и механическое уплотнение согласно пунктам а) и б) выше.

19.4

Система регулирования температуры

19.4.1 Общее описание

Контур ХВ оборудован фиксированным терморегулирующим клапаном, установленным на масляном холодильнике.

Контур ГВ оборудован фиксированным терморегулирующим клапаном, установленным внутри стойки соединительной коробки или встроенным в стойку турбонагнетателя для поддержания температуры воды на выходе ГВ. Рабочие температуры указаны в главе 01, разделе 01.2.

19.4.2 Терморегулирующий клапан ХВ и ГВ

19.4.2.1 Описание

Данный термостат имеет три патрубка, через которые охлаждающая жидкость принудительно движется в требуемом направлении. При запуске холодного двигателя термостат заставляет всю охлаждающую жидкость проходить через байпасный клапан обратно в двигатель, обеспечивая тем самым наиболее быстрый разогрев. В разогретом состоянии точно определённое количество охлаждающей жидкости проходит через байпасный клапан и автоматически смешивается с холодной жидкостью из теплообменника или другого устройства охлаждения, чтобы достичь желаемой выходной температуры охлаждающей жидкости. Если требуется, термостат может полностью перекрыть байпасный трубопровод для максимального охлаждения. Трёхходовая конструкция термостата позволяет всегда обеспечивать постоянство расхода охлаждающей жидкости через насос и двигатель без ограничений для насоса, когда двигатель не прогреет.

Поток воды в терморегулирующем клапане

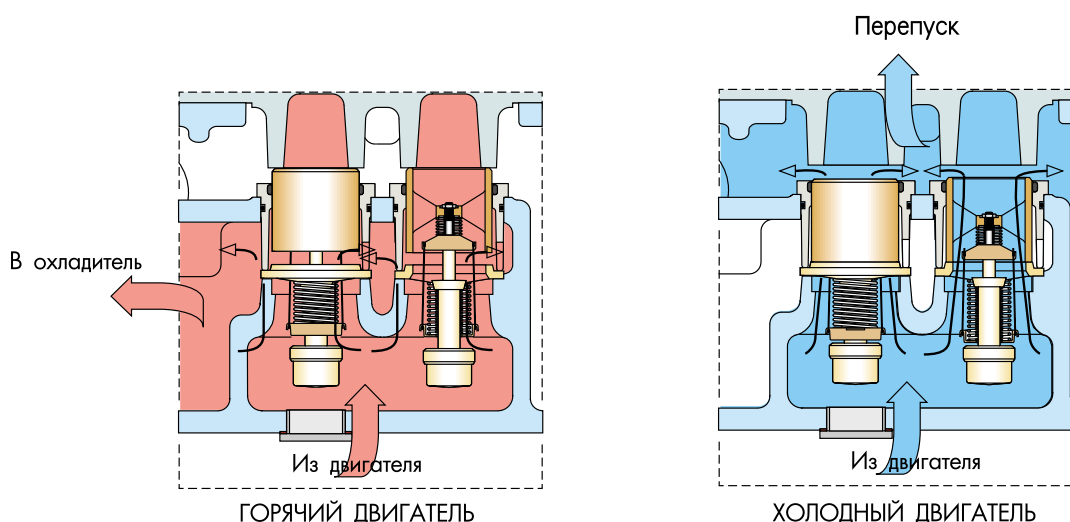


Рис 19-6

201971R9933

Терморегулирующий клапан не требует регулировки. Заданная температура установлена на заводе-изготовителе. Эту температуру можно изменить только заменой термочувствительного элемента, что легко сделать, вывернув корпус. Терморегулирующий клапан представляет собой единый автономный узел. В нем нет никаких внешних баллонов или трубопроводов, которые могут быть повреждены или поломаны. Терморегулирующий клапан не имеет никаких требующих затяжки сальников или нуждающихся в смазке деталей.

Исполнительный орган использует энергию расширения содержимого термочувствительного элемента, Рис 19-7, Рис 19-8 или Рис 19-9, которое остается в полутвердом виде и обладает высокой чувствительностью к изменениям температуры.

Большая часть расширения происходит во время плавления в течение примерно двух минут при изменении температуры на примерно $8,5^{\circ}\text{C}$.

Терморегулирующий клапан ГВ оборудуется двумя чувствительными элементами. Поскольку поток воды направляется или на перепуск, или на теплообменник, отказ элемента не влечет за собой изменения перепада давления.

Надежно загерметизированное содержимое чувствительных элементов создает при нагреве практически неограниченное усилие. При нагреве элементов усилие передается на поршень, вызывая тем самым перемещение затвора к седлу в положение закрытия перепуска. Этому усилию противодействует большая сила пружины, которая заставляет затвор перемещаться в положение закрытия магистрали на теплообменник при охлаждении чувствительных элементов. Большое усилие, возникающее при нагреве, является основой функции безопасности, когда отказ элемента не вызывает нарушение охлаждения двигателя.

Терморегулирующий клапан ХВ

1. Масляный блок
2. Крышка
3. Сливная пробка
4. Винт
5. Держатель
6. Кольцевой уплотнитель
7. Термочувствительный элемент

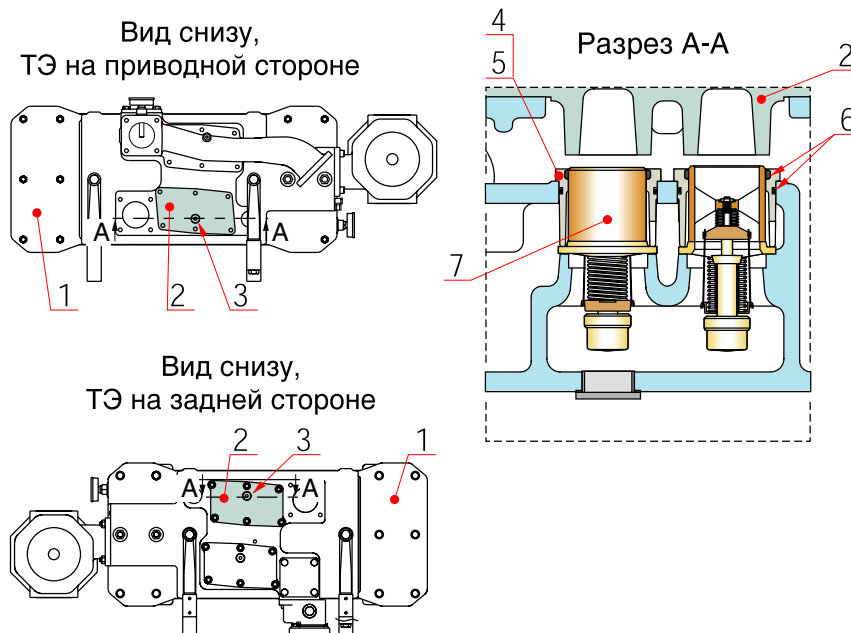


Рис 19-7

201970R0022

Терморегулирующий клапан ГВ, ТН на приводном конце

1. Соединительная коробка
2. Крышка
3. Кронштейн
4. Болт
5. Держатель
6. Болт
7. Термоэлемент
8. Уплотнительное кольцо

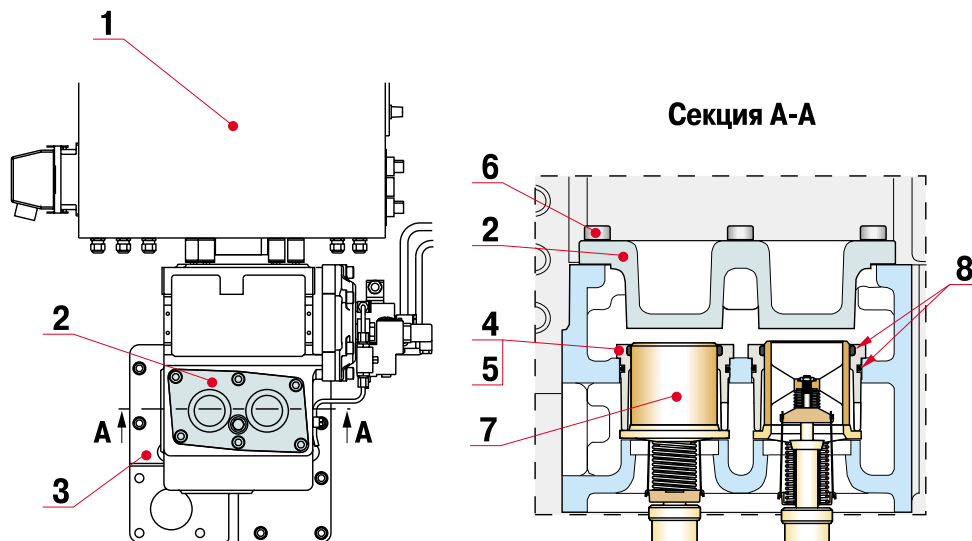


Рис 19-8

201972R9932

Терморегулирующий клапан ГВ, ТН на свободном конце

1. Фланец для термостата
2. Термоэлемент
3. Уплотнительное кольцо
4. Болт
5. Втулка для термостата
6. Кронштейн для ГТН
7. Уплотнительное кольцо

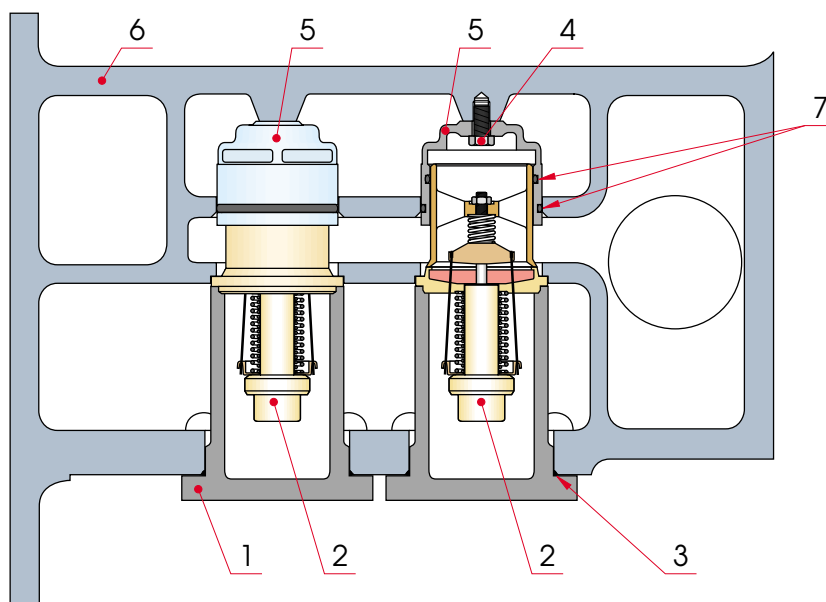


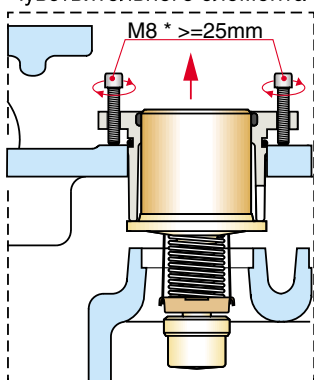
Рис 19-9

201954R9601

19.4.3 Обслуживание

Обычно обслуживание не требуется. Понижение или повышение температуры может свидетельствовать от неисправности терморегулятора или повреждениях кольцевых уплотнителей.

Извлечение термо-чувствительного элемента



- 1** Слить воду из контура охлаждения.
- 2** Снять чувствительные элементы, сняв крышку (2) и вынув держатель элемента (5). Рис 19-7 и Рис 19-8 (ТН на приводном конце). Для извлечения держателя элемента следует использовать винты (М8).
- 3** Снять чувствительные элементы, сняв фланец терморегулятора (1), Рис 19-9 (ТН на свободном конце). При снятии втулки (5) терморегулятора следует использовать съемник (837027).
- 4** Проверить чувствительный элемент путем медленного нагревания в воде. Проверить температуру, при которой элемент начинает открываться и при которой он полностью открыт. Значения указаны на самом терморегулирующем элементе и приведены в главе 01. Меньшее значение указывает температуру открытия, большее – температуру, при которой клапан полностью открыт.
- 5** Заменить неисправный элемент. Проверить кольцевые уплотнители и при необходимости заменить. Нанести уплотнительную мастику на уплотняемые поверхности между крышкой (2) и стойкой, см. Рис 19-7 и Рис 19-8.

20. Выхлопная система

20.1

Коллектор выхлопных газов

20.1.1 Общее описание

Технические данные и размеры

Многоцелевой патрубок

Материал: Зернистый чугун

Масса: 8 кг

Испытательное

давление: 10 бар

(водяная сторона)

Выхлопные трубы

Материал: Специальный
термостойкий сплав
зернистый чугун

Сильфоны

Модульная конструкция

Материал: Термостойкая сталь

Выхлопной коллектор установлен между головкой цилиндров и турбонагнетателем. Коллектор состоит из многоцелевых патрубков (3) и выхлопных труб (2) с расширительными сильфонами (1). Коллектор заключен в изоляционный кожух многослойной конструкции.

Турбонагнетатель работает на принципе импульсного нагнетания, который предпочтителен для работы с резким возрастанием и частым изменением нагрузки. Выхлопные газы отводятся в общую выхлопную трубу, направляющую их на турбонагнетатель. Выхлопные газы выпускаются из каждого цилиндра в течение периода времени, когда на всех остальных цилиндрах выпускные клапаны закрыты. Таким образом получается равномерный поток газов на турбонагнетатель без мешающего воздействия газовых импульсов на другие цилиндры, соединенные с общей трубой.

Многоцелевой патрубок между головкой цилиндра и выхлопными трубами служит в качестве стойки для всего выхлопного коллектора, включая изоляционный кожух. Многоцелевой патрубок охлаждается водой, поступающей из головки цилиндра. Многоцелевые патрубки вентилируются через газоотводную трубу, расположенную вдоль двигателя. Охлаждающая вода течет через многоцелевой патрубок вниз в канал контура ГВ в блоке цилиндров. Многоцелевой патрубок также соединяет воздухоприемник в блоке цилиндров со входным воздушным каналом головки цилиндров. Все стыки между многоцелевым патрубком и блоком цилиндров, головкой цилиндров и выхлопными трубами загерметизированы.

Коллектор выхлопных газов

1. Компенсатор
2. Выхлопная труба
3. Многоцелевой корпус

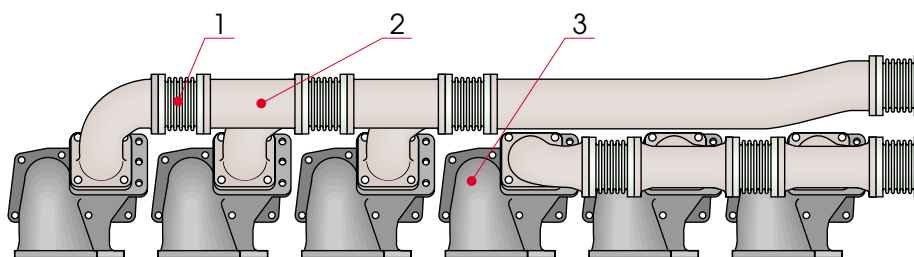


Рис 20-1

202052R9321

Многоцелевой патрубок жестко прикреплен к головке цилиндров и блоку цилиндров.

Выхлопные трубы отлиты из специального легированного чугуна, каждый цилиндр имеет отдельную секцию. Металлические сильфоны компенсируют тепловое расширение.

Вся выхлопная система заключена в изоляционный кожух, изготовленный из многослойной листовой стали.

Осторожно!

Поверхность изоляционного кожуха горячая!

Значения температуры выхлопных газов могут контролироваться на каждом цилиндре. Для дистанционного контроля температуры датчики установлены на выходе каждого цилиндра, а также перед турбонагнетателем (дополнительно) и после него.

Выхлопная система

1. Нижняя защитная панель
2. Переходник
3. Винт
4. Мультикорпус
5. Верхняя защитная панель
6. Вставная втулка
7. Стойка

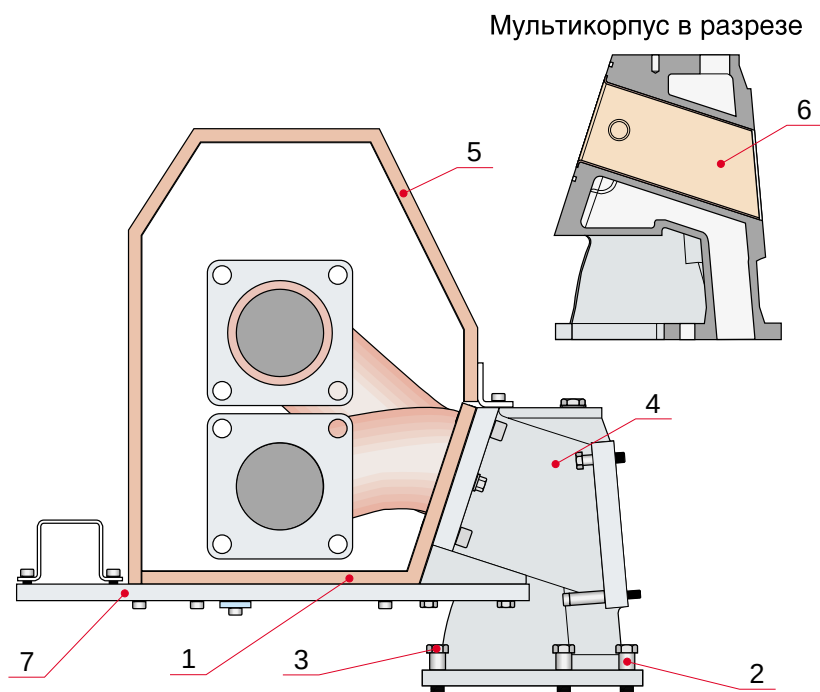


Рис 20-2

202053R90101

20.1.2 Замена расширительных сильфонов

- 1** Снять необходимые пластины на изоляционном кожухе.
- 2** Открутить винты и снять расширительные сильфоны.
- 3** Проверить, чтобы фланцы выхлопных труб были параллельны и находились на одной оси, чтобы не допускать поперечных усилий на сильфоны.

21. Система пускового воздуха

21.1

Описание

Двигатель запускается сжатым воздухом под давлением не выше 10 бар. Минимальное необходимое давление составляет 7,5 бар на двигателе при рабочей температуре. Манометр (3), расположенный на приборной панели, показывает давление после понижающего давления клапана (2).

Пневматический стартер управляется электромагнитными клапанами (5, 6) и клапаном блокировки пуска (7).

В качестве меры предосторожности двигатель не может быть запущен, когда к нему подсоединено валоповоротное устройство. Рабочий воздух пневматической системы управления поступает в пневмостартер через блокировочный клапан (7), перекрытый механически, когда подсоединено валоповоротное устройство, что делает невозможным пуск двигателя.

Система пускового воздуха

1. Пневматический стартер
2. Клапан понижения давления
3. Манометр пускового воздуха
4. Предохранительный клапан
5. Электромагнитный клапан
6. Управляющий клапан стартера
- 7 Клапан блокировки запуска

301. Подача пускового воздуха

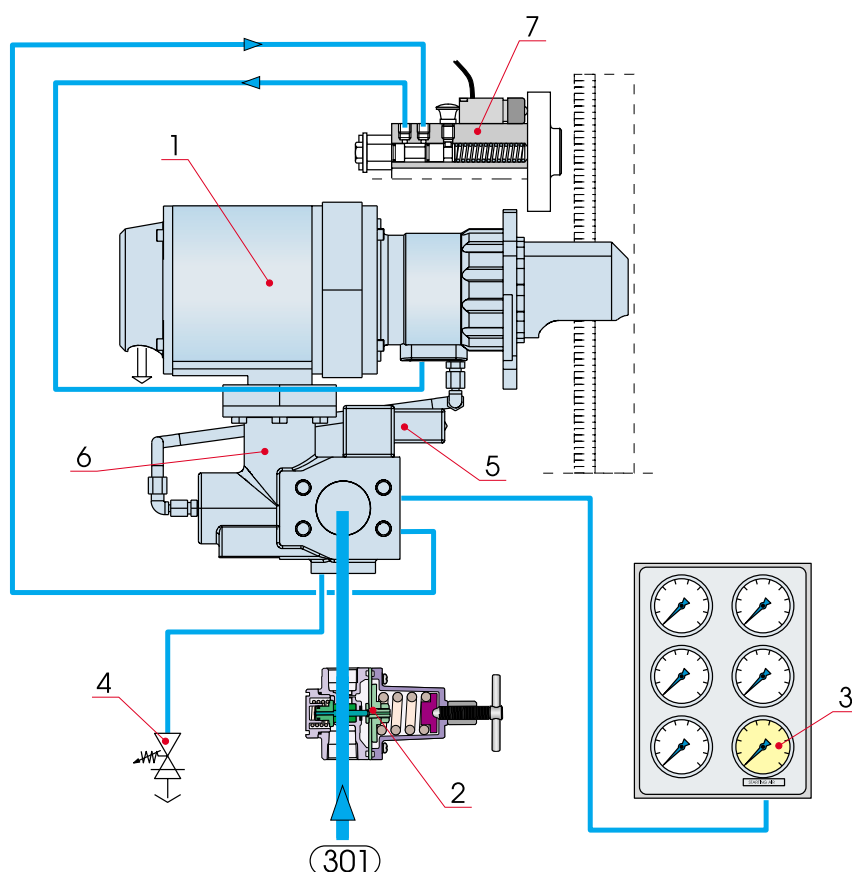


Рис 21-1

2021600441

21.2

Пусковое устройство

Технические данные и размеры

Тип: Пневматический стартер
с приводом от турбины,
воздействующий на маховик

Масса: 20 кг

Давление воздуха: 8 бар

21.2.1 Описание

Двигатель оборудован воздушным стартером турбинного типа. Это пневматический стартер с приводом от двухступенчатой турбины с предварительным зацеплением, предназначенный для работы только со сжатым воздухом. Смазка в подаваемом воздухе не требуется. Пневматический стартер состоит из четырех основных узлов:

- встроенный управляющий клапан,
- корпус турбины,
- корпус редуктора,
- инерционный привод Бендикс.

По достижении двигателем скорости вращения 115 об/мин ток отключается посредством реле в системе измерения скорости вращения, и пневматический стартер автоматически расцепляется.

При нарушении электропитания или неисправности устройств управления пневматический стартер в экстренном случае может быть запущен с помощью клапана с ручным управлением. Следует учитывать, что при этом автоматическое отключение пневматического стартера не работает, и поэтому клапан должен быть закрыт во время во избежание превышения частоты вращения пневматического стартера.

Предупреждение!

Не подавайте сжатый воздух в стартер, если он как следует не закреплен на двигателе и не входит в зацепление с маховиком.

Клапан предотвращает пуск двигателя при зацепленном валопроворотном устройстве (а также аварийный пуск с помощью ручного управления клапаном).

21.2.2 Разборка

Пометьте каждую часть стартера для последующей сборки. Не разбирайте стартер далее, чем необходимо для замены изношенной или поврежденной детали. Пометьте ротор турбины и запомните направление его вращения.

При сборке имейте наготове полный комплект уплотнительных колец, уплотнений, винтов и прочей оснастки.

21.2.3 Очистка и осмотр

1 Удалите пластичную смазку со всех металлических деталей, кроме подшипников и привода стартера, используя для этого одобренные на рынке растворители.

2 Тщательно просушите детали.

Примечание!

Запрещается промывать узел привода Бендикс и подшипники в очищающих растворителях. Рекомендуется заменить подшипники новыми деталями.

3 Вычистите алюминиевые детали, используя моющий раствор для окунания их в него на пять минут. Выньте детали, промойте их в горячей воде и тщательно высушите.

4 Вычистите поврежденные коррозией стальные детали, используя для этого одобренное на рынке средство очистки.

5 Очистите поврежденные коррозией алюминиевые детали, проделав операции, указанные выше, и затем погрузив детали в травильный раствор хромо-азотно-фосфорной кислоты. Ополосните горячей водой и тщательно высушите.

6 Убедитесь в удовлетворительном состоянии деталей.

7 Проверьте все детали с резьбой на отсутствие фрикционной коррозии, переключиваний, срывов или поломки резьбы.

8 Проверьте все детали на отсутствие трещин, коррозии, деформации, зазубрин или повреждений общего характера.

9 Проверьте все отверстия под подшипники на отсутствие износа и зазубрин. Отверстия под подшипники не должны иметь рисок.

10 Убедитесь в отсутствии износа зубьев шестерен и зубчатого венца корпуса турбины. Выполните общий осмотр на предмет обнаружения сколов, эрозии, расслаивания поверхности, задигов, расщепления и коррозии. При обнаружении признаков износа проверьте размеры зубьев шестерен.

21.2.4 Сборка

При установке на вал необходимо прижимать внутреннее кольцо шарикоподшипников. При установке шарикоподшипников в корпус необходимо прижимать их наружное кольцо. Стопорный винт ротора подлежит замене при каждом снятии ротора турбины. Со всех деталей следует удалить смазку, алюминиевые части необходимо очистить. При капитальном ремонте необходимо заменить все детали, входящие в состав ремкомплекта.

Резьба всех винтов на заводе-изготовителе обработана фиксирующей мастикой. На каждый винт диаметром 1/4 дюйма (6 мм) и более перед повторным использованием следует нанести каплю мастики Loctite 290, на каждый винт диаметром менее 1/4 дюйма перед повторным использованием следует нанести каплю мастики Loctite 222.

21.3

Баллон и трубы пускового воздуха

Отделитель масла и воды, а также невозвратный клапан должны быть расположены на подводящей трубе между компрессором и баллоном пускового воздуха. В самой нижней точке трубопровода должен быть предусмотрен сливной клапан. Непосредственно перед системой пневматического запуска устанавливаются невозвратный клапан и антипомпажный клапан.

Перед пуском слейте конденсат из бака с пусковым воздухом через дренажный клапан.

Перед установкой следует тщательно очищать трубопроводы между воздушными баками и двигателями. В дальнейшем их следует поддерживать чистыми от грязи, масла и конденсата.

Баллоны для пускового воздуха следует регулярно осматривать и очищать. По возможности, их следует обрабатывать подходящим антикоррозийным составом. Дайте им высохнуть достаточное время.

Одновременно с этим осматривайте клапаны баллонов для пускового воздуха. При слишком сильном затягивании можно повредить седла, что приведет к утечкам. Протекающие и изношенные клапаны (в том числе предохранительные клапаны) следует перешлифовать. Испытайте предохранительные клапаны давлением.

21.4

Пневматическая система

21.4.1 Общее описание

Двигатель оборудован пневматической системой для управления посредством электромагнитных клапанов следующими функциями:

- пуск двигателя,
- остановка двигателя.

Система пуска включает в себя клапан понижения давления (2) и предохранительный клапан (4), который понижает давление пускового воздуха до требуемого и безопасного уровня для пневматического стартера. Пневматический стартер управляется электромагнитным клапаном (5) и блокирующим клапаном (7).

Система защиты от превышения скорости вращения включает в себя баллон (11) и невозвратный клапан, обеспечивающие необходимое давление в системе в случае недостаточного давления. На Рис 21-3 показан электромагнитный клапан (10). Клапан снабжен кнопкой и в экстренном случае может управляться вручную.

Пневматические предельные выключатели (9), подробно описанные в главе 22, разделе 22.5, управляются клапаном (10), приводящимся в действие электромагнитным клапаном по электрическому сигналу от системы контроля частоты вращения, по которому двигатель останавливается.

Кнопка на электромагнитном клапане может служить для остановки двигателя.

Примечание!

Когда двигатель работает, подача воздуха на двигатель всегда должна быть открыта.

Пневматическая система

1. Пневматический стартер
2. Клапан понижения давления
3. Манометр пускового воздуха
4. Предохранительный клапан
5. Электромагнитный клапан
6. Управляющий клапан стартера
7. Клапан блокировки запуска
8. Запорный клапан
9. Пневматические цилиндры остановки
10. Главный клапан остановки
11. Воздушный баллон
12. Электромагнитный клапан

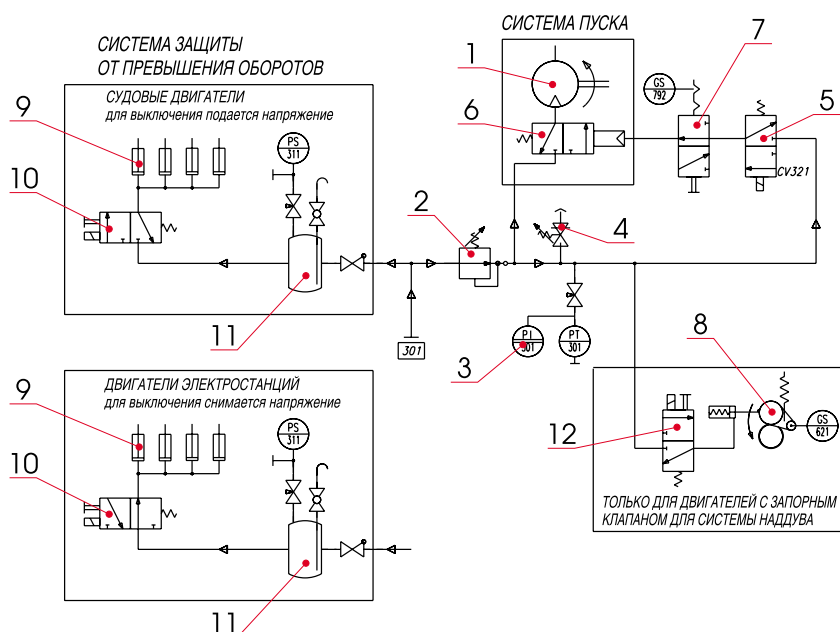


Рис 21-2

2021610441

21.5

Обслуживание

Система собрана из деталей наивысшего качества. Обычно она не требует никакого обслуживания, кроме проверки функционирования и слива конденсата из отстойника (11) с помощью сливного клапана.

21.5.1 Проверка

Регулярно проверяйте давление после клапана понижения давления (2).

21.5.2 Обслуживание

Электромагнитный клапан. В случае нарушения функционирования электрической части клапана следует проверить его, нажав кнопку (1), см. Рис 21-3. При возникновении механической неисправности необходимо вскрыть клапан.

Проверьте, чтобы отверстия (2) и (3) в седле были открыты, а прокладка (4) не повреждена. Замените клапан, если он не функционирует после очистки.

Клапан для слива воды. Очистите клапан в случае какого-либо нарушения.

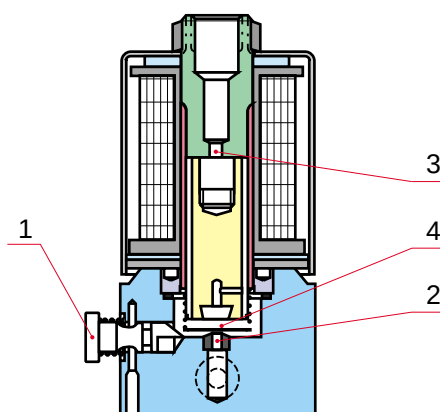
Клапан может быть временно отключен путем закрытия клапана.

Клапан понижения давления. Клапан понижения давления не требует обслуживания. При возникновении неисправности рекомендуется его замена.

Компоненты пневматики

1. Кнопка
2. Отверстие
3. Отверстие
4. Прокладка

Электромагнитный клапан



Клапан понижения давления

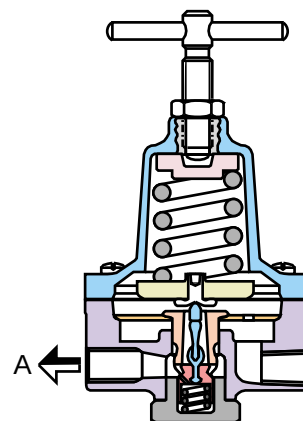


Рис 21-3

2021570247

22. Механизм управления

22.1

Описание

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).

Перемещение регулирующего вала на топливные рейки (16) топливных насосов высокого давления передается через регулировочный рычаг (6) и пружину (7). Пружина кручения (5) позволяет переместить регулирующий вал и, соответственно, топливные рейки в положение остановки даже в том случае, если одна из реек застревает. Точно также пружина кручения (7) позволяет переместить регулирующий вал в положение подачи топлива даже в случае заклинивания топливного насоса высокого давления в положении перекрытия подачи топлива. Это может быть важно в экстренном случае.

Двигатель можно остановить с помощью рычага остановки (17). Когда рычаг остановки перемещается в положение остановки, рычаг (18) приводит в действие рычаг (9), который перемещает вал регулятора в положение остановки.

Двигатель оборудован электропневматическим предельным выключателем, срабатывающим при превышении номинального значения частоты вращения примерно на 15%. Электропневматический выключатель перемещает каждую топливную рейку в положение перекрытия топлива с помощью пневматического цилиндра на каждом топливном насосе высокого давления. Цилиндр воздействует непосредственно на топливную рейку. Электропневматическим выключателем можно управлять также вручную, см. раздел 22.5.

При пуске двигателя регулятор автоматически ограничивает перемещение регулирующего вала допустимым значением.

Регулятор частоты вращения оснащен стопорным соленоидным клапаном, позволяющим дистанционную остановку двигателя. Соленоид соединен также с электропневматическим предельным выключателем и с автоматической системой остановки, которая останавливает двигатель при слишком низком давлении смазочного масла, слишком высокой температуре циркуляционной воды охлаждения или при других заданных функциях.

22.2

Обслуживание

Особое внимание следует обращать на работу данной системы в связи с тем, что неисправность в системе может привести к разному двигателю или к неспособности двигателя принимать нагрузку.

- а)** Система должна работать с минимальным трением. Регулярно очищать и смазывать рейки, подшипники (включая самосмазывающиеся подшипники (8)) и шарниры смазочным маслом.
- б)** Зазоры в системе должны быть по возможности минимальными. Проверить зазоры во всех соединениях. Допустимый общий зазор соответствует перемещению топливной рейки насоса высокого давления, как максимум, на 0,5 мм.
- ц)** Регулярно проверять (см. рекомендации в главе 04): регулировку системы, положение остановки, предельные выключатели и ограничитель подачи пускового топлива, см. раздел 22.3.
- д)** При сборке системы проверить правильность установки всех деталей, надежность затяжки всех гаек и момент затяжки, если он указан, а также установку на свои места всех стопорных элементов, напр. шплинтов, стопорных колец и шайб. Проверить согласно пунктам а) – ц) .

22.3

Проверка и регулировка

22.3.1 Положение остановки рычага остановки

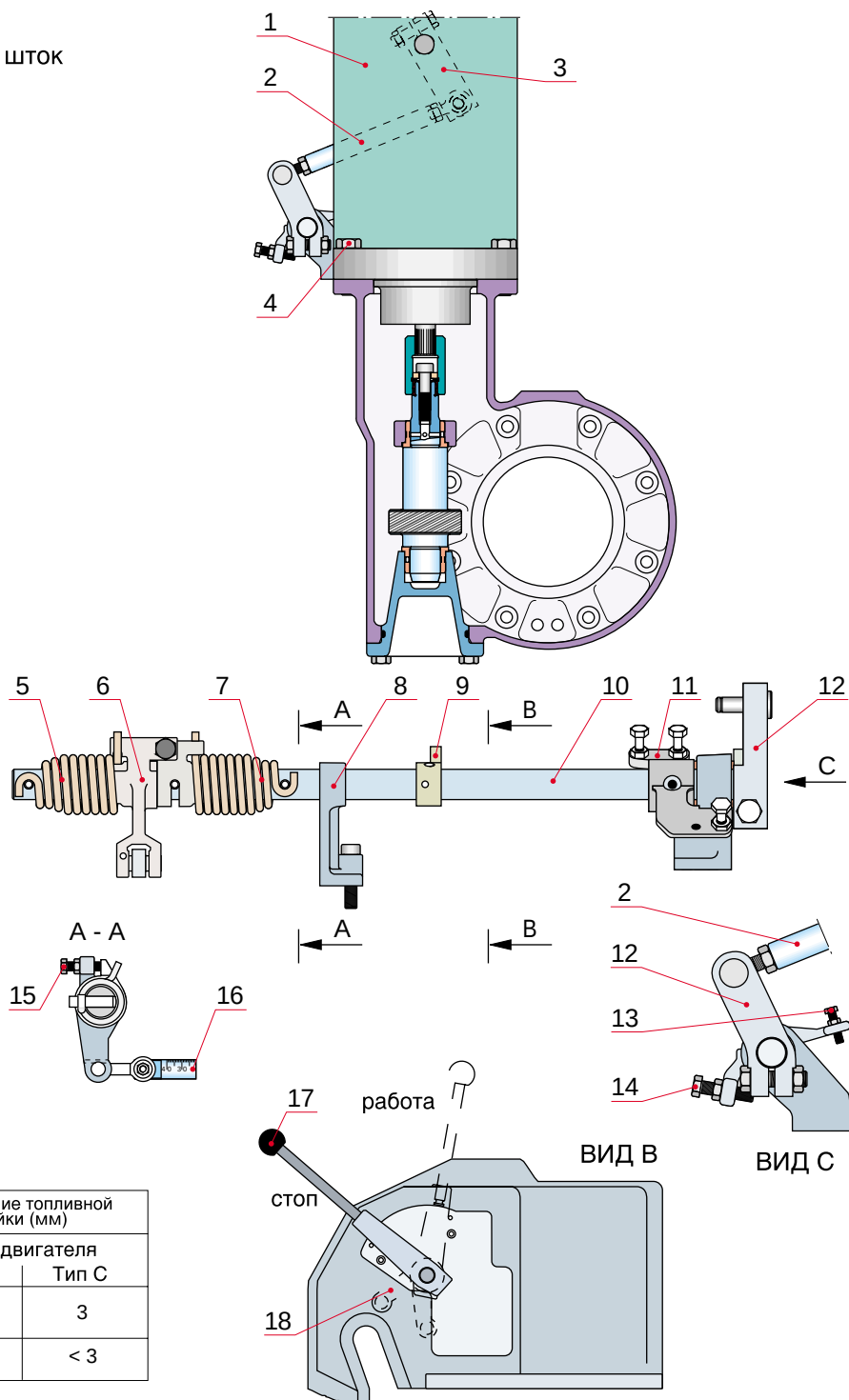
- а)** Проверить:
 - Установить рычаг регулятора (3) в положение максимальной подачи топлива, а рычаг остановки (17) – в положение "стоп", Рис 22-1.
 - Проверить, чтобы топливные рейки всех насосов высокого давления находились в максимальном положении согласно таблице ниже.

Модификация двигателя	Положение топливной рейки (мм)
ГТН на свободном конце (LF)	3
ГТН на свободном конце (LD)	1

- б)** Регулировка:
 - Установить рычаг остановки в положение "стоп" и проверить, чтобы рычаг (18) был надежно соединен с рычагом (9). С помощью регулятора можно создать небольшой крутящий момент, но он не должен быть слишком большим, так как следует избегать даже легкого скручивания вала.
 - Отрегулировать положение топливной рейки согласно таблице выше с помощью регулировочных винтов (15).
 - 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. Регулирующий вал
11. Ограничитель нагрузки
12. Рычаг
13. Регулировочный винт
14. Регулировочный винт
15. Регулировочный винт
16. Топливная рейка
17. Рычаг остановки
18. Рычаг для рычага остановки



Положение устройства	Положение топливной рейки (мм)	
	Тип двигателя Тип В	Тип С
Рычаг остановки в положении "СТОП"	7	3
Регулятор в положении "СТОП"	4	< 3

Рис 22-1

202256R0203

22.3.2 Электропневматический предельный выключатель

- а)** Проверить положение остановки
- Установить стопорный рычаг в рабочее положение, а рычаг регулятора – в положение максимальной подачи топлива.
 - Вызвать срабатывание электро-пневматического предельного выключателя вручную.
 - Проверить, чтобы топливные рейки находились в положении ниже 3 мм.
- б)** Регулировка положения остановки
- Электро-пневматический предельный выключатель не требует регулировки
 - Если оказывается невозможным установить положение топливной рейки ниже 3 мм, проверить на износ.
- ц)** Проверка и регулировка предельных оборотов срабатывания выключателя
- См. раздел 22.5.3.

Электропневматический предельный выключатель

1. Цилиндр
2. Поршень
3. Уплотнительное кольцо
4. Топливная рейка

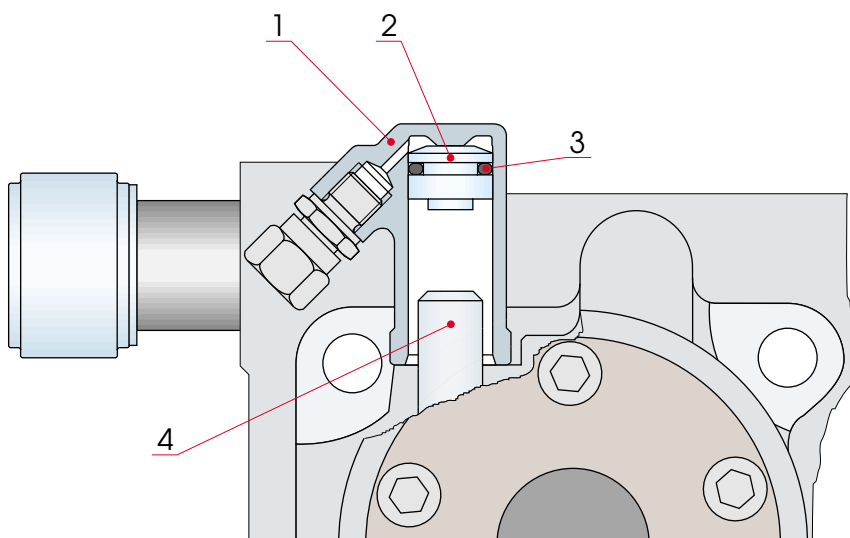


Рис 22-2

202251R9318

22.4

Регулятор оборотов

Технические данные и размеры
Регулятор
Механически-гидравлический тип
Масса: 19 кг

22.4.1 Общая информация

Двигатель может быть оснащен регулятором различного типа, в зависимости от типа силовой установки. Относительно самого регулятора – см. приложенную инструкцию по эксплуатации.

22.4.2 Гидравлический привод регулятора

Регулятор имеет отдельный блок привода, который, в свою очередь, приводится от распредвала посредством косозубой передачи. Регулятор прикреплен к блоку привода и соединен с приводным валом посредством шлицевой муфты. Втулка шлицевой муфты закреплена пружинными штифтами. Таким образом регулятор с приводом можно демонтировать и монтировать как единый узел, или же можно заменить регулятор без демонтажа приводного блока.

Масло под давлением подается через отверстия в стойке в подшипники и на сопло для смазки зубчатой передачи.

Проверить через рекомендуемые периоды:

- 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.

22.4.3 Демонтаж регулятора

1 Отсоединить рычаг регулятора (3) и электрические соединения регулятора.

2 Открутить болты крепления регулятора (4) и вытянуть регулятор вертикально вверх. Не допускать падения регулятора и не дать ему лежать на своем приводном валу, Рис 22-1.

22.4.4 Монтаж регулятора

При монтаже регулятора соблюдать следующую технологию работы:

1 Установить топливную рейку и регулятор в положение согласно рисунку 22-4.

Управляющий вал регулятора

1. Okone^{na}q osx regulqtora

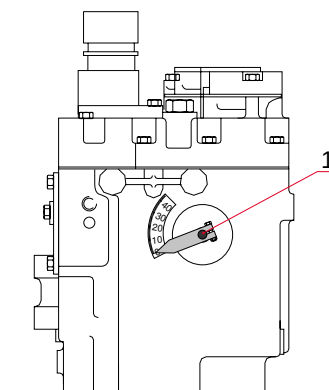


Рис 22-3

202254R9806

2 Рычаг регулятора должен быть установлен в положение, показанное в Рис 22-4.

3 Установить соединительный рычаг (2) между рычагами и зафиксировать регулировку.

4 Проверить согласно разделу 22.3

Установки вала регулятора

- 2. Регулируемый соединительный шток
- 3. Рычаг регулятора
- 10. Регулирующий вал
- 12. Рычаг

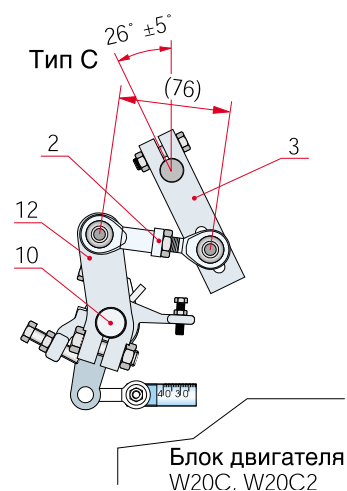
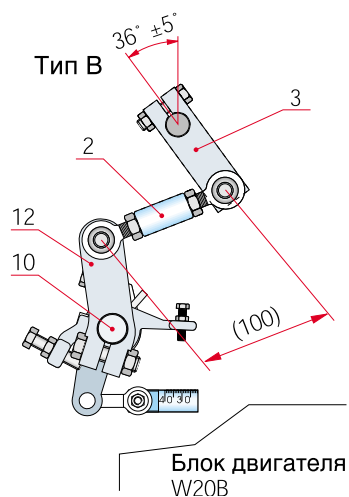


Рис 22-4

202255R0201

22.5

Электропневматический предельный выключатель

22.5.1 Описание (Рис 22-2)

Предельный выключатель имеет электронное управление. В качестве рабочей среды используется сжатый воздух под давлением не более 30 бар. Частота вращения срабатывания выключателя на 15% выше номинальной частоты.

Трехпозиционный соленоидный клапан (10), Рис 21-2, получает сигнал остановки двигателя от электронной системы измерения частоты вращения, см. раздел 21.4. Соленоид соединен также с системой остановки двигателя.

При открытии соленоидного клапана воздух подается на трехпозиционный клапан, который пропускает сжатый воздух к цилиндрам (9, Рис 21-2) – по одному на каждый топливный насос высокого давления. Поршень воздушного цилиндра воздействует на палец на топливной рейке, перемещая его в положение остановки.

Сигнал остановки обычно имеет достаточную длительность для полной остановки двигателя. При снятии сигнала воздух выпускается через трехпозиционный клапан.

Соленоидным клапаном (10, рис. 21-2) можно также управлять вручную.

22.5.2 Проверка и регулировка положения остановки

a) Проверка положения остановки

- Установить стопорный рычаг в рабочее положение, а рычаг вала – в положение максимальной подачи топлива.
- Вызвать срабатывание электро-пневматического предельного выключателя вручную.
- Проверить, чтобы топливные рейки находились в положении ниже 3 мм.

б) Регулировка положения остановки

- Электро-пневматический предельный выключатель не требует регулировки
- Если положение топливной рейки превышает 3 мм, проверить на износ.

22.5.3 Проверка оборотов срабатывания выключателя

Проверить частоту вращения отключения двигателя на холостом ходу, увеличивая частоту вращения двигателя выше номинального значения путем медленного движения рычага (12) с помощью подходящего ключа в направлении от двигателя. По достижении и превышении номинальной частоты вращения регулятор начинает уменьшать подачу топлива, т.е. управляющий рычаг должен отклоняться с преодолением усилия регулятора.

23. КИП И АВТОМАТИКА

23.1

Установленные на двигатель контрольно-измерительные приборы

23.1.1 Контрольно-измерительные приборы

Соединительная коробка, устанавливаемая на резиновых прокладках со стороны привода или свободного конца двигателя, включает в себя следующие приборы:

- тахометр (1), комбинированный для частоты вращения двигателя и ГТН, со встроенным счетчиком часов работы,
- прибор температуры (2), комбинированный для температур выхлопных газов на выходе из каждого цилиндра и после ГТН,
- щит приборов (3), включая:
 - пусковую кнопку
 - кнопку остановки
 - переключатель для тахометра (двигатель/турбонагнетатель)
 - выключатель "двигатель блокирован/мест./дистанц."

Расположение шкафов КИПиА двигателя

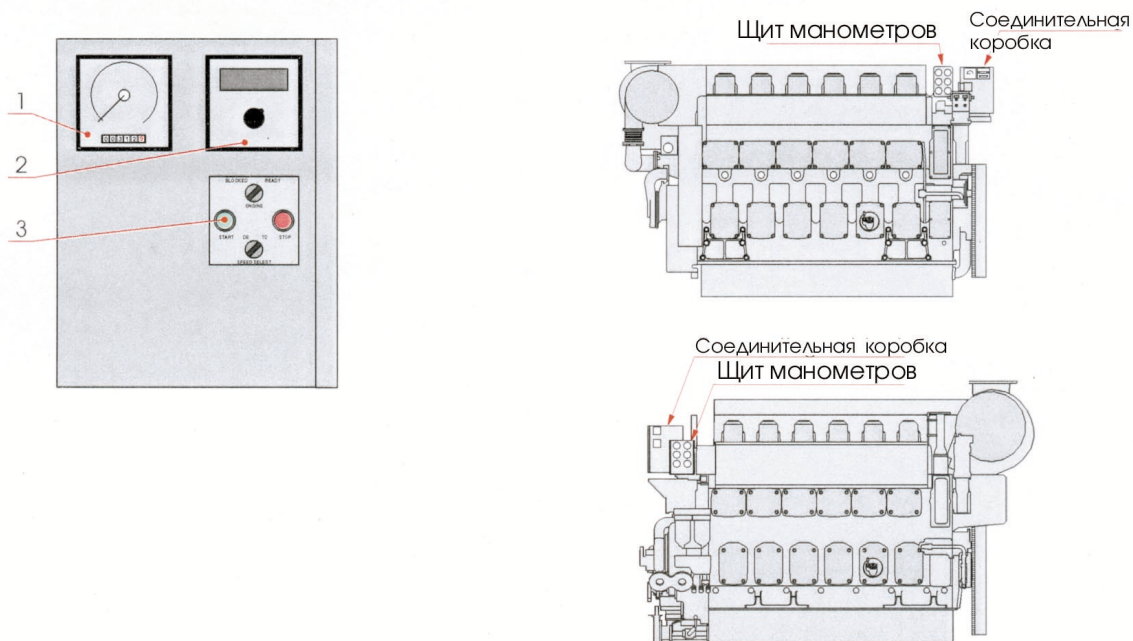


Рис. 23-1

2023102r0114

23.1.2 Щит манометров

Щит манометров расположен рядом с соединительной коробкой на конце привода или на свободном конце двигателя. Он включает в себя следующие манометры:

Манометр	Код датчика
• давление смазочного масла, на входе в двигатель	PI201
• давление топлива, на входе в двигатель	PI101
• давления ВТ-контура воды, на входе в двигатель	PI401
• давление НТ-контура воды, на входе в холодильник наддувочного воздуха	PI471
• давление наддувочного воздуха, на входе в двигатель	PI601
• давление пускового воздуха, на входе в двигатель	PI301

Обычно приборы не требуют ухода. Однако, все манометры можно заменить во время работы. Манометр для топлива снабжен клапаном на задней стороне щита манометров. Трубопроводы к манометрам ВТ-воды, НТ-воды и пускового воздуха можно перекрыть клапанами, находящимися ниже датчиков, см. Рис 23-5. Давление в трубопроводе наддувочного воздуха можно снизить путем уменьшения нагрузки двигателя. Трубопровод пускового воздуха можно закрыть путем закрытия клапана на входе в двигатель. Показывающие неверно или поломанные приборы должны быть отремонтированы или заменены новыми при первой возможности.

Открыть клапаны после замены манометров!

Передняя панель щита манометров

1. Смазочное масло перед двигателем
2. Топливо перед двигателем
3. ВТ-вода перед двигателем
4. НТ-вода перед воздухоохладителем
5. Наддувочный воздух
6. Пусковой воздух перед двигателем

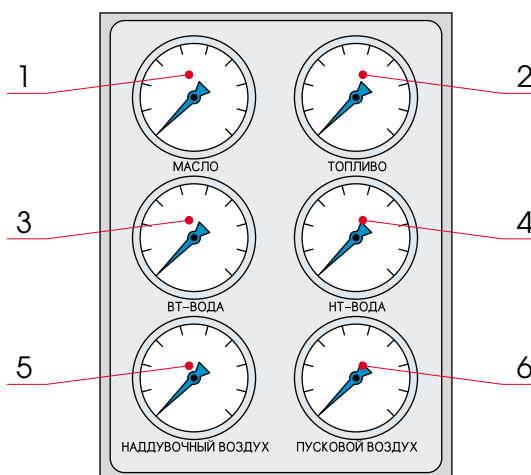


Рис. 23-2

202385r9809

23.1.3 Термометры

На двигателе установлены следующие термометры, расположение которых показано на Рис 23-3 и Рис 23-4

Термометр	Код датчика
• топливо, на входе в двигатель	TI101*
• смазочное масло, на выходе из масляного холодильника	TI201
• смазочное масло, на входе в масляный холодильник	TI231
• водяной ВТ-контур, на выходе из двигателя	TI402
• водяной ВТ-контур, на входе в двигатель	TI401
• водяной НТ-контур, на входе в воздухоохладитель	TI471
• водяной НТ-контур, на выходе из воздухоохладителя	TI472
• водяной НТ-контур, на вых. из масляного холодильника	TI482
• наддувочный воздух, на выходе из воздухоохладителя	TI622

* не устанавливается на двигателях, работающих на MDO. (морском дизельном топливе).

23.1.4 Стандартные датчики

На двигателе всегда установлен стандартный комплект датчиков согласно таблице, приведенной ниже. Расположение датчиков показано на Рис 23-3 и Рис 23-4.

Стандартные датчики	Код датчика	Тип
• частота вращения двигателя	ST173	A
• частота вращения турбоагнетателя	SE518	A
• низкое давления топлива	PT101	A
• температура топлива перед щитом двигателя	TE101*	A
• утечка в топливной трубе высокого давления	LS103A	Б
• низкое давления смазочного масла	PT201	A
• высокий перепад давления в масляном фильтре	PDS243	Б
• высокая температура масла на вх. в двигатель	TE201	A
• низкий уровень масла в мокром картере	LS204	Б
• низкое давление пускового воздуха	PT301	A
• низкое давление воды в ВТ-контуре	PT401	A
• высокая температура воды в ВТ-контуре на выходе из двигателя	TE402	A
• низкое давление воды в НТ-контуре на входе в воздухоохладитель	PT451	A
• температура выхлопных газов на выходе из каждого цилиндра	TE501A...TE509A	A
• температура выхлопных газов на выходе из ГТН	TE517	A
• высокая/низкая температура наддувочного воздуха на выходе из воздухоохладителя	TE622	A
• низкое давление пневматического предельного выключателя	PS311	Б
• показание перегрузки (только главные двигатели)	GS166	Б

* не устанавливается на двигателях, работающих на MDO.

A = аналоговый датчик

Б = датчик двойного действия (включен/выключен)

Контрольно-измерительные приборы, ГТН на свободном конце двигателя

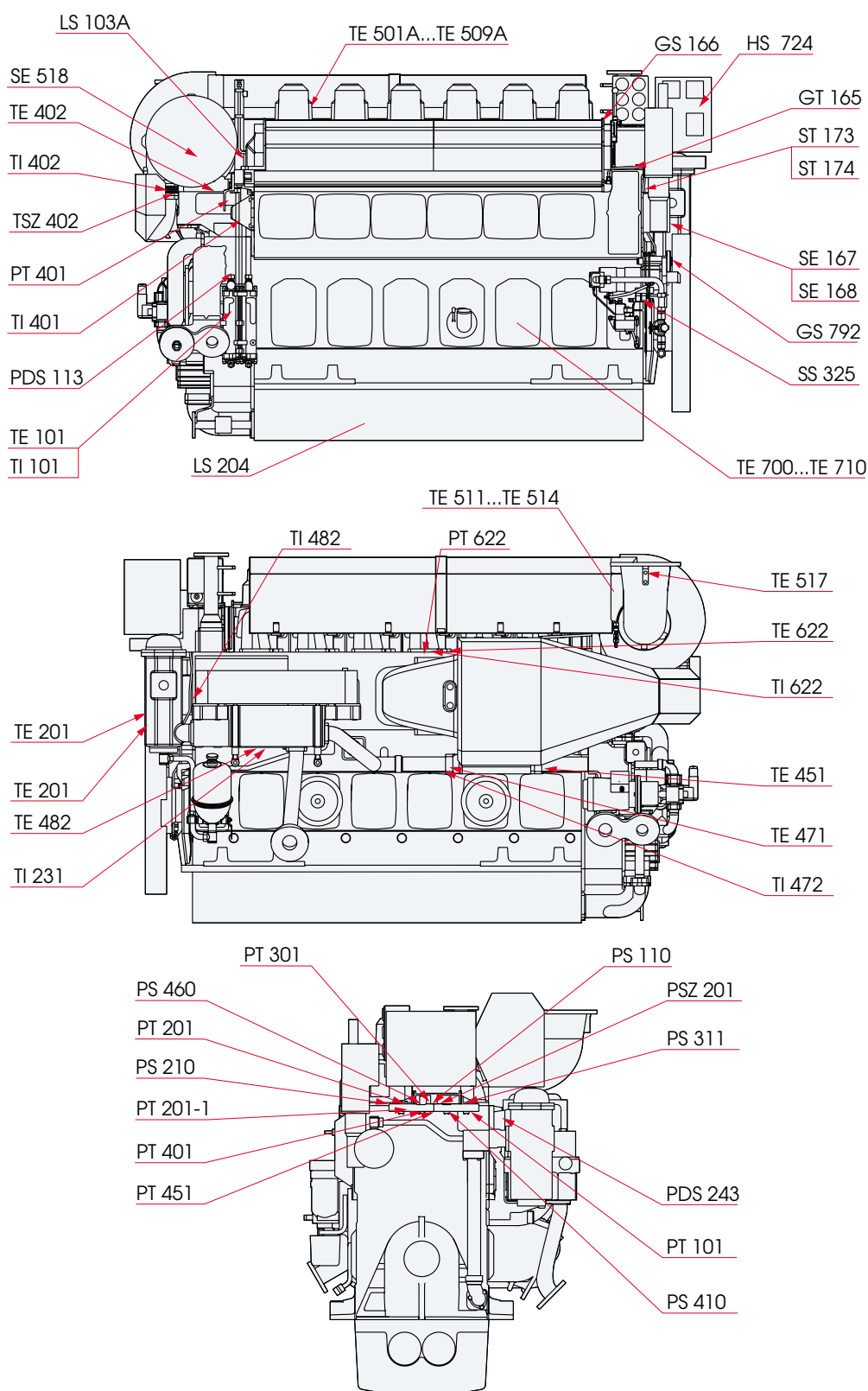


Рис. 23-3

202396r0109

Контрольно-измерительные приборы, ГТН на конце привода двигателя

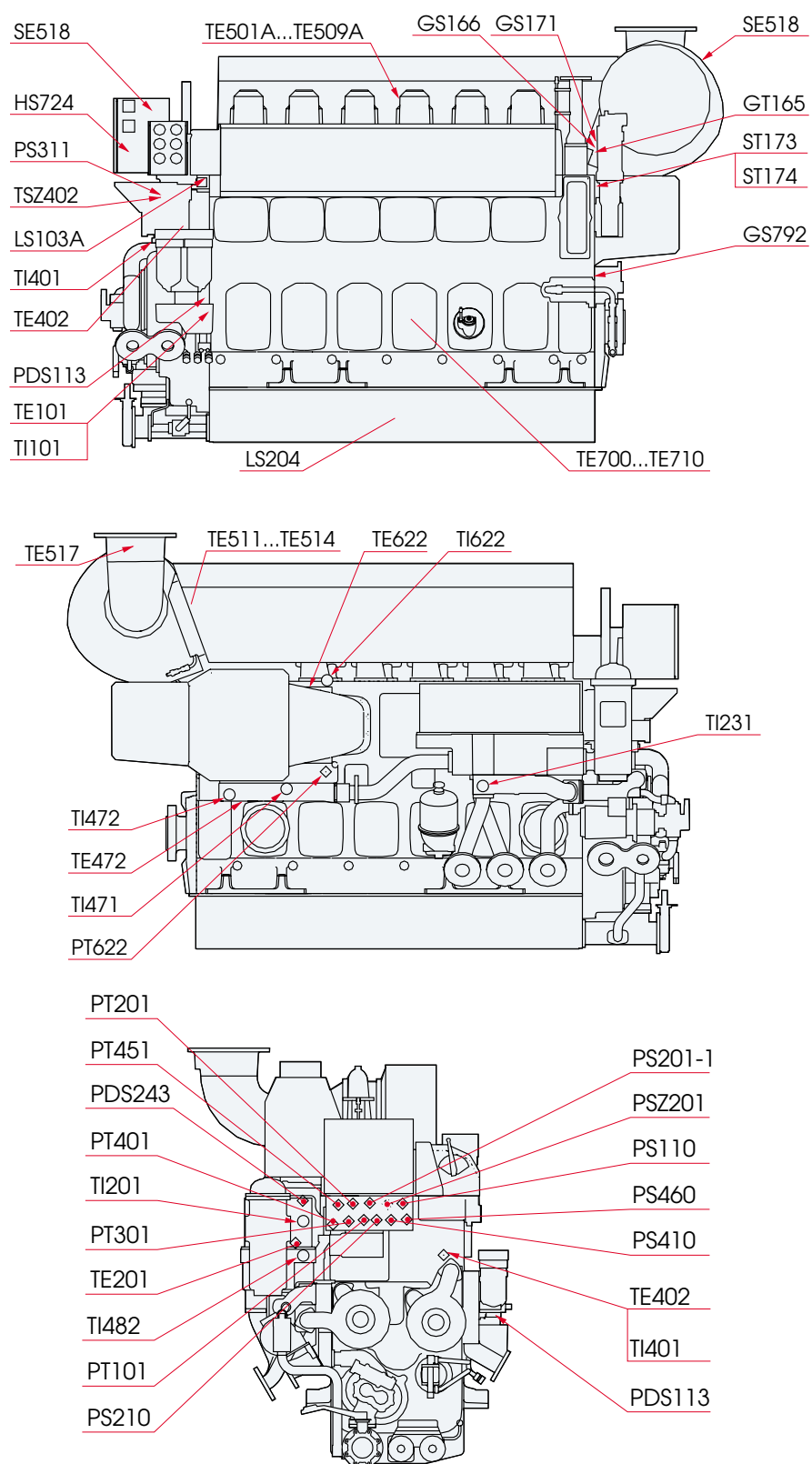


Рис. 23-4

202390r9809

23.1.5 Дополнительные датчики, устанавливаемые по заказу

В дополнение к стандартному комплекту датчиков на двигателе можно установить любой из следующих датчиков согласно таблице, приведенной ниже. Расположение датчиков показано на Рис 23-3 и Рис 23-4.

Дополнительные датчики:	Код датчика	Тип
• положение топливной рейки	GT165	A
• температура рамового подшипника	TE700...TE710	A
• низкое давление топлива, пуск резервного насоса	PS110	Б
• низкое давление масла, пуск резервного насоса	PS210	Б
• пуск резервного водяного насоса ВТ-контура	PS410	Б
• пуск резервного водяного насоса НТ-контура	PS460	Б
• высокий перепад давления на топливном фильтре	PDS113	Б
• температура выхлопных газов на входе в ГТН	TE511	A
• температура выхлопных газов на входе в ГТН	TE512	A
• температура выхлопных газов на входе в ГТН	TE513	A
• температура выхлопных газов на входе в ГТН	TE514	A
• давление зарядного воздуха на выходе из воздухоохладителя	PT622	A

23.1.6 Аварийно-предупредительные датчики

Ниже перечислены аварийно-предупредительные датчики. В зависимости от спецификации двигателя, необязательно все аварийные датчики установлены на двигателе.

Аварийно-предупредительные датчики:	Код датчика	Тип
• давление масла, на входе в двигатель	PS201	Б
• давление масла, на входе в двигатель	PS3201	Б
• температура масла, на входе в двигатель	TS3201	Б
• давление воды ВТ-контура, на вх. в двигатель	PS401	Б
• температура воды ВТ-контура, на вых. из двигателя	TS3402	Б
• ручка останова в положении "стоп"	GS171	Б
• низкое давление масла предв. прокачки, на входе в двигатель	PS201-1	Б
• валоповоротное устройство включено	GS792	Б
• переключатель дистанционного/местного управления	HS724	

23.1.6.1 Проверка датчиков

a)

Датчики давления

Настройка и проверка всех датчиков выполнена на заводе перед поставкой. Для проверки выхода датчика требуется калибратор давления. Проверка датчика давления может быть выполнена без снятия датчика с двигателя.

Проверка датчиков давления и переключателей

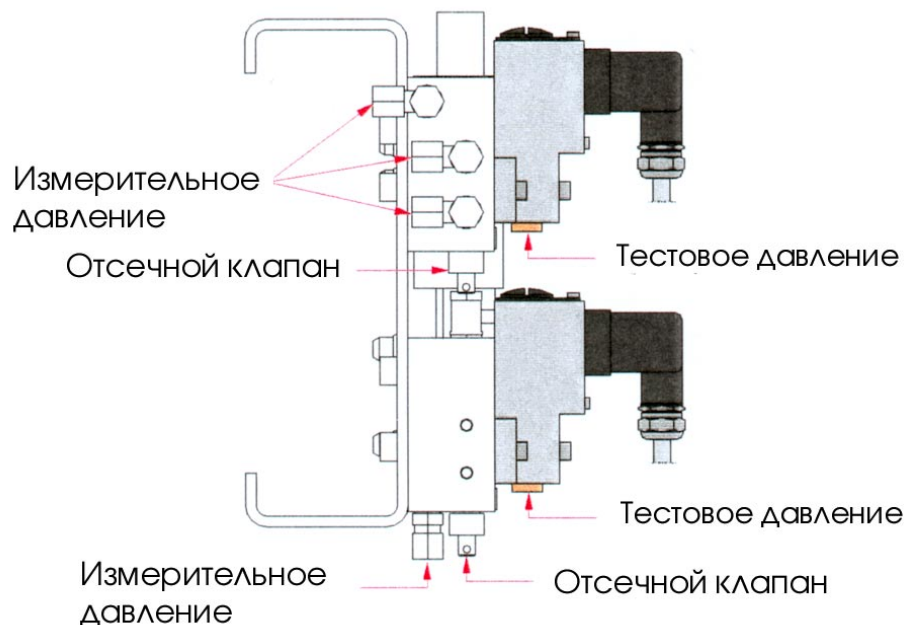


Рис. 23-5

202391r9932

На Рис 23-5 показан датчик давления с отсечным клапаном и соединением со схемой проверки давления.

Датчик давления отключается от измерения давления с помощью отсечного клапана. Тогда к пробке подсоединяется калибратор давления для проверки давления. С помощью калибратора устанавливается требуемое давление.

- 1** Закрывать клапан под датчиком
- 2** Отвинтить пробку, расположенную над самым клапаном, и подсоединить калибратор давления.
- 3** Проверить на утечки перед нагнетанием давления.
- 4** Настроить установки калибратора.
- 5** Снять измерительные показания датчика по крайней мере по двумя точкам (например, по самой низкой и высокой точкам всего диапазона) и проверить по спецификациям датчика.
- 6** Отрегулировать или заменить датчик при необходимости.
- 7** Открыть клапан после проверки датчика.
- 8** Если от датчика нет выхода, проверить:
 - проводку и соединения (омметром или универсальным измерительным прибором)
 - подачу электроэнергии (полярность указана на датчике)
 - повреждения датчика.

Внимание!

Не забудьте открыть отсечной клапан после проведения проверки!

b)

Датчики температуры

Все датчики проверены на заводе перед поставкой. Для проверки датчика требуется калибратор температуры (печь). Все датчики температуры установлены в специальные гнезда, благодаря чему их можно снимать для контроля также во время работы двигателя.

1

Отвинтить датчик.

2

Вставить его в калибратор.

3

Отрегулировать установки калибратора.

4

Снять измеренное показание по крайней мере по двум точкам (например, по самой низкой и высокой точкам всего диапазона) и проверить по спецификациям.

5

Заменить датчик при необходимости.

6

Если от датчика нет выхода, проверить:

- проводку и соединения (омметром или универсальным измерительным прибором),
- подачу электроэнергии (полярность указана на датчике),
- повреждения датчика.

Пример точек проверки датчиков показан в таблице ниже.

Температура (°C)	PT 100 (Ω)	Тип термопары К (мЖ)
0	100,0	0
20	107,8	0,8
40	115,5	1,6
100	138,5	4,1
300	–	12,2

c)

Реле давления

Все реле предварительно настроены на заводе. Реле давления можно проверить во время работы.

1

Закрыть клапан под реле.

2

Отвинтить пробку прямо над клапаном и подключить калибратор давления.

3

Проверить реле путем наблюдения за тем, при каком давлении микровыключатель выключается. Правильное давление указано в спецификациях двигателя и отпечатано на самом реле.

4

Отрегулировать или заменить реле при необходимости.

5

В случае ошибочного функционирования проверить тоже соединение и проводку.

d)

Температурные реле

Реле температуры установлены в специальные гнезда, и их можно снимать для контроля во время работы двигателя. Проверку можно выполнить калибратором температуры и путем наблюдения, при какой температуре микровыключатель выключается. Правильная температура указана в спецификациях двигателя и отпечатана на самом реле. При необходимости отрегулировать или заменить реле. Проверить также соединение и проводку на отсутствие повреждений.

е)

Прочие выключатели

Эти выключатели механические и могут быть проверены при неработающем двигателе.

1 Поворачивать вал регулятора до тех пор, пока датчик указания величины нагрузки не будет включен.

2 Проверить, какой нагрузке соответствует полученное при проверке значение.

23.2

Система контроля и измерения частоты вращения (SPEMOS)

23.2.1 Введение

"СПЕМОС" (SPEMOS - SPEEd MOonitoring System) – это система электронного контроля и измерения частоты вращения, разработанная исключительно для двигателей "Вяртсиля", предназначенный для судовых и стационарных (электросиловых) установок. Система сконструирована так, что она является стойкой к вибрациям и прочим условиям окружающей среды на самом двигателе, и она установлена в соединительную коробку дизельного двигателя.

Оборудование системы "СПЕМОС" включает в себя следующие функции:

- измерение частоты вращения двигателя,
- четыре зависимых от частоты вращения релейных функции, в том числе функцию предельного выключателя,
- измерение частоты вращения одного или двух газотурбонагнетателей,
- три релейных функций, зависимых от частоты вращения турбонагнетателя,

23.2.2 Принцип работы

23.2.2.1 Электропитание

Все электронные платы системы "СПЕМОС" получают питание с помощью внутренней платы электропитания (C1). Данная плата является выключающим преобразователем постоянного тока с стабилизированным выходом 12 В постоянного тока. Данный выход гальванически изолирован от входного напряжения. Выход платы защищен от короткого замыкания.

23.2.2.2 Измерение частоты вращения двигателя

Частота вращения двигателя измеряется двумя бесконтактными индуктивными датчиками приближения, установленными в корпус двигателя. Они дают импульс по каждому зубцу шестерни, проходящему мимо их чувствительного кончика при работе двигателя.

Пропорциональная частоте вращения двигателя выходящая частота от данных импульсных датчиков сравнивается и преобразуется в плате измерения частоты вращения (С2) в напряжение постоянного тока величиной 0 – 10 В. Данное напряжение буферизуется и подается для показания частоты вращения на приборах местного/дистанционного измерения.

23.2.2.3 Релейные функции от частоты вращения двигателя

Аналоговый сигнал частоты вращения от карты измерения частоты вращения двигателя подключен внутренне в "СПЕМОС" к релейной карте (С3). Эта карта имеет 3 реле, подвергающихся индивидуальной регулировке по любой частоте вращения двигателя или турбонагнетателя. Одно из этих реле имеет также индивидуально регулируемую задержку включения или выключения. Каждое реле имеет по два переключающих контакта с разрывной мощностью 0,3 А при 110 В постоянного тока и 1,0 А при 24 В постоянного тока.

23.2.2.4 Измерение частоты вращения ГТН

Бесконтактный импульсный датчик, измеряющий частоту вращения турбонагнетателя, установлен снаружи с помощью резьбового соединения в корпус подшипников турбонагнетателя.

Два паза на наружной поверхности уплотняющего диска генерируют импульсы в датчике частоты вращения, подавая импульс каждый раз один из пазов проходит мимо его чувствительного кончика при вращении газотурбонагнетателя.

Пропорциональная частоте вращения турбонагнетателя выходящая частота с этого датчика сравнивается и преобразуется в плате измерения частоты вращения (С4) в напряжение постоянного тока величиной 0 – 10 В.

Выход этой платы измерения частоты вращения турбонагнетателя (С4) буферизуется и подается к местным/дистанционным приборам частоты вращения турбонагнетателя.

23.2.3 Функциональные платы

23.2.3.1 Плата электропитания (С1)

Техническая спецификация:

Размеры: 80 x 100 мм
 Входное напряжение: 18 – 40 В пост.т., сглаженное
 или 40–160 В пост.т.
 Выходное напряжение: 12 В пост.т., стабилизированное
 Диапазон регулирования выхода: 1.5 В пост.т.
 Выходная пульсация: 10 мВ среднеквдр.
 Выходной ток: 500 мА макс.
 Температура окружающей среды: –25...+80°С
 Защита от короткого замыкания: снабжена
 Напряжение изоляции: 2 кВ, 50 Гц, 1 мин.
 5 кВ, 1.2/50 мкс
 Предохранитель: Т 1.6 А, 5 x 20 мм

Плата электропитания защищена от короткого замыкания и перегрева. Зеленый светодиод показывает, что напряжение включено на выходе платы.

Входное напряжение питания гальванически изолировано от выходного напряжения в данной плате преобразования постоянного тока “выключающего” типа.

Плата электропитания С1

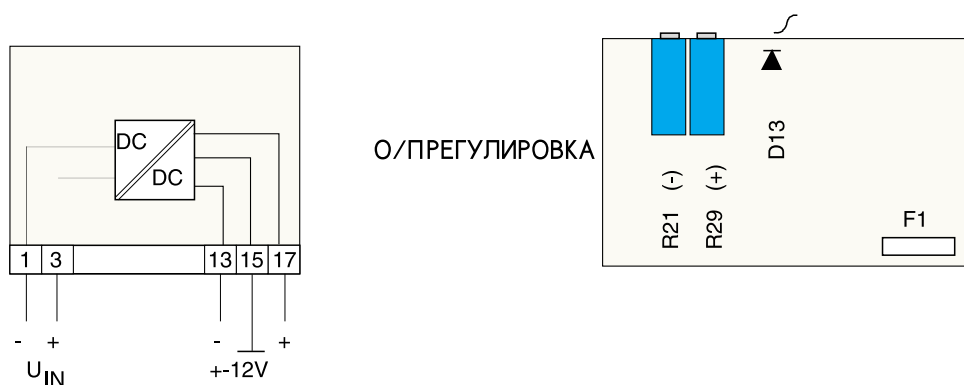


Рис. 23–6

202371r9335

23.2.3.2 Плата С2 измерения частоты вращения двигателя

a) Принцип работы : Частота от датчиков приближения, которая пропорциональна частоте вращения двигателя, сравнивается в плате С2. Всегда выбирается более высокая частота и преобразовывается в данной плате в напряжение постоянного тока 0–10 В. Данное напряжение буферизуется и подается к местным и дистанционным приборам частоты вращения двигателя.

Для двигателей "Вяртсила" 20 диапазон измерения 0–1500 об/мин. 1500 об/мин соответствуют частоте 775 Гц от датчика частоты вращения, и эта частота преобразовывается в 10 В постоянного тока на плате.

Выходное напряжение платы также управляет реле, работающее в зависимости от частоты вращения внутри платы. Точку переключения данного реле можно настроить в пределах всего диапазона частоты вращения с регулируемой задержкой. Данное реле управляет ограничителем топливоподачи при пуске двигателя. Светодиод показывает, что реле включено (=ограничение подачи топлива выключено).

В плате имеется также испытательный осциллятор, который позволяет имитировать частоты вращения двигателя.

b) Регулировка Аналоговый выход платы 0...10 В пост. тока, что соответствует 0–1500 об/мин. Точная калибровка платы выполнена на заводе. Однако, если необходима перекалибровка, она может быть выполнена следующим образом:

1 Выходной уровень. Для тонкой настройки выходного сигнала (0–10 В пост.тока) требуется осциллятор. Подавать частоту 775 Гц во вход частоты платы и регулировать с помощью Р1 пока не достигнуто 10.00 В пост. тока на выходе напряжения.

2 Ограничение топливоподачи. Уровень переключения ограничения топливоподачи регулируется потенциометром Р2. Напряжение точки проверки TP3 показывает уровень частоты вращения при переключении. Между действительным уровнем переключения и напряжением в данной точке проверки имеется отношение 1 /168, т.е., если регулировать уровень переключения на 900 об/мин, надо регулировать напряжение с помощью Р2 пока не достигнуто 5,36 В на TP3.

Внимание!

При выполнении данной регулировки двигатель не должен работать.

3 Задержка включения и выключения. В этом реле задержка включения и выключения функции отрегулирована потенциометрами Р4 и Р3 в указанном порядке. При проверке времени задержки, также как и при имитации частоты вращения двигателя, необходимо соединить точки проверки TP1 и TP2 перемычкой. Светодиод показывает переключение реле.

4 Неисправность измерения частоты вращения/электропитания. Регулировка данной функции зафиксирована. Если частота одного из входов отсутствует или меняется между каналами, срабатывает сигнализация по неисправности тахометра. В аварийной ситуации реле выполняет переключение, и между зажимами 55 и 57 создается открытый контур. Обесточение системы вызывает такое же действие.

5 Точки проверки. Точки проверки TP1 и TP2: Пуск встроенного осциллятора проверки выполняется путем замыкания точек, например, маленькой отверткой (при этом кабель датчика должен быть отсоединен). Осциллятор проверки можно использовать всегда при необходимости для имитации показания частоты вращения двигателя.

Точка проверки TP3: Точка проверки эталонного напряжения для регулирования уровня переключения реле системы ограничения топливоподачи.

Точка проверки TP4: Внутреннее заземление (0 В постоянного тока).

Плата измерения частоты вращения двигателя (C2)

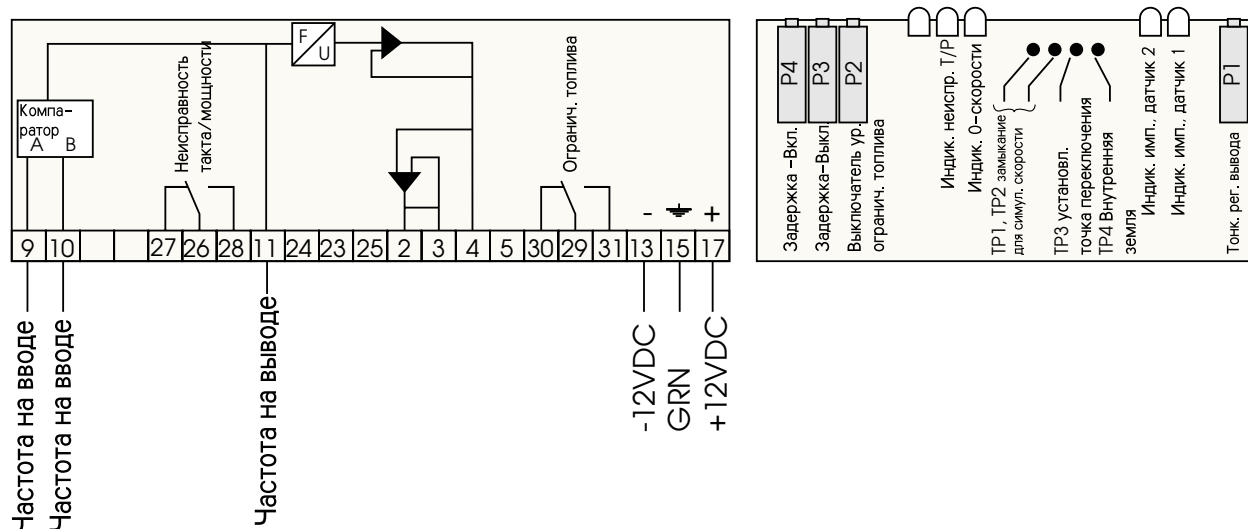


Рис. 23-7

202363r9335



Техническая спецификация

Размеры: 80 x 100 мм

Температура окружающей среды: -25...+80°C

Вход:

Диапазон частоты: 0... 8000 гц

Тип сигнала: пик 12 В прямоугольный

Питающее напряжение: 12 В пост.тока

Расход тока: Макс. 2x80 мА

Выход:

Напряжение: 0 – 10 В пост. тока

..... Макс. 15 мА, защищено от короткого замыкания

Пульсация: <20 мВ в полном масштабе

Частота: пик 12 В на зажиме 13

Релейная функция:

Точка переключения: 0 – 100 % от измеряемого диапазона
 Задержка: 0.1 – 30 с задержки включ./выключ.
 Контакт: 1 переключающий контакт
 Макс 220 В перем.тока/2 А/110 ВА

23.2.3.3 Релейная плата I (C3)

a)

Принцип работы, описание управляющих функций. Аналоговый сигнал частоты вращения из платы (C2) измерения частоты вращения двигателя внутренне подключен к релейной плате. Плата снабжена тремя независимыми реле, имеющими по два переключающих контакта. Сигнал частоты вращения подается на три компаратора на плате, которые определяют зависимость от частоты вращения точку переключения каждого реле. Таким образом реле могут быть индивидуально настроены.

Два из реле имеют регулируемую задержку. Реле не фиксирующиеся. В каждом реле светодиод показывает функционирование реле.

Три реле релейной платы I обеспечивают следующие действия на дизельном двигателе:

Реле **n1** настроено на 300 об/мин. Один из двух контактов данного реле управляет непосредственно счетчиком часов работы двигателя. Когда реле функционирует, оно подключает питание 24 В постоянного тока (110 В пост.тока) к счетчику часов работы. Вторым контактом данного реле подключен к системе автоматизации дизеля. В системе автоматизации этот контакт показывает функцию “двигатель работает”. В системе автоматизации такие функции, как управление насосом предварительной прокачки, блокировки сигнализации и пуска, происходят в соответствии с состоянием данного реле.

Реле **n2** настроено на 115 об/мин и имеет настроенную задержку выключения 20 с. Это реле управляет пневматическим стартером двигателя. Задержка выключения позволяет нового пуска пока двигатель не полностью остановлен.

Реле **n3** настроено на 15 % выше номинальной частоты вращения, см. раздел 06, подраздел 06.1. Это реле управляет электропневматическим предельным выключателем двигателя. Данное реле имеет немедленное срабатывание, установка времени задержки невозможна. Вторым контактом данного реле подключен к щиту сигнализации для сообщения о срабатывании предельного выключателя.

- b)** Регулировка. Точка переключения реле регулируется подстроечными потенциометрами Р601–Р603. Точки проверки ниже показывают действительную величину настройки выключателей частоты вращения. Для регулировки задержки имеются два подстроечных потенциометра: Р604, Р605. Соотношение всех реле, подстроечных потенциометров и точек проверки платы показано в таблице ниже:

Реле	Точка перекл	Точка проверки.	Задержка
н1	Р601	ТР1	Р604
н2	Р602	ТР2	Р605
н3	Р603	ТР3	

Все реле точно настроены на заводе. Однако, если по какой-нибудь причине требуется изменение, его возможно делать. Действительная точка переключения реле (измеренная по точке проверки данного реле) определяется по следующему соотношению:

$$У_{ТП4} \text{ шЖ ДЦщ} = \frac{\text{десиред спеед (rpm) в 10 Ж ДЦ}}{1500 \text{ (rpm)}}$$

Время задержки реле н1 и н2 можно тоже перенастроить. Для справочного времени задержки нет точки проверки. Справочное значение можно, однако, измерить по среднему штифту потенциометра, который отрегулирован.

Релейная плата С3

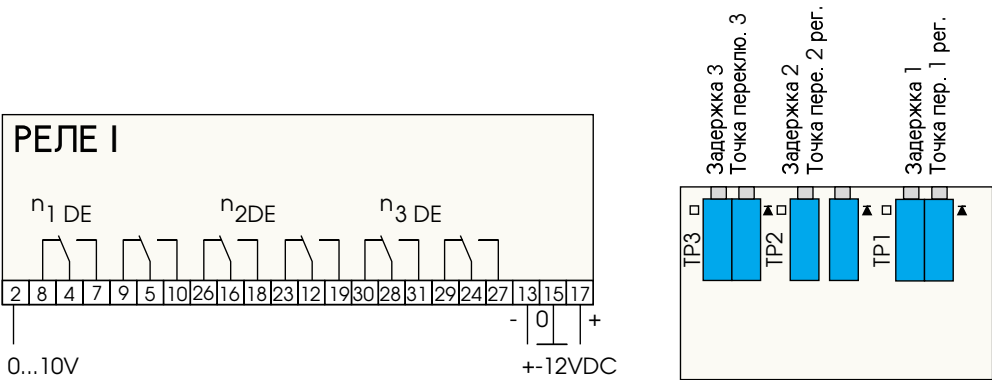


Рис. 23–8

202373r9335

- с)** Техническая спецификация
- Размеры: 80 в 100 мм
- Ам Температура окружающей среды: –25...+80°С
- Входы:
- Питающее напряжение: 12 В пост. тока
- Расход тока.: Макс. 60 мА
- Управляющее напряжение: 0 –10 В пост. тока

Выходы:

Три задержки, каждая имеет два контакта переключения:

Точка переключения: 0 – 100 % от диапазона измерения

Задержка: 0 – 30 (только реле n1, n2)

Контакты: 0.3 А при 110 В пост.тока
. 1.0 А при 24 В пост.т

23.2.3.4 Плата (С4) измерения частоты вращения ГТН

a) Принцип работы: В данной плате синусоидальный сигнал от датчика частоты вращения ГТН усиливается и преобразуется в прямоугольный сигнал перед тем, как он преобразуется в пропорциональный частоте вращения сигнал 0...10 В постоянного тока. Это напряжение буферизуется и поступает на местные и дистанционные приборы-индикаторы частоты вращения ГТН. Для двигателя "Вартсила" 20 диапазон измерения частоты вращения турбонагнетателя составляет 0–60000 об/мин. 60000 об/мин соответствует частоте 2000 Гц на датчике частоты вращения, а данная частота преобразуется в 10 В постоянного тока на плате. Также имеется отдельный выход частоты. В однорядных двигателях плата одноканальная, а в V-образных двигателях плата двухканальная.

b) Регулировка: Плата точно настроена. Однако, если требуется перенастройка, это можно делать подстроечными потенциометрами P701 (= nTS1) и P711 (= nTS2). При повороте потенциометра по часовой стрелке выход увеличивается и наоборот.

Плата С4 ГТН

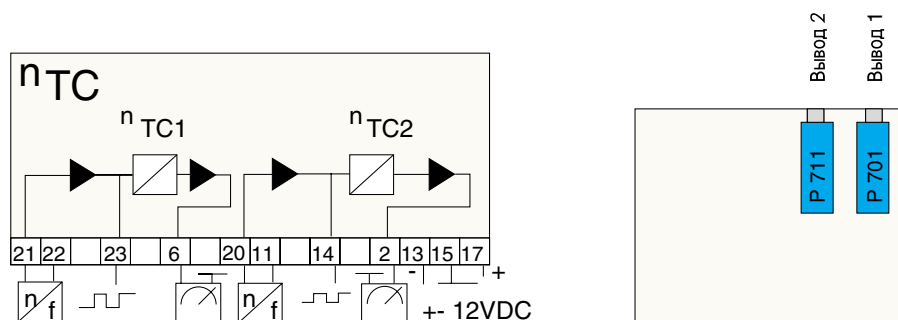


Рис. 23-9

202374r9335

c) Техническая спецификация

Размеры: 80 x 100 мм

Температура окружающей среды: –25...+80°C

Вход(ы):

Диапазон частоты: 0 – 8000 Гц

Тип сигнала: 100 мВ от пика до пика синус

Входное напряжение: 12 В пост. тока

Расход тока: макс. 35 мА

Выход(ы):

Напряжение: 0 – 10 В пост.тока
..... макс. 15 мА, защищено от короткого замыкания
Нелинейность: 0.1 %
Коэффициент температуры: 0.03 %/К
Частота: 12 от пика до пика
..... макс. 10 мА, защищена от короткого замыкания

23.2.4 Датчик частоты вращения двигателя

a) Принцип работы: Частота вращения двигателя измеряется индукционным, бесконтактным датчиком типа РНР и получает питание 12 В пост. тока от системы "СПЕМОС". Третий проводник – выход импульсов, пропорциональных частоте вращения двигателя. Уровень выходного напряжения импульса варьируется между двумя зафиксированными уровнями: 0 В и 12 В постоянного тока.

Электронная часть датчика залита смолой в трубчатом корпусе из никелированной латуни с наружной резьбой размером М18 х 1.5 мм. Включение 3-проводникового кабеля выполняется с помощью четырехполюсного контактного устройства типа Euchner BS4.

b) Монтаж датчика Коленвал двигателя проворачивают до такого положения, что вершина зуба видна в середине отверстия под датчик. Датчик ввертывается тщательно до упора вручную. Затем его вывертывают прибл. на 1,5 оборота до получения зазора 2,0 – 2,5 мм и аккуратно затягивают контргайку гаечным ключом.

Внимание!

Установка датчика при работающем двигателе не допускается.

Датчик частоты вращения двигателя

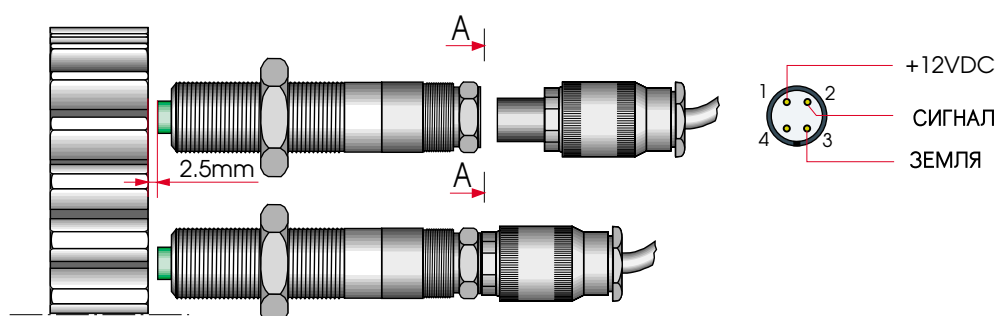


Рис. 23-10

202364r9335

23.2.5 Датчик частоты вращения ГТН

- a)** Принцип работы : Частота вращения турбоагнетателя измеряется магнитным датчиком и поэтому не требует питающего напряжения. Датчик вмонтирован в крышку корпуса подшипников турбоагнетателя. Два паза на внешней поверхности уплотнительного диска генерируют импульсы в датчике частоты вращения, проходя мимо чувствительного элемента датчика при работающем ГТН. Пропорциональный частоте вращения ГТН сигнал от датчика подключен к плате (С4) измерения частоты ГТН.
- b)** Монтаж датчика ГТН типа "TPS", см. Рис 23-11. Датчик ввертывается тщательно до упора до момента 15 Нм. Необходимо обеспечить правильную длину датчика. Длина датчика зависит от типа ГТН согл. таблице ниже:

Датчик частоты вращения ГТН типа "TPS"		
Тип ГТН	Размер "А" по Рис 23-11	Импульсы
ТПС 48	60 мм	2
ТПС 52	60 мм	2
ТПС 57	90 мм	2

Внимание!

Установка датчика не допускается при работающем двигателе.

Датчик частоты вращения ГТН типа "TPS"

1. Пробка
2. Датчик частоты вращения
3. Корпус подшипника
4. ЗУплотняющий диск

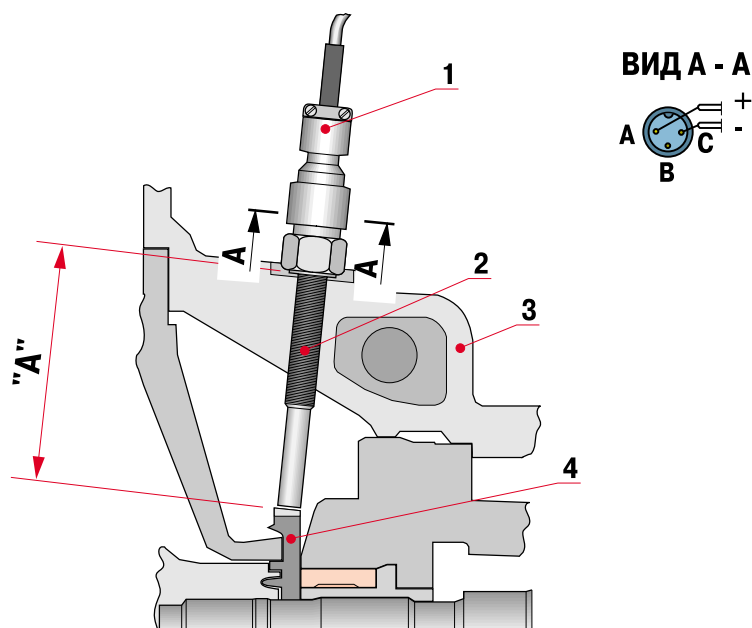


Рис. 23-11

202387r9911

- с)** Установка датчика ГТН типа "NAPIER", см. Рис 23-12. Датчик ввертывается тщательно до упора вручную, после чего он вывертывается примерно на 0,5 оборота для получения зазора 0,7 мм. Стопорная шайба затягивается стопорными болтами.

Внимание!

Установка датчика при работающем двигателе не допускается.

Датчик частоты вращения ГТН типа "NAPIER"

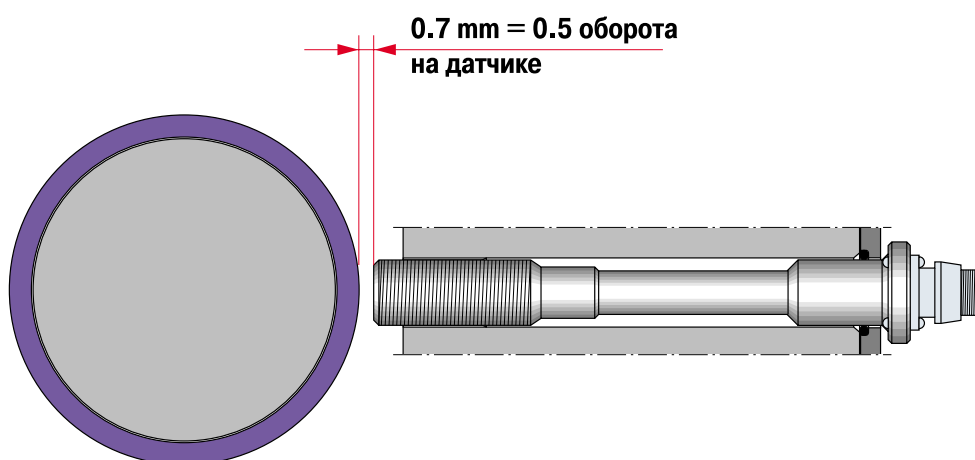


Рис. 23-12

202386r9911

23.2.6 Схема устранения неполадок

1. Плата питания

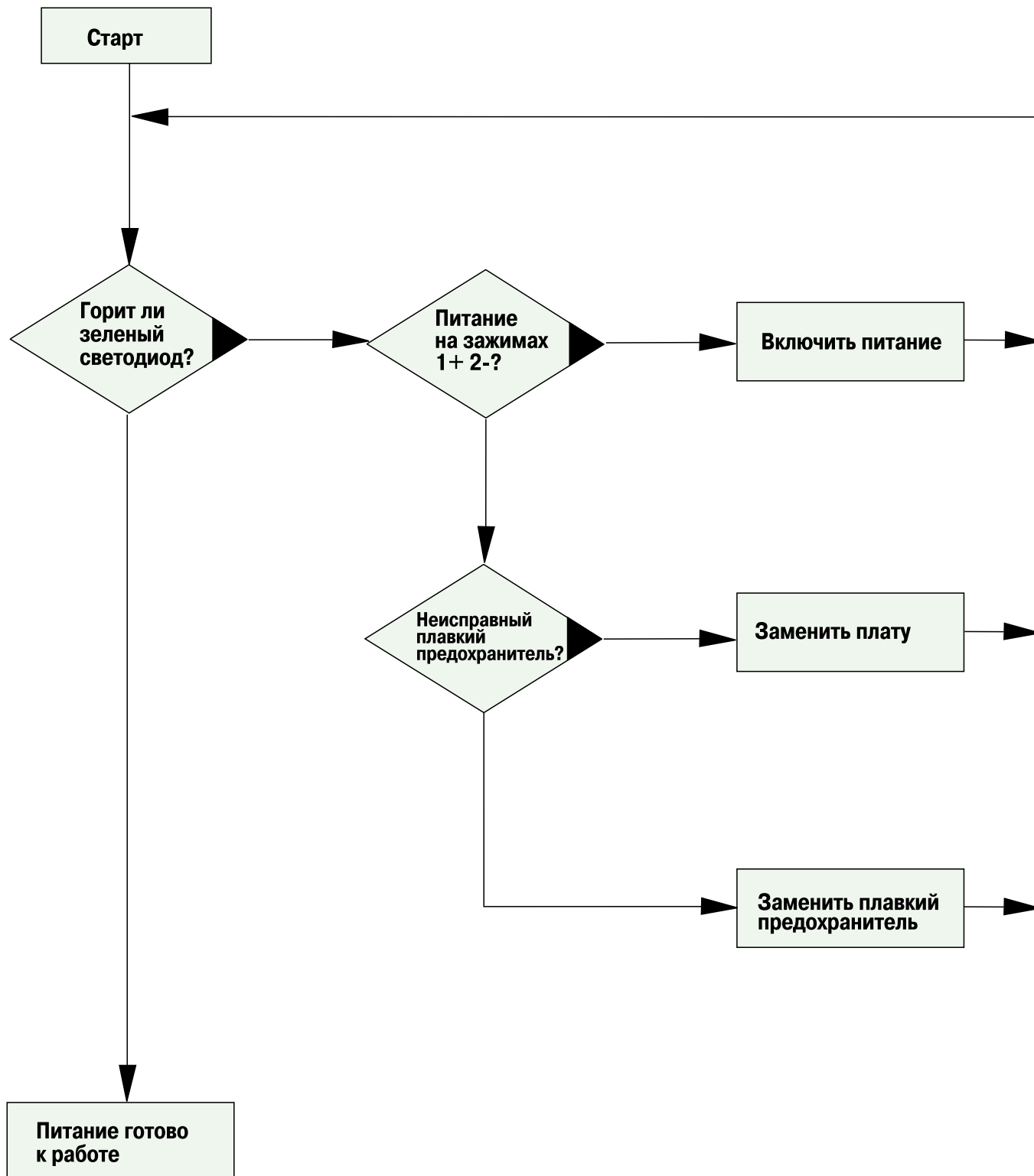


Рис. 23-13

202377r9450

2. Плата измерения частоты вращения двигателя

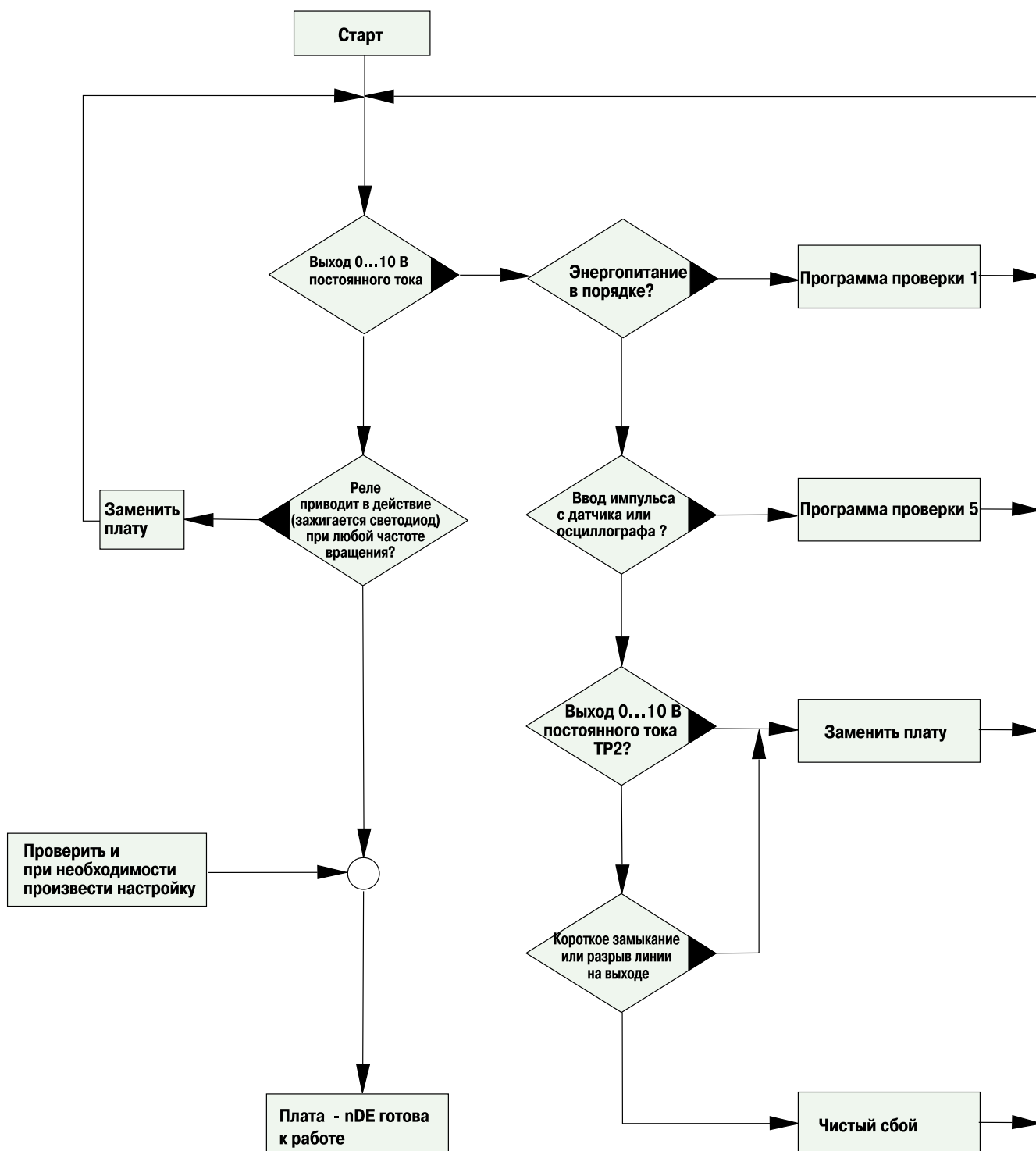


Рис. 23-14

202378r9335

3. Плата реле

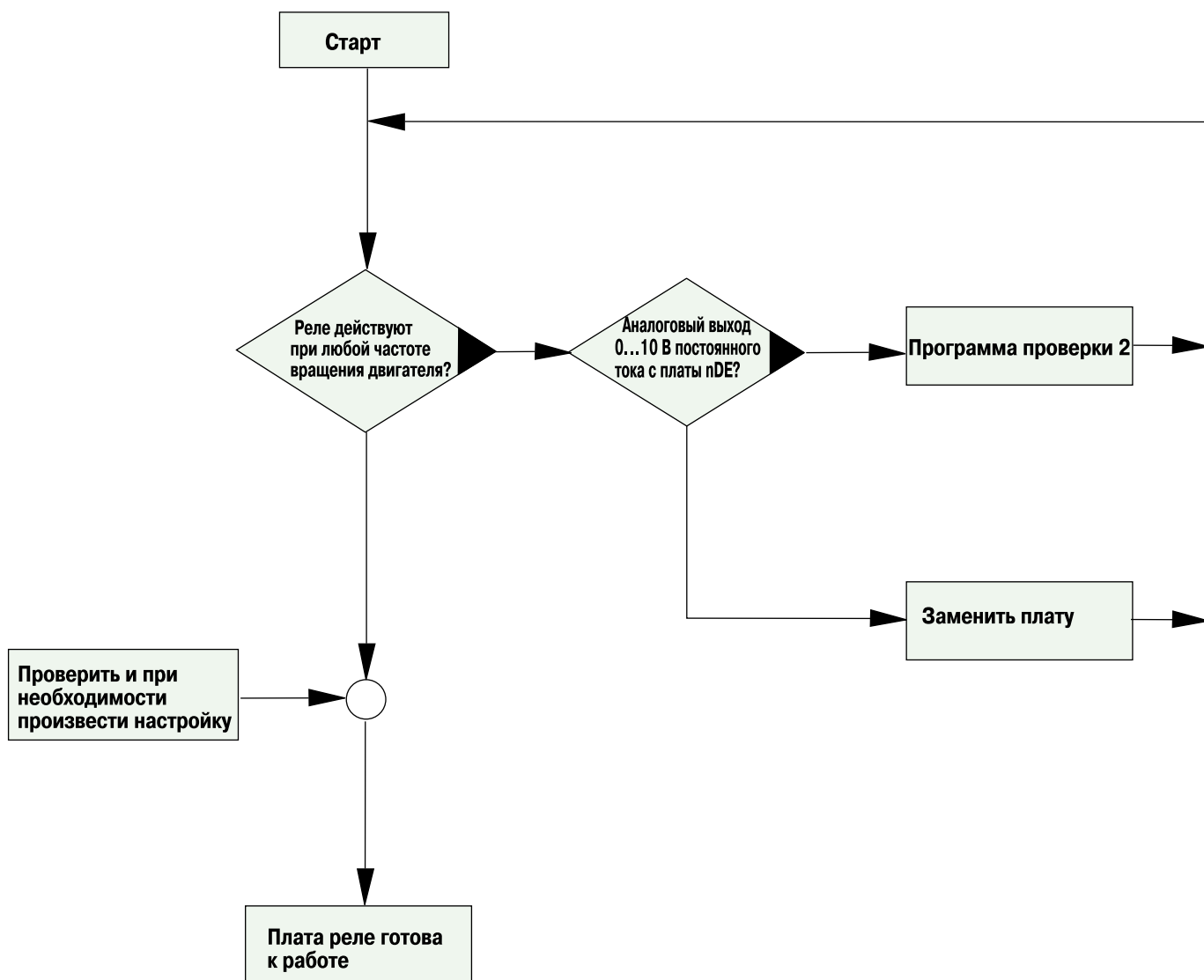


Рис. 23-15

202379r9335

4. Плата измерения частоты вращения ГТН

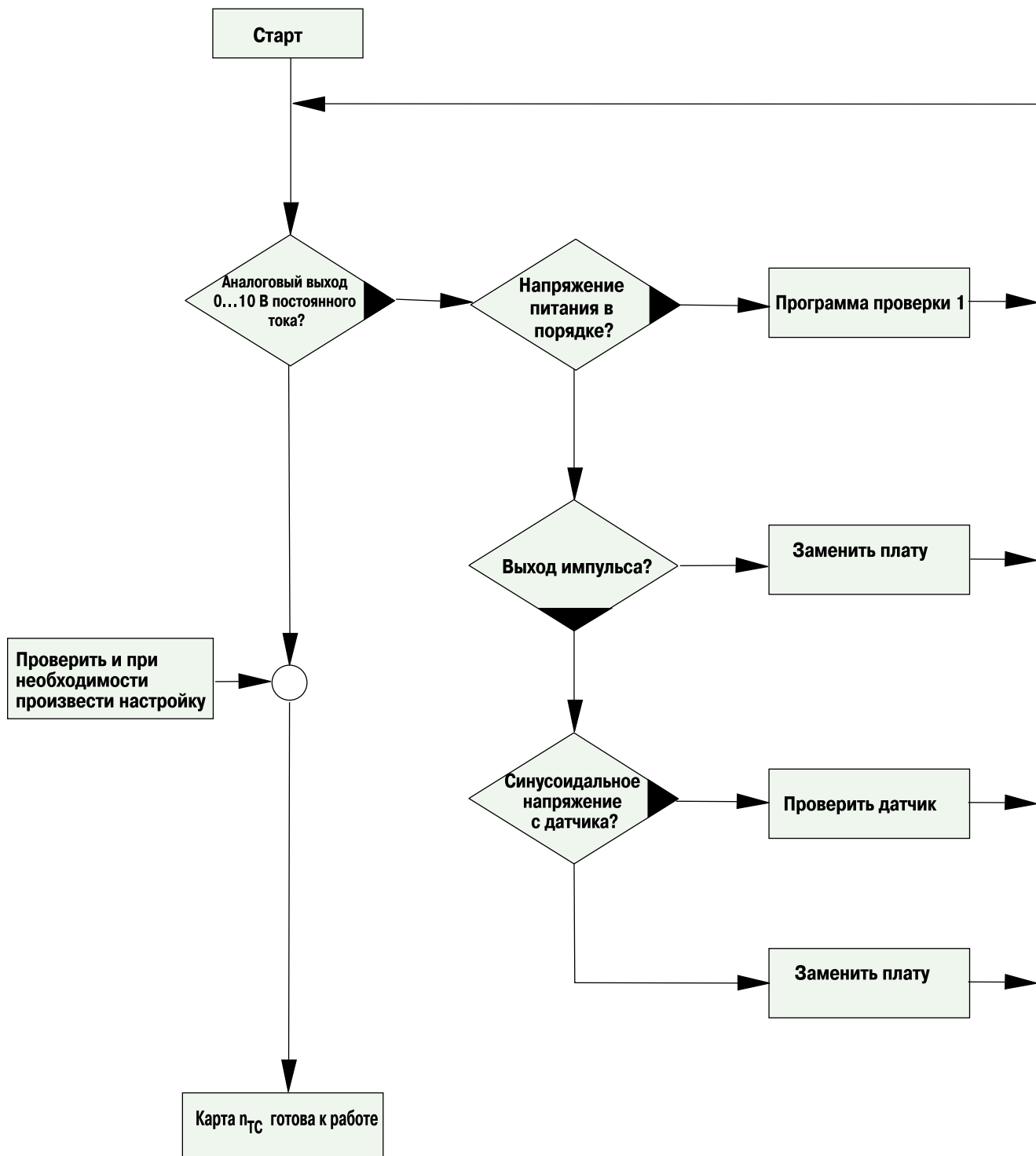


Рис. 23-16

202380r9352

5. Датчик частоты вращения двигателя

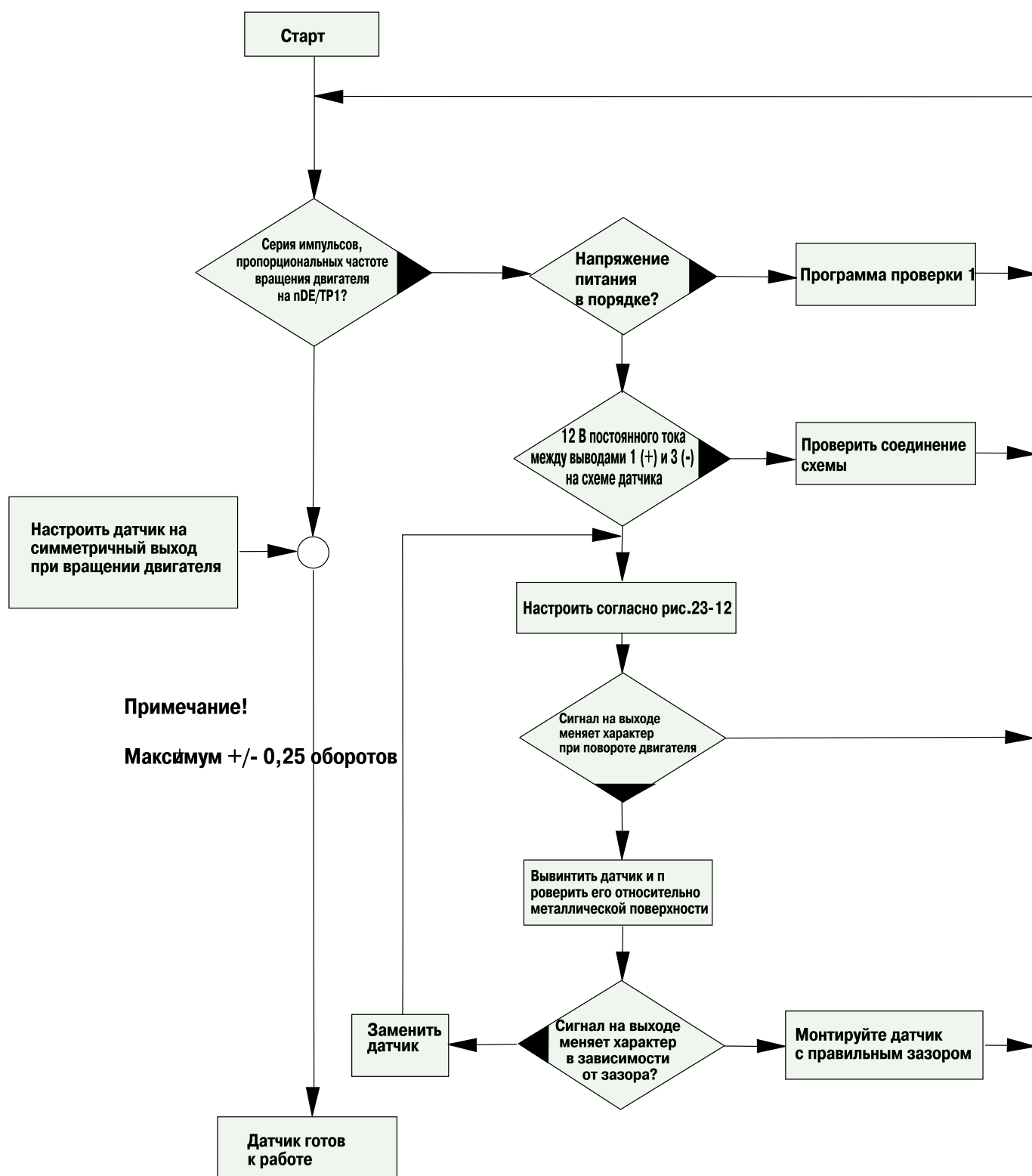


Рис. 23-17

202381r9450

23.3

Уход за электрическими контактами

Для обеспечения как можно более длительного срока службы электроконтактных поверхностей, нормальной работы контактов во всех условиях эксплуатации и сохранения высокого уровня надежности системы WECS учесть следующее:

При техобслуживании следует всегда использовать специальные смазочные вещества для электрических контактов. Для наилучшего результата контактные поверхности рекомендуется отчистить специальным средством для очистки электрических контактов перед нанесением смазочного вещества.

Смазочные вещества для электрических контактов представляют собой специальные консистентные смазки и масла, сокращающие трение и способствующие работоспособности электропроводных металлических поверхностей контактов выключателей и переключателей. Они дополнительно обеспечивают нейтральное значение pH на поверхностях и служат таким образом антикоррозионной защитой.

Примечание!

До использования прочитайте описание продукции!

Предупреждение!

Для предотвращения электрического удара или возможного пожара необходимо перед нанесением смазочных веществ для электрических контактов выключить напряжение. Убедиться в том, чтобы плюсовые и минусные контакты были нормально изолированы. Неосторожность при работе может привести к короткому замыканию, возникновению дуги или удару.

"Вартсила" рекомендует обработку поверхностей электрических контактов выключателей и переключателей смазочным веществом для электрических контактов регулярно через каждые 2000 – 4000 часов работы двигателя или каждые 6 месяцев. Смазочные консистентные смазки для электрических контактов, приведенные в перечне ниже, можно заказать у "Вартсила".

Рекомендуемые вещества:

- Електролубе СГБ20С 20 мл Сиринге, деталь № 387 022.
Данная консистентная смазка рекомендуется для контактных поверхностей главных контактов электронного оборудования и датчиков. Активное вещество то же, как и в марке SGB200D, а в другом составе, т.е. в виде смазки вместо аэрозоля.
- Електролубе СГБ200Д 200 мл Аеросол (Фламмабле), (огнеопасный), деталь № 387 021.
Данный аэрозоль рекомендуется для контактных поверхностей главных выключателей электронных систем ("СМУ", "ДЦУ", "РМ", "МЦУ" и детектора масляного тумана). Так как имеется в виду аэрозоль, следует учесть специальные требования касательно транспортировки и хранения.
- Цхемтроницс ЦВ7100 6.5 г Сиринге, деталь № 387 023.
Это консистентная смазка (паста) для тяжелых условий работы. Ее электропроводимость высокая, благодаря 100 %-ного серебряного наполнителя. См. предупреждение ниже. Рекомендуется применение на особенно требовательных поверхностях контактов датчиков и

силовых контактов, где смазки типа SGB оказываются недостаточными.

Осторожно!

Следует соблюдать особую осторожность при работе с данным смазочным веществом в связи с ее высокой электрической проводимостью, легко приводящейся к короткому замыканию или замыканию на землю, если не соблюдается правильная технология работы. Наносить непосредственно на контактную поверхность в маленьком количестве.
