



(V, VI)

Двигатели типа 50-98 MC

Издание 40С - 1995

Эксплуатация

Инструкция по эксплуатации двигателей 50-98 MC

Общее издание 40С

В связи с постоянным развитием наших дизелей настоящая инструкция предназначена для применения к нашим двигателям типов:

50-98 MC

Различные системы поясняются на основе стандартных систем, хотя каждый конкретный двигатель изготавливается по контрактной спецификации для соответствующей установки, т.е. информация настоящей брошюры служит только для ориентировки.

Все ссылки на эту инструкцию должны включать название, N издания и, возможно, N страницы.

Пример: Инструкция по эксплуатации, Издание 40С, страница 701.09-40С.

Для конкретного двигателя следует также оговаривать название судна, номер двигателя и изготовителя двигателя.

Дальнейшие сведения могут быть найдены в:

- Установочных чертежах по установке
- Инструкции по эксплуатации Том I
- Инструкции по обслуживанию Том II
- Инструкции Том III Техническое описание компонентов

для соответствующего двигателя

Настоящая инструкция является предметом защиты авторских прав. Брошюра не должна полностью или частично копироваться, репродуцироваться, публиковаться или иным образом делаться достоянием третьей стороны без письменного согласия на это от MAN B&W Diesel A/S.

MAN B&W Diesel A/S

Tegholmegade 41 Teleph. : +45 33 85 11 00
DK-2450 Copenhagen Telex : 16592 manbw dk
Denmark Telefax : +45 33 85 10 30

Для Заметок

Содержание

Настоящая инструкция разделена на **девять Глав** и **Указатель**, как перечислено ниже:

Глава	Наименование
701	Меры Безопасности и Основные Данные Двигателя
702	Проверки Дизеля, Выведенного из Эксплуатации
703	Пуск, Управление и Работа Двигателя
704	Особые Условия Эксплуатации
705	Топливо и Топливоподготовка
706	Оценка Параметров Двигателя и Эксплуатация
707	Состояние Цилиндра
708	Подшипники и Циркуляционное Масло
709	Системы Охлаждающей Воды
710	Алфавитно-Предметный Указатель

Каждая **Глава** подразделена на самостоятельные разделы и подразделы. Для удобства основные заголовки и темы обобщены на первой(ых) странице(ах) каждой главы.

Сервисные Письма

Для обеспечения наиболее эффективной, экономичной и современной эксплуатации двигателей MAN B&W, мы и наши лицензиаты регулярно рассылает "Сервисные Письма", содержащие информацию из первых рук, в отношении накопленного опыта эксплуатации.

Сервисные Письма могут либо относиться к конкретным типам двигателей, либо содержать общие инструкции и рекомендации для всех типов двигателей, и используются в качестве исходных данных при подготовке нами пересмотренных изданий инструкции.

Поэтому, поскольку *новые Сервисные Письма* могут иметь большое значение для эксплуатации установки, мы рекомендуем обслуживающему персоналу подшивать их для дополнения соответствующих глав *настоящей инструкции*.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЯ

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Меры безопасности	
Общее	701.01
Особые опасности: Меры предосторожности	701.01
Чистота в машинном отделении	701.01
Противопожарные меры	701.01
Порядок, аккуратность	701.01
Запасные части	701.02
Освещение	701.02
Низкие температуры - замерзание	701.02
Проверка и обслуживание	701.02
Доступ в картер или цилиндр	701.02
Валоповоротный механизм	701.02
Медленное проворачивание	701.02
Прощупывание узлов трения	701.02
Уплотнительные материалы	701.02
Основные данные	
Рекомендуемые уставки АПС и измеряемые величины	701.03-701.15
Регулировки на испытательном стенде	701.16
Результаты стендовых испытаний	(бланки)
Иллюстрации	
Измерительные приборы, идентификация	70101
Термометры	70102
Манометры	70103
Расположение основных точек замеров	70104-70106
Приборы управления	70107
Трубопроводы для основных манометров и реле	70108

Для Заметок

Marine Technical Library – <http://vk.od.ua/marinelibrary>
*Manufacturer's instructions, Spare parts code books, Workshop manuals
for your success marine business*

Меры Безопасности

Общее.

Правильная эксплуатация и обслуживание являются решающими в обеспечении оптимальной безопасности в машинном отделении. Поэтому общие меры, перечисленные здесь, должны неукоснительно выполняться обслуживающим персоналом машинного отделения.

Особые опасности: меры предосторожности.

Не находитесь под нагруженными подъемными кранами.

Проявляйте осторожность при открывании кранов, так как выбросы горячей жидкости или газов могут вызвать ожоги.

Заранее продумайте, где может пройти выброс жидкостей, газов или пламени, и остерегайтесь.

При разборке узлов возможно освобождение ("выстреливание") пружин.

Во время демонтажа форсунок или клапанов цилиндровой крышки топливо или масло могут попасть на головку поршня. Если головка поршня еще горячая, может произойти взрыв и выбрасывание клапана.

При опрессовке форсунок не прикасайтесь к отверстиям распылителей, так как струя топлива может вызвать травму.

Чистота в машинном отделении.

Содержите в чистоте машинное отделение как над настилом, так и под ним.

Если есть вероятность попадания песка и пыли в машинное отделение при стоянке судна в порту, рекомендуется вентиляторы остановить, а вентиляционные каналы, иллюминаторы и двери машинного отделения закрыть.

Сварка или другие работы, которые могут вызвать выделение песка или шлифовальной пыли, не должны выполняться вблизи двигателя, если он не защищен, а фильтры на впуске воздуха к турбонагнетателям не закрыты.

Наружные поверхности двигателя должны содержаться в чистоте, а окраска поддерживаться, чтобы протечки могли быть легко обнаружены.

Противопожарные меры.

Не производите сварку или использование открытого огня в машинном отделении, пока не убедитесь, что в нем нет взрывоопасных газов, паров или жидкостей.

Если картер открывается до того, как двигатель полностью остыл, сварка и использование открытого огня могут вызвать взрыв и пожар.

То же относится к ревизии цистерн для нефтепродуктов, а также пространства ниже настила.

Кроме того, обратите внимание на опасность использования красок и растворителей с низкой температурой вспышки.

Пористые изолирующие материалы, пропитавшиеся маслом от утечек, легко воспламеняются и подлежат замене.

Смотри также разделы "Пожар в полости продувочного воздуха" и "Пожар в картере", глава 704 и "Уплотняющие материалы" в настоящей главе.

Порядок, аккуратность.

Ручной инструмент должен располагаться на легкодоступных панелях (щитах). Специальные приспособления должны крепиться в машинном отделении вблизи от участков, где они используются.

Ничего не оставляйте незакрепленным и содержите настил и проходы чистыми и незагроможденными.

Запасные части.

Крупные запасные части по возможности должны находиться вблизи от участков, где они используются, хорошо закрепленными и быть доступными для крана.

Все запасные части для дизеля должны быть защищены от коррозии и механических повреждений. Состояние запасных частей периодически проверяйте и своевременно производите пополнение.

Освещение.

В машинном отделении в надлежащих местах должны быть установлены источники постоянного света и кроме того, везде должно быть доступно переносное освещение лампами. Для осмотра через продувочные окна должны использоваться специальные лампы.

Низкие температуры - замерзание.

В случае вероятности замерзания слейте охлаждающую воду из двигателя, насосов, охладителей и трубных систем.

Проверяйте и поддерживайте

Состояние измерительного оборудования, фильтрующих элементов и смазочного масла.

Доступ в картер или цилиндр

Убедитесь, что валоповоротный механизм находится в зацеплении даже у причала, т.к. волны, идущие от других судов, могут вызвать проворачивание винта, а отсюда и двигателя.

Проверяйте заранее, что закрыт подвод пускового воздуха к двигателю и воздухораспределителю.

В случае сигнала детектора масляного тумана перед открытием картера примите меры предосторожности (см. Главу 704. "Пожар в картере").

Валоповоротный механизм

Перед вводом в зацепление валоповоротного механизма проверьте: перекрыт ли воздух на дизель и открыты ли индикаторные краны.

Когда валоповоротный механизм находится в зацеплении, проверьте, что индикаторная лампа "валоповоротный механизм в зацеплении" горит.

Медленное проворачивание

Если двигатель был остановлен более, чем на 30 мин., непосредственно перед пуском медленно проверните двигатель, чтобы убедиться в свободном вращении двигателя, см, главу 703.

Прощупывание узлов трения

После ремонта или замены узлов движения, подшипников и т.п., следуйте указаниям "Последовательностьощупывания" (Глава 703, поз.3.2, "Проверка 9") с целью своевременного обнаружения горячих участков, образования масляного тумана, прорыва газов или неисправностей в системах смазки и охлаждения и т.д..

Произведите тщательный осмотр дизеля через 10-15 минут после начала работы, затем через 1 час и сразу же после того, как двигатель начал работать на полной нагрузке. См. Главу 703, позицию 3.2, "Проверка 9".

Уплотняющие материалы

При замене уплотнительных колец ("O-rings") и других резино-пластических уплотнительных материалов, которые подвергаются **чрезмерно высоким температурам**, пользуйтесь перчатками.

Эти материалы обладают **разъедающим действием** и к ним не следует прикасаться незащищенными руками.

Перчатки должны быть изготовлены из неопрена или ПВХ. И использованные перчатки выбросите.



Общая основа для рекомендуемых величин

Значения, представленные в настоящем перечне, относятся к точке выбора режимов L, (Номинальная максимально длительная мощность).

Величины должны использоваться только в качестве руководства в связи с "Перечнем характеристик вспомогательных систем" для определения размеров вспомогательных систем и не должны применяться для определения количества сигнализаторов и действий.

Номера позиций относятся к чертежам, иллюстрирующим количество и размещение на двигателе датчиков для стандартной сигнализации и индикации, если на двигателе установлено оборудование сигнализации. В части датчиков, установленных в системах, вне двигателя, см. фактическое расположение трубопроводов в соответствующих главах.

Если на двигателе установлено специальное оборудование, некоторые величины могут отличаться от настоящего перечня. Точные величины в таких случаях берутся из Инструкции.

Уровень снижения частоты вращения системой защиты двигателя соответствует 40% номинальной частоты вращения при МДМ.

Двигатели со спецификационной и оптимизированной пониженной мощностью могут иметь иные нормальные эксплуатационные значения в зависимости от выбранной мощности/частоты вращения и применения.

Для двигателей с пониженной мощностью следует использовать результаты стендовых/ходовых испытаний.

NB: Необходимо обращать внимание на уровни температур, приведенные под номерами 340 до 348 (включ.), т.к. указаны две разные величины, одно значение **для температуры металла**, а другое **для температуры масла на выходе**.

При определении пределов уставок, для возрастающего параметра должны устанавливаться максимальные пределы, а для убывающего - минимальные пределы.



N поз.	Сим-вол	t = температура в °C p = избыточн. давление в бар Δp = перепад давления в бар	об = об/мин п = поток у = уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
300	p	Подъемное устройство задействовано		0	2.0			
301	y	Утечка топлива из трубок высокого давления			a)			
302	t	Топливо после фильтра		T b)				
303	t	Топливо после фильтра		10-15 cСт c)				
303A	v	Топливо после фильтра			20 c)			
304	v	Топливо после фильтра				7 c)		
305	p	Топливо после фильтра d)		7-8				
306	p	Топливо после фильтра d)				6.5		
307	p	Топливо перед фильтром				6.5		
311	t	Циркуляционное масло на входе		40-50				
312	t	Циркуляционное масло на входе			55			
313	t	Циркуляционное масло на входе				35		
314	t	Циркуляционное масло на входе					60	
315	t	Циркуляц. масло на выходе из двигателя (на входе в маслоохладитель)		50-60				
316	t	Циркуляц. масло на выходе из двигателя (на входе в маслоохладитель)			65			
317	t	Масло охлаждения поршней на выходе		50-65				
318	t	Масло охлаждения поршней на выходе			75			
319	t	Масло охлаждения поршней на выходе					75	
		a) См. Том III, Главу 909. "АПС об утечке топлива"						
		b) Работу вискозиметра можно проверить по замерам температуры. Что касается подогрева топлива см. илл. 70506						
		c) Вязкость контролируется и сигнал АПС выдается с помощью датчика, встроенного в вискозиметр. Для вискозиметра без встроенного датчика сигнал макс./мин. вязкости можно использовать взамен термореле. Термореле настраиваются на вязкость 20 cСт и 7 cСт соответственно.						
		d) Максимальная вязкость топлива 700 cСт при 50 °C.						



Рекомендуемые пределы сигналов и измеряемые величины
(при макс. длительной мощности двигателя на установившемся режиме)

701.05-40
Стр. 3(13)

N поз.	Сим-вол	t = температура в °C p = избыточн. давление в бар Δp = перепад давления в бар	об = об/мин п = поток y = уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
320	п	Масло охлаждения поршней на выходе				нет потока		
321	п	Масло охлаждения поршней на выходе					нет потока	
326	р	Масло охлаждения поршней на входе а) При остановленном двигателе: S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90 При работе двигателя (МДМ): S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90		1.6 } 1.9 } 2.1 } b) 2.2 2.5 2.7				
327	р	Масло охлаждения поршней на входе а) S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90				1.4 1.7 1.9		
328	р	Масло охлаждения поршней на входе а) S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90					1.0 1.3 1.5	
330	р	Циркуляц. масло на входе в рамовые подшипники а) При остановленном двигателе: S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90 При работе двигателя (МДМ): S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90		1.6 } 1.9 } 2.1 } b) 2.2 2.5 2.7				
331	р	Циркуляц. масло на входе в рамовые подшипники а) S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90				1.2 1.5 1.7		
		<p>а) Измеряется по манометру, расположенному на высоте 1800 мм от оси коленчатого вала.</p> <p>б) Для насосов смазочного масла центробежного типа, давление при остановленном двигателе будет примерно на 0,2 бар выше. (Разница в давлениях при остановленном и работающем двигателе вызывается главным образом влиянием пульсаций, особенно в полости охлаждения поршня).</p>						



N поз.	Сим-вол	t =температура в °С p =избыточн. давление в бар Δp =перепад давления в бар	об =об/мин п =поток у =уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
334	p	Циркуляц. масло на входе в рамовые подшипники и в упорный подшипник а) S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90					МИН. 1.0 1.3 1.5	
335	p	Циркуляц. масло на входе в рамовые подшипники и в упорный подшипник а) S50-60 K/L50-60-70 S70 K/L80 S80 K/L90 Если к подшипникам ТН подается масло из системы смазки двигателя или от отдельной системы, предусмотрена немедленная остановка вспомогат. воздуходувок при отключении масла.					МИН. 0.8 1.1 1.3	
340	t	Температура металла рамовых подшипников Температура масла на выходе из рамовых подшипников		50-60 b)				
341	t	Температура металла рамовых подшипников Температура масла на выходе из рамовых подшипников Температура масла на выходе из рамовых подшипников, отклонение от средней			70 60 + 5	- 5		
342	t	Температура металла рамовых подшипников Температура масла на выходе из рамовых подшипников, отклонение от средней					макс. 70 ±7	
343	t	Температура металла мотылевых подшипников Температура масла на выходе из мотылевых подшипников		50-60 b)				
344	t	Температура металла мотылевых подшипников Температура масла на выходе из мотылевых подшипников Температура масла на выходе из мотылевых подшипников, отклонение от средней			70 60 + 5	- 5		
345	t	Температура металла мотылевых подшипников Температура масла на выходе из мотылевых подшипников, отклонение от средней					макс. 70 ±7	
346	t	Температура метала крейцкопфных подшипников Температура масла на выходе из крейцкопфных подшипников а) Замеренное манометром, расположенным на высоте 1800 мм от оси коленвала. б) Устанавливается на ходовых испытаниях.		50-60 b)				



Рекомендуемые пределы сигналов и измеряемые величины
(при макс. длительной мощности двигателя на установившемся режиме)

701.07-40A
Стр. 5(13)

N поз.	Сим-вол	t=температура в °C p=избыточн. давление в бар Δp=перепад давления в бар	об=об/мин п=поток у=уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
347	t	Температура металла крейцкопфных подшипников Температура масла на выходе из крейцкопфных подшипников Температура масла на выходе из крейцкопфных подшипников, отклонение от средней			70 60 + 5	- 5		
348	t	Температура металла крейцкопфных подшипников Температура масла на выходе из крейцкопфных подшипников, отклонение от средней					макс. 70 ±7	
349	t	Сегмент упорного подшипника		55-65				
350	t	Сегмент упорного подшипника			75			
351	t	Сегмент упорного подшипника					макс. 75	
352	t	Сегмент упорного подшипника						макс. 85
355	t	Смазочное масло на входе к распред. валу		40-50				
356	t	Смазочное масло на входе к распред. валу			60			
357	p	Смазочное масло на входе к распред. валу		2.5-3.0 a)				
358	p	Смазочное масло на входе к распред. валу				2.0 a)		
359	p	Смазочное масло на входе к распред. валу						1.5 a)
360	t	Смазочное масло на выходе из распред. вала		b)				
360A	t	Смазочное масло на выходе из распред. вала			70			
361	t	Смазочное масло на входе к распред. валу					60	
365	y	Лубрикаторы цилиндров				низкий уровень		
366	p	Лубрикаторы цилиндров				нет потока		
367	y	Смазочное масло на входе в турбоагрегат				низкий уровень		
369	t	Смазочное масло на выходе из TH MAN		70-90				
370	t	Смазочное масло на выходе из TH MAN			95			
		a) Измеряется на уровне распределительного вала b) Температура на входе плюс 5-6 °C						



N поз.	Сим-вол	t =температура в °C p =избыточн. давление в бар Δp =перепад давления в бар	об =об/мин п =поток у =уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
371	p	Масло на входе в турбоагнетатель MAN		1.3-1.5				
		Если к подшипникам ТН подается масло из системы смазки двигателя или отдельной системы, предусмотрена немедленная остановка вспомогат. воздухоувок при отключении масла.						
372	p	Масло на входе в турбоагнетатель MAN				1.1		
373	t	Масло на входе в турбоагнетатель MAN			55			
374	p	Масло на входе в турбоагнетатель MAN						0.9
375	t	Забортная вода на входе в коллектор		a)				
376	t	Забортная вода на входе в коллектор			40 a)			
377	p	Забортная вода на входе в коллектор			3.5			
378	p	Забортная вода на входе в коллектор				1.0		
379	t	Забортная вода на выходе из воздухоохлаждителя(лей) (ОХНВ)		b)				
380	t	Забортная вода к маслоохладителю(ям)		a)				
381	t	Забортная вода к маслоохладителю(ям)				10 c)		
382	p	Забортная вода, вход		2.0-2.5 c)				
383	p	Пресная вода на входе				0.5 d)		
384	p	Пресная вода на входе в коллектор					0.3 d)	
385	t	Пресная вода на входе в коллектор		65-70				
385A	t	Пресная вода на входе в коллектор				57		
386	p	Пресная вода на входе в коллектор		e)				
387	t	Пресная вода на выходе/цилиндр		80-85				
		a) Температура забортной воды после насоса.						
		b) Перепад температур забортной воды на охладителе не должен превышать 20 °C.						
		c) Измеряется на выходе насоса охлаждающей воды.						
		d) При остановленном насосе охлаждающей воды, уставка для датчика равна статическому давлению плюс заявленное значение.						
		e) Зависит от установки.						



Рекомендуемые пределы сигналов и измеряемые величины
(при макс. длительной мощности двигателя на установившемся режиме)

701.09-40C
Стр. 7(13)

N поз.	Сим-вол	t = температура в °C p = избыточн. давление в бар Δp = перепад давления в бар	об = об/мин п = поток у = уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
388	t	Пресная вода на выходе/цилиндр			90			
389	t	Пресная вода на выходе/цилиндр					95	
390	Δp	Перепад пресной воды на двигателе		0.6				
391	Δp	Перепад пресной воды на двигателе				0.4		
392	Δp	Перепад пресной воды на двигателе					0.2	
393	t	Пресная вода на выходе из ТН		80-85				
394	t	Пресная вода на выходе из ТН			90			
395	у	Пресная вода, деаэрация				при низком уровне		
396	p	Пресная вода на выходе из общего коллектора		2.7-3.1 a)				
401	p	Пусковой воздух на подводе к ГПК		30				
402	p	Пусковой воздух на подводе к ГПК				15		
403	p	Давление управляющего воздуха		7.0				
404	p	Давление управляющего воздуха				5.5		
405	p	Давление воздуха защиты		7.0				
406	p	Давление воздуха защиты				5.5		
407	p	Давление воздуха к пневмомеханизму выпускного клапана		7.0				
408	p	Давление воздуха к пневмомеханизму выпускного клапана				5.5		
409	p	Подвод управляющего воздуха			0.5 b)			
410	p	Подвод воздуха защиты			0.5 b)			
411	p	Наддувочный воздух перед воздухоохладителем		170-210 c)				

a) Если расширительный бак расположен более, чем на 5 метров выше выхода воды из двигателя, добавьте результирующее увеличение статического давления к "нормальной эксплуатационной величине".

b) "Отбой" двигателю (Двигатель остановлен, система подачи воздуха сообщена с атмосферой).

c) Зависит от окружающих условий.



N поз.	Сим-вол	t = температура в °C p = избыточн. давление в бар Δp = перепад давления в бар	об = об/мин п = поток у = уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
412	t	Наддувочный воздух после ОХНВ		a)				
413	t	Ресивер наддувочного воздуха		15 b)				
414	t	Ресивер наддувочного воздуха			55 c)			
414A	t	Ресивер наддувочного воздуха					65 c)	
415	t	Полость ресивера продувочного воздуха (пожарная сигнализация)			120			
416	t	Полость ресивера продувочного воздуха (пожарная сигнализация)					120	
417	p	Ресивер наддувочного воздуха L/S50-60-70-80MC L90MC K80-90MC и MC-C		3.3-3.6 3.2-3.3 3.4-3.5 } d)				
418	p	Ресивер наддувочного воздуха		Замыкает Размыкает	0.55 0.7 e)			
419	p	Ресивер наддувочного воздуха				0.45	e) f)	
420	Δp	Перепад давлений на воздухоохладителе(лях)		g)				
421	Δp	Перепад давлений на воздухоохладителе(ях)			h)			
422	Δp	Перепад давлений на воздушном фильтре ТН (только для ТН ВВС)		g)				
423	Δp	Перепад давлений на воздушном фильтре ТН (только для ТН ВВС)			h)			
		<p>a) Несколько ниже, чем измеренная по поз. N 413.</p> <p>b) Выше температуры забортной воды на входе.</p> <p>c) Отключается во время СТОПа и через 3-5 минут после пуска.</p> <p>d) Значения для МДМ. Зависят от нагрузки.</p> <p>e) Управляет вспомогательными воздуходувками.</p> <p>f) Реле сигнализации размыкается при падении давления до 0,45 бар и замыкается при повышении до 0,56 бар.</p> <p>g) В соответствии с результатами ходовых испытаний.</p> <p>h) При увеличении на 50% по сравнению со значением по поз. 420.</p>						



Рекомендуемые пределы сигналов и измеряемые величины
(при макс. длительной мощности двигателя на установившемся режиме)

701.11-40C
Стр. 9(13)

N поз.	Сим-вол	t =температура в °C p =избыточн. давление в бар Δp =перепад давления в бар	об =об/мин п =поток у =уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
424	p	Выхлопной коллектор L/S50-60-70-80MC L90MC K80-90MC и MC-C		3.15-3.45 3.05-3.15 } a) 3.25-3.33 }				
425	t	Выпускные газы перед ТН S/L-MC K-MC и MC-C		370-425				
426	t	Выпускные газы после клапанов (средняя)		330-390 b)				
427	t	Выпускные газы после клапанов (средняя)			430			
428	t	Выпускные газы после клапанов (средняя)					430	
429	t	Выпускные газы после клапанов,			+50 c)			
430	t	Выпускные газы после клапанов,				-50 c)		
431	t	Выпускные газы после клапанов,					±50 d)	
432	t	Выпускные газы после ТН		230-270 e)				
433	t	Выпускные газы после ТН			320 e)			
433A	t	Выпускные газы после ТН		100- 300 мм вод. ст. f)				
434	y	Уровень воды во влагоуловителе			макс. уров. g)			

- a) Значения для МДМ. Зависят от нагрузки
- b) Эксплуатационные параметры при следующих условиях:
Температура воздуха в машинном отделении: 25 °C
Температура наддувочного воздуха в ресивере: 35 °C
- c) Отклонение от среднего значения.
При работе со средней температурой ниже 200 °C, сигнализация отключается по отклонению.
- d) Отклонение от среднего значения.
При работе со средней температурой ниже 200 °C, сигнализация отключается по отклонению.
- e) Эксплуатационные параметры при следующих условиях:
Температура воздуха в машинном отделении: 25 °C
Температура наддувочного воздуха в ресивере: 35 °C
- f) Максимальное противодавление при МДМ - 350 мм вод. столба.
- g) Ниже влагоуловителя в корпусе охладителя воздуха.



N поз.	Сим-вол	t =температура в °С p =избыточн. давление в бар Δp =перепад давления в бар	об =об/мин п =поток у =уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
435 435A	} р	Водная промывка турбоагнетателя		2.5				
436		мг/л	Масляный туман в картере					
437	мг/л	Масляный туман в картере					выс. а) плотн.	
438	об/мин	Разнос двигателя						b)
439	об/мин	Разнос турбоагнетателя			с)			
440		Вибрация турбоагнетателя d)			е)			
470	р	Уставка давления воздуха на регулятор		0.5-5.0				
471		Продольные колебания коленчатого вала (См. следующие страницы)			ф)		ф)	
475	р	Уплотняющий воздух к выпускному клапану		5.0				
		<p>a) Предварительно настроенная изготовителем. См. также специальные указания изготовителя</p> <p>b) Электрическая: Номинальная частота вращения при МДМ x 1,09.</p> <p>c) Согласно рекомендациям изготовителя ТН (дополнение).</p> <p>d) Нестандартное оборудование.</p> <p>e) Максимальный уровень вибрации указывается по рекомендациям изготовителя ТН.</p> <p>f) Оговариваются для каждого типа и числа цилиндров двигателя, см. следующие страницы.</p>						



Рекомендуемые пределы сигналов и измеряемые величины
(при макс. длительной мощности двигателя на установившемся режиме)

701.13-40С
Стр. 11(13)

N поз.	Символ	t =температура в °С p =избыточн. давление в бар Δp =перепад давления в бар	об =об/мин п =поток у =уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
471	мм	Измеритель продольных колебаний: а)						
		4K50MC		0-0.81	1.08		1.35	
		5K50MC		0-1.01	1.34		1.68	
		6K50MC		0-1.20	1.60		2.00	
		7K50MC		0-1.41	1.88		2.35	
		8K50MC		0-1.61	2.14		2.68	
		9K50MC		0-1.82	2.42		3.03	
		10K50MC		0-2.01	2.68		3.35	
		11K50MC		0-2.21	2.94		3.68	
		12K50MC		0-2.42	3.22		4.03	
		4K60MC		0-0.96	1.28		1.60	
		5K60MC		0-1.20	1.60		2.00	
		6K60MC		0-1.43	1.90		2.38	
		7K60MC		0-1.67	2.22		2.78	
		8K60MC		0-1.91	2.54		3.18	
		9K60MC		0-2.13	2.84		3.55	
		10K60MC		0-2.37	3.16		3.95	
		11K60MC		0-2.60	3.46		4.33	
		12K60MC		0-2.84	3.78		4.73	
		4K70MC		0-1.13	1.50		1.88	
		5K70MC		0-1.40	1.86		2.33	
		6K70MC		0-1.68	2.24		2.80	
		7K70MC		0-1.95	2.60		3.25	
		8K70MC		0-2.24	2.98		3.73	
		9K70MC		0-2.51	3.34		4.18	
		10K70MC		0-2.79	3.72		4.65	
		11K70MC		0-3.06	4.08		5.10	
		12K70MC		0-3.35	4.46		5.58	
		<p>а) Для двигателей 5S-MC правильное функционирование демпфера продольных колебаний имеет особое важное значение для безопасной работы коленчатого вала. Соответственно, эти двигатели, а также двигатели с системой отбора мощности от носового конца коленвала оборудуются электронным измерителем продольных колебаний в качестве штатного прибора. Для двигателей S-MC измерительное устройство подключено также для выполнения функций АПС и защиты останковкой (Shut down). В части электронного устройства обращайтесь к инструкции изготовителя. Другие двигатели оборудуются механическим измерительным устройством, см. Том II, операция 905-6.</p>						



N поз.	Сим- вол	t =температура в °С p =избыточн. давление в бар Δp =перепад давления в бар	об =об/мин п =псток у =уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал		Slow down	Shut down	
					макс.	мин.			
471	мм	(Продолжение)	4K80MC	0-1.29					
			5K80MC	0-1.40					
			6K80MC	0-1.92					
			7K80MC	0-2.25					
			8K80MC	0-2.57					
			9K80MC	0-2.90					
			10K80MC	0-3.21					
			11K80MC	0-3.53					
			12K80MC	0-3.86					
			4K90MC	0-1.44	1.92		2.40		
			5K90MC	0-1.80	2.40		3.00		
			6K90MC	0-2.16	2.88		3.60		
			7K90MC	0-2.54	3.38		4.23		
			8K90MC	0-2.90	3.86		4.83		
			9K90MC	0-3.26	4.34		5.43		
			10K90MC	0-3.62	4.82		6.03		
			11K90MC	0-3.98	5.30		6.63		
			12K90MC	0-4.34	5.78		7.23		
			6K80MC-C	0-1.73	2.30		2.88		
			7K80MC-C	0-2.03	2.70		3.38		
			8K80MC-C	0-2.31	3.08		3.85		
			9K80MC-C	0-2.61	3.48		4.35		
			10K80MC-C	0-2.90	3.86		4.83		
			11K80MC-C	0-3.18	4.24		5.30		
			12K80MC-C	0-3.47	4.62		5.78		
			6K90MC-C	0-1.95	2.60		3.25		
			7K90MC-C	0-2.28	3.04		3.80		
			8K90MC-C	0-2.61	3.48		4.35		
			9K90MC-C	0-2.94	3.92		4.90		
			10K90MC-C	0-3.26	4.34		5.43		
			11K90MC-C	0-3.59	4.78		5.98		
			12K90MC-C	0-3.92	5.22		6.53		
			4L50MC	0-0.92	1.22		1.53		
			5L50MC	0-1.4	1.52		1.90		
			6L50MC	0-1.37	1.82		2.28		
			7L50MC	0-1.59	2.12		2.65		
			8L50MC	0-1.82	2.42		3.03		
			4L60MC	0-1.08	1.44		1.80		
			5L60MC	0-1.35	1.80		2.25		
			6L60MC	0-1.62	2.16		2.70		
			7L60MC	0-1.89	2.52		3.15		
			8L60MC	0-2.16	2.88		3.60		



Рекомендуемые пределы сигналов и измеряемые величины
(при макс. длительной мощности двигателя на установившемся режиме)

701.15-40С
Стр. 13(13)

N поз.	Сим- вол	t = температура в °C p = избыточн. давление в бар Δp = перепад давления в бар	об = об/мин п = поток у = уровень	Нормальн. эксплуат. значение	Сигнал макс.	Сигнал мин.	Slow down	Shut down
471	мм	(Продолжение)	4L70MC	0-1.28	1.70		2.13	
			5L70MC	0-1.59	2.12		2.65	
			6L70MC	0-1.91	2.54		3.18	
			7L70MC	0-2.22	2.96		3.70	
			8L70MC	0-2.54	3.38		4.23	
			4L80MC	0-1.44	1.92		2.40	
			5L80MC	0-1.80	2.40		3.00	
			6L80MC	0-2.16	2.88		3.60	
			7L80MC	0-2.52	3.36		4.20	
			8L80MC	0-2.90	3.86		4.83	
			9L80MC	0-3.26	4.34		5.43	
			10L80MC	0-3.62	4.82		6.03	
			11L80MC	0-3.98	5.30		6.63	
			12L80MC	0-4.34	5.78		7.23	
			4L90MC	0-1.64	2.18		2.73	
			5L90MC	0-2.04	2.72		3.40	
			6L90MC	0-2.45	3.26		4.08	
			7L90MC	0-2.85	3.80		4.75	
			8L90MC	0-3.26	4.34		5.43	
			9L90MC	0-3.68	4.90		6.13	
			10L90MC	0-4.08	5.44		6.80	
			11L90MC	0-4.49	5.98		7.48	
			12L90MC	0-4.89	6.52		8.15	
			4S50MC	требуемое	0-1.23	1.64	2.05	
			5S50MC		0-1.55	2.06	2.58	
			6S50MC		0-1.85	2.46	3.08	
			7S50MC		0-2.16	2.88	3.60	
			8S50MC		0-2.46	3.28	4.10	
			4S60MC	требуемое	0-1.47	1.96	2.45	
			5S60MC		0-1.85	2.46	3.08	
			6S60MC		0-2.21	2.94	3.68	
			7S60MC		0-2.58	3.44	4.30	
			8S60MC		0-2.94	3.92	4.90	
			4S70MC	требуемое	0-1.71	2.28	2.85	
			5S70MC		0-2.15	2.86	3.58	
			6S70MC		0-2.57	3.42	4.28	
			7S70MC		0-3.00	4.00	5.00	
			8S70MC		0-3.42	4.56	5.70	
			4S80MC	требуемое	0-1.95	2.60	3.25	
			5S80MC		0-2.45	3.26	4.08	
			6S80MC		0-2.93	3.90	4.88	
			7S80MC		0-3.42	4.56	5.70	
			8S80MC		0-3.90	5.20	6.50	
			9S80MC		0-4.40	5.86	7.33	
			10S80MC		0-4.88	6.50	8.13	
			11S80MC		0-5.37	7.16	8.95	
			12S80MC		0-5.87	7.82	9.78	

T/X		Тип двигателя:		Параметры:		Проверено:												
Верфь		Строитель:	Двигатель	л.с.:		Дата:												
N строит.		Год постройки:	N:	об/мин:														
Распылитель		Маркировка:отверстий.....мм				Регулятор												
Форсунка		Давление открытиябар				Изготовитель												
Кулак вып. клапана		Угол опереженияградус				Тип												
Топливный насос		Позиционер опережения впрыска K=... "Точка перелома" при среднем топливном индексе				N												
Степень сжатия		Толщина прокладок под штоком поршнямм				N серии												
Ход плунжера лубрикатора заканчивается при положении соответствующего кривошипа после НМТ																		
<p>См. Раздел 909-1.1 в т. II «Обслуживание»</p>		Топливный насос N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
		Размер А: Поршень цилиндра в ВМТ																
		Размер В: Плунжер в наинижем положении																
		Размер С: подъем верха кулака C = A - B (мм)																
		Индекс при СТОП																
		Индекс ТНВД при СТОП																
Индекс ТНВД при МАКС.																		
Эти измерения выполняются при затянутых анкерных связях	Сторона распред. в 1/100 мм 		Поперечная балка фонд. рамы		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			Оптические замеры		X													
			Измерения при помощи струны d = 0,5 мм нагрузка 40 кг		Y													
					Z													
					X													
					Y													
Раскепы 1/100 мм 		Кривошип коленвала N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
		Кривошип вблизи НМТ с левого борта. Индикатор установлен на «0» внизу по левому борта. Раскеп измеряется, когда двигатель в холодном состоянии.																
		Кривошип на левом борту																
		Кривошип в ВМТ																
		Кривошип на правом борту																
		Кривошип вблизи НМТ с правого борта																
		Суммарный зазор в упорном подшипнике B+C = мм (макс. мм)				Лист N:												
		Для обеспечения правильного положения колен. вала относит. фундаментной рамы проверьте, что A+B = мм																
		«А» измеряется, как показано на рис е, т.е. между верхней кромкой нижнего вкладыша и щечкой при положении кормового кривошипа в НМТ				S/K/L-MC												

Измерительные приборы обозначаются сочетанием символов, следующих за номером прибора, символы обозначают:

DSA	Реле для АПС (сигнализатор концентрации масляного тумана)	TEA	Термодатчик для АПС (аналоговый)
DS-SLD	Реле концентрации (масл. тумана) для защиты снижением частоты вращения	TEI	Термодатчик для дистанц. измерения (аналоговый)
E	Электрические приборы	TE-SLD	Термодатчик для защиты снижением частоты вращения (аналоговый)
EV	Соленоидный (эл.-магнитный) клапан	VE	Датчик вязкости (аналоговый)
ESA	Электрическое реле для АПС	VI	Индикатор вязкости
FSA	Реле потока для АПС	ZE	Датчик (Указатель) положения
FS-SLD	Реле потока для защиты снижением частоты вращения	ZS	Концевой выключатель
LSA	Реле уровня для АПС	WEA	Сигнал вибрации для АПС (аналоговый)
PDI	Индикатор перепада давлений	WI	Индикатор вибрации
PDSA	Реле перепада давлений для АПС	WS-SLD	Реле вибрации для защиты снижением частоты вращения
PDT	Датчик перепада давлений		
PI	Манометр		
PS	Реле давления		
PS-SHD	Реле давления для защиты остановкой (shut down)		
PS-SLD	Реле давления для защиты снижением частоты вращения (slow down)		
PSA	Реле давления для АПС		
PSC	Реле давления для системы управления		
PE	Датчик давления (аналоговый)		
PEA	Датчик давления для АПС (аналоговый)		
PEI	Датчик давления для дист. индикации (аналоговый)		
PE-SLD	Датчик давления для защиты снижением частоты вращения (аналоговый)		
SE	Датчик скорости (аналоговый)		
SSA	Реле скорости для АПС		
SS-SHD	Предельный выключатель по скорости для "СТОП" (shut down)		
TI	Термометр		
TSA	Термореле для АПС		
TSC	Термореле для системы управления		
TS-SHD	Термореле для защиты остановкой		
TS-SLD	Термореле для защиты снижением частоты вращения		
TE	Термодатчик (аналоговый)		

Символы в круге обозначают:



Прибор установлен местно (на двигателе)



Прибор установлен на панели, расположенной на двигателе



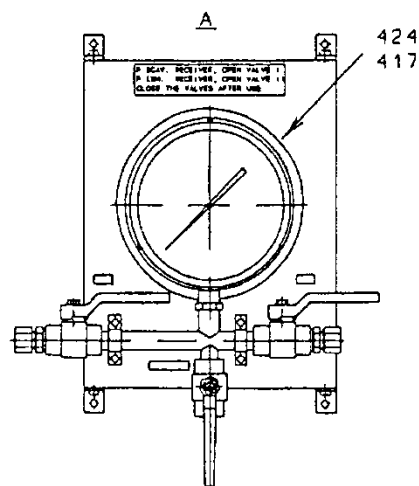
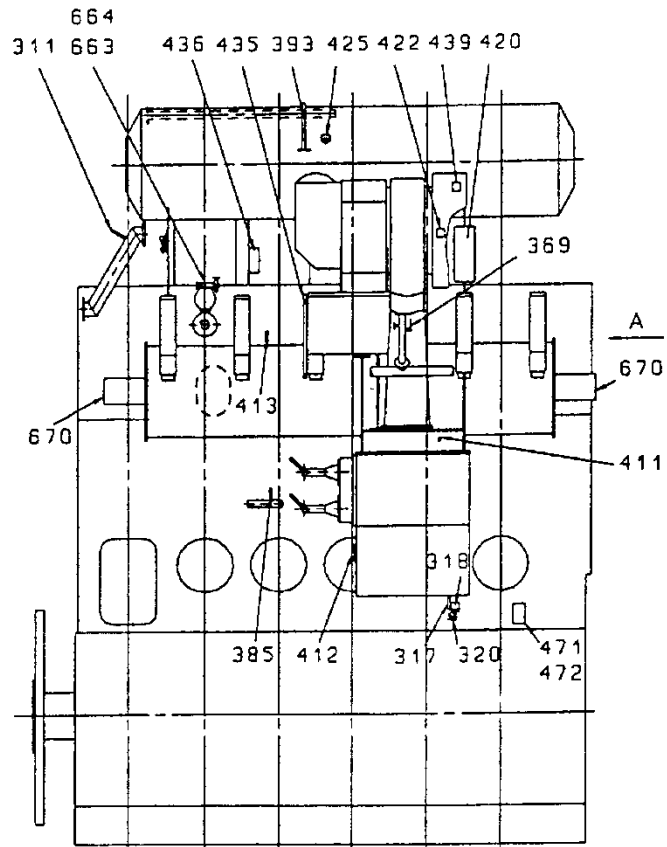
Прибор на посту управления

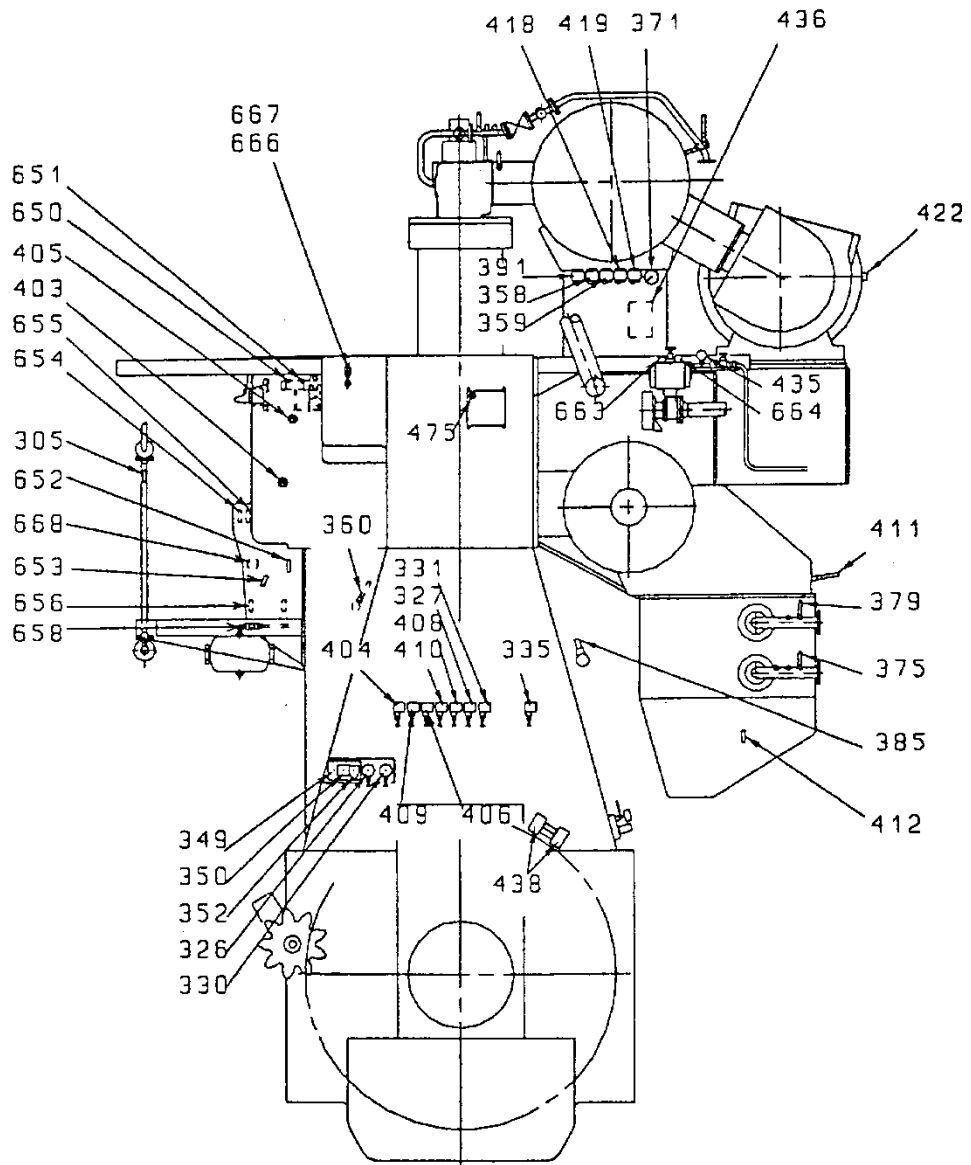


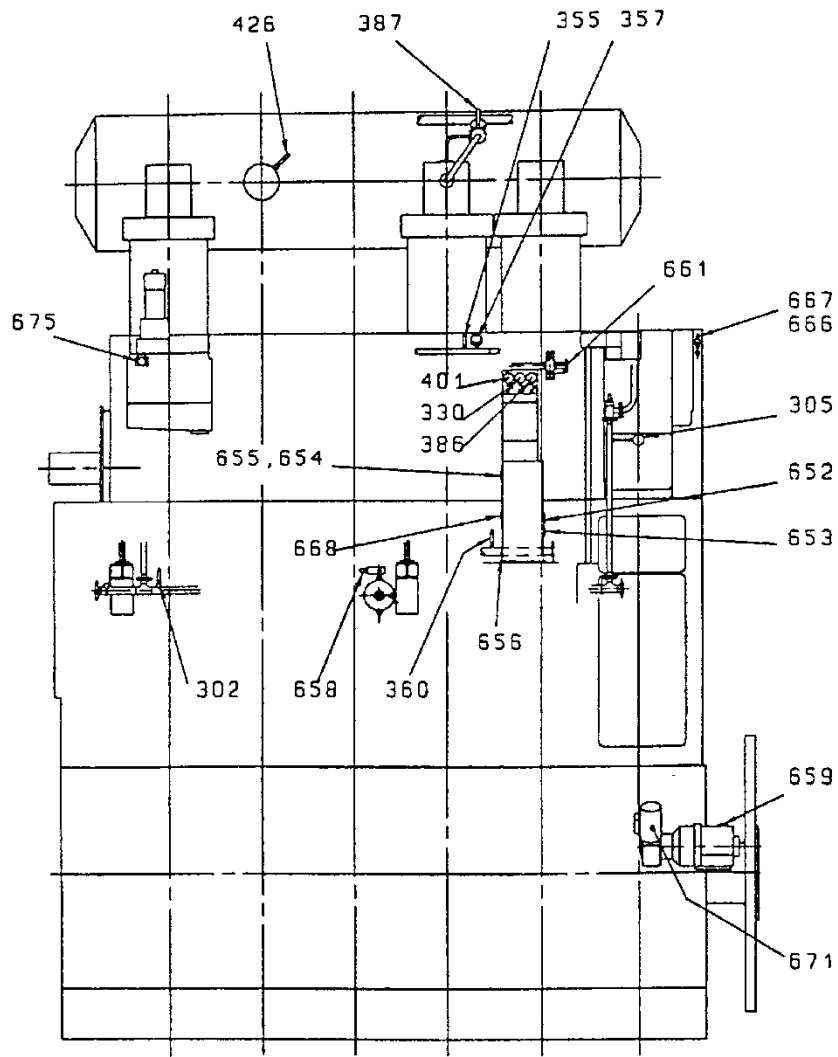
Описание	Символ	Позиция
Термометры, палочного типа		
Топливо		
Топливо за фильтром	П	302
Смазочное масло		
Масло циркуляц. на входе системы	П	311
Масло охлаждения поршня на выходе	П	317
Сегмент упорного подшипника	П	349
Масло на входе к распред. валу	П	355
Масло на выходе от распред. вала	П	360
Масло на выходе из ТН MAN B&W	П	369
Охлаждающая вода низкотемпературного контура (НТ):		
Забортная вода или пресная центрального охлаждения		
Охлаждающая вода на входе	П	375
Охлаждающая вода на выходе из охладителя воздуха	П	379
Пресная охлаждающая вода высокотемпературного контура (ВТ):		
Пресная охлаждающая вода на входе	П	385
Пресная охлаждающая вода на выходе из цилиндра	П	387
Пресная охлаждающая вода на выходе из ТН	П	393
Наддувочный воздух		
Наддувочный воздух перед воздухоохладителем (ОХНВ)	П	411
Наддувочный воздух за ОХНВ	П	412
Наддувочный воздух в ресивере	П	413
Термометры, циферблатного типа		
Выпускные газы		
Выпускные газы перед ТН	П	425
Выпускные газы за клапанами	П	426
Выпускные газы после ТН	П	432

Для Заметок

Marine Technical Library – <http://vk.od.ua/marinelibrary>
*Manufacturer's instructions, Spare parts code books, Workshop manuals
for your success marine business*

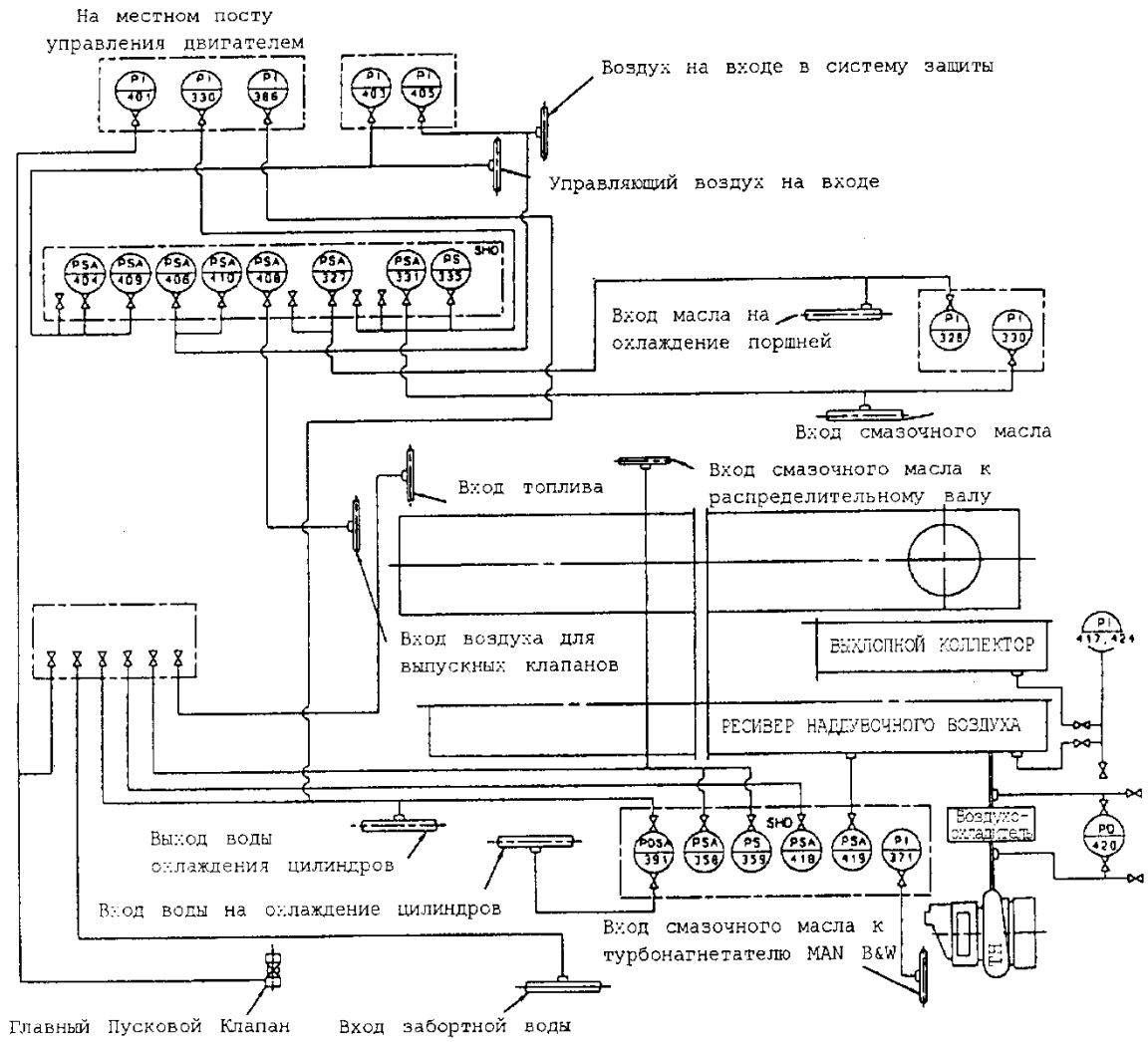








Описание	Символ	Позиция
Система наддувочного воздуха		
Ресивер наддувочного воздуха (вспомогательная воздуходувка), управление	PSC	418
Электродвигатель, вспомогательная воздуходувка		670
Система управления		
Положение НАЗАД при реверсе/цилиндр	ZS	650
Положение ВПЕРЕД при реверсе/цилиндр	ZS	651
Восстановление функции защиты остановкой при аварийном управлении	ZS	652
Выдача сигнала о переходе на дистанционное управление	ZS	653
Выдача сигнала в систему управления о переходе на аварийное управление	PSC	654
Разобщает функции восстановления и отмены из ЦПУ при аварийном управлении	PSC	655
Соленоидный клапан управления системой V.I.T. в положении НАЗАД	EV	656
Соленоидный клапан для аварийной остановки	EV	658
Индикация положения валоповоротного механизма	ZS	659
Главный Пусковой Клапан - заблокирован	ZS	663
Главный Пусковой Клапан - в работе	ZS	664
Подвод воздуха к воздухораспределителю, открыт - закрыт	ZS	666/667
Электродвигатель валоповоротного механизма		671
Отмена тахо-сигнала системы защиты при команде "СТОП"	PSC	675



Показанные панели смонтированы на двигателе

Проверки во время стоянки

<i>Содержание</i>	<i>стр.</i>
I. Общее	702.01
A. Регулярные проверки во время эксплуатации	702.01
A1. Поток масла	702.01
A2. Масляный поддон и зазоры в подшипниках	702.01
A3. Фильтры	702.02
A4. Проверка через продувочные окна	702.02
A5. Коллектор выпускных газов	702.02
A6. Коленчатый вал	702.02
A7. Пробы циркуляционного масла	702.02
A8. Турбонагнетатель	702.02
A9. Механизм управления	702.02
B. Проверки при ремонтах	702.02
B1. Болты, шпильки, гайки	702.02
B2. Отсек цепного привода	702.03
B3. Протечки и сливы	702.03
B4. Пневматические клапаны системы управления	702.03
B5. Масляная сточная цистерна	702.03
C. Проверки после ремонтов	702.03
C1. Промывка	702.03
C2. Поршневые штоки	702.03
C3. Проворачивание	702.03
C4. Турбонагнетатель	702.03
C5. Цилиндровые лубрикаторы	702.03
C6. Механизм управления	702.03
C7. Охладитель воздуха (ОХНВ)	702.04
D. Суда на приколе	702.04

Проверки во время стоянки

I. Общее

В настоящей главе даны указания о проверке состояния дизеля, выведенного из эксплуатации.

Обслуживающий персонал должен быть хорошо информирован об эксплуатационном состоянии дизеля, поэтому мы рекомендуем регистрировать результаты проверки в специальном журнале.

Перечисленные ниже проверки даны в последовательности, соответствующей предстоящему периоду крупных ремонтов.

A. Проверки A1-A9

следует проводить регулярно при остановках двигателя во время нормальной эксплуатации.

Проверки от A1 до A9 должны быть скоординированы и оцениваться совместно с замерами, описанными в *Главе 706 "Диагностика двигателя"*.

B. Проверки B1-B5

следует выполнять при стоянке двигателя во время ремонтов.

C. Проверки C1-C7

следует выполнять при стоянке двигателя после ремонтов.

Если проводились ремонты подшипников или центровка подшипников, коленчатого вала, распределительного вала, поршней, повторите проверки A1, A2 и A6.

Проверки, проводимые непосредственно перед пуском двигателя, даны в *Главе 703*.

A. Регулярные проверки остановленного дизеля при нормальной эксплуатации

Работы следует проводить, согласовывая их с рейсовыми графиками судна так, чтобы они проводились в соответствующие сроки, например, предлагаемые в томе II Введения "Программа проверок и обслуживания".

Сроки обслуживания, устанавливаемые в ней, нормальны для двигателей, находящихся в хорошем рабочем состоянии. Если, однако, в период эксплуатации обнаруживались какие-либо нарушения, или если состояние неизвестно в связи с ремонтами или изменениями, соответствующие проверки следует проводить чаще.

На основании результатов проверок по п.п. A1-A9 в сочетании с эксплуатационными наблюдениями, определяется необходимость в дополнительном обслуживании (не предусмотренном графиком).

Проверка A1: Поток масла

Когда насос циркуляционного масла еще работает и масло теплое, откройте картер и проверьте сток масла со всех крейцкопфных, мотылевых и рамовых подшипников.

Струи масла из осевых масляных канавок нижних вкладышей крейцкопфных подшипников должны быть одинаковыми по объему и направлению. Отклонения могут быть следствием наволакивания баббита или забивания канавок, см. также *Главу 708, п. 7.1*.

Проверьте также наличие свободного потока масла из подшипников, разбрызгивающих трубок и сопел в отсеке цепного привода.

Проверьте наличие потока масла охлаждения поршней через смотровые окна на сливе масла из поршней.

Проверьте также смазку упорного подшипника и распределительного вала.

Примечание: После крупных переборок поршней, подшипников и т. д. эту проверку следует повторить перед пуском дизеля.

Проверка A2: Масляный поддон и зазоры в подшипниках

После остановки масляного насоса проверьте днище масляного поддона на наличие частиц баббита от подшипников.

Проверьте шупом зазоры в крейцкопфных, мотылевых и рамовых подшипниках и зазоры в упорном подшипнике и зарегистрируйте их, как описано в Главе 708, п. 7.12.

Более подробную информацию см. в Главе 708, п. 7.1.

Проверка А3: Фильтры

Откройте все фильтры (в том числе и автоматические) и проверьте, чтобы сетки и/или иной фильтрующий материал не были повреждены, и, чтобы не было инородных частиц, наличие которых может указывать на неисправность в каком-то ином месте.

Проверка А4: Осмотр через продувочные окна

Проверьте состояние поршневых колец, втулок цилиндров, поршней и поршневых штоков, как описано в Главе 707, п. 3.

Зарегистрируйте состояние, как описано в Главе 707, п. 3.2.

Во время этой проверки продолжайте циркуляцию охлаждающей воды и охлаждающего масла с целью обнаружения возможных утечек.

Удалите коксовые или шлаковые отложения с продувочных окон и ресивера.

(В случае продолжительных заходов в порты следуйте мероприятиям проверки С2.)

Проверка А5: Коллектор выпускных газов

Откройте коллектор выпускных газов и проверьте наличие отложений и/или каких-либо металлических частиц, (которые могут указывать на неисправности в другом месте). Проверьте также степень чистоты решеток.

Проверка А6: Коленчатый вал

Произведите замеры раскелов на теплом двигателе и когда судно на плаву (т. е. не в сухом доке).

См. Главу 708 "Центровка рамовых подшипников"

Проверка А7: Пробы циркуляционного масла

Отберите пробы масла и отошлите их в лабораторию для анализа и заключения.
(См. Главу 708 "Уход за циркуляционным маслом".)

Проверка А8: Турбоагнетатель

Откройте сливные пробки или краны на днище корпусов ТН. Слейте также отстой из дренажной коробки/трубопроводов со стороны выпускных газов (делается также при чистке утилькотла).

Этим предотвращается возможное скопление дождевой воды, которая может вызвать коррозию газопроводов и частичное смывание сажистых отложений, что может вызвать дисбаланс ротора турбоагнетателя.

Откройте смотровые лючки (если они имеются) или демонтируйте газоподводящий патрубок на турбинной стороне ТН, и проверьте наличие отложений на рабочем колесе и сопловом венце турбины.

Проверка А9: Механизм управления

Часто проверяйте подвижность системы.

Отсоедините регулятор от привода посредством маховика на посту управления. Подвигайте тяги посредством регулирующей рукоятки и убедитесь, что трение в приводе регулятора достаточно невелико.

Смазывайте систему (подшипники и соединения тяг через интервалы порядка 4000 часов).

Используйте консистентную смазку высокого качества и с температурой плавления около 120°C.

Для регулятора используйте анти-коррозионное масло с присадками против вспенивания, шлакообразования и повреждения прокладок и окраски.

Индекс вязкости должен быть высоким, и вязкость находится в диапазоне 22-68 сСт при 40 °С.

В части проверки регулятора см. специальные инструкции изготовителя.

В. Проверки при ремонтах во время стоянок

Проверка В1: Болты, шпильки и гайки

Проверьте все болты, шпильки и гайки в картере и приводном отсеке, чтобы выявить ослабленные соединения.

То же относится к фундаментным болтам фундаментной рамы. Проверьте правильность положения боковых и концевых клиньев, см. также Том II "Обслуживание", Глава 912. Проверьте все стопорные устройства.

Проверка В2: Отсек цепного привода

Осмотрите состояние цепей, звездочек, подшипников и облицованных резиной направляющих.

Проверьте гидравлический демпфер в устройстве натяжения цепей, см. также Том II "Обслуживание", Глава 906-2.1.

Проверка В3: Протечки и сливы

Устраните утечки воды и масла. Очистите сливные и вентиляционные трубы от возможных пробок путем их продувания.

Проверка В4: Пневматические клапаны системы управления

Промойте фильтры.

Проверка В5: Сточная масляная цистерна

Если это не делалось в предыдущем году, откачайте масло из цистерны и удалите шлам.

После очистки верха цистерны щеткой (с целью удаления ржавчины и окалины), промойте цистерну, а верх смажьте чистым маслом.

С. Проверки после ремонтов при стоянке двигателя

Если выполнялись ремонт или центровка подшипников, коленчатого вала, распределительного вала или поршней, повторите проверки А1, А2 и А6.

Проверка С1: Промывка

Если во время ремонтов (включающих в себя вскрытие двигателя или системы циркуляционного масла) мог быть занесен песок или другие загрязнения, следует прокачать масло, минуя подшипники, как описано в Главе 708.

Продолжайте промывку до полной очистки масла от загрязнения.

Проверка С2: Штоки поршней

Если двигателю предстоит вывод из эксплуатации на продолжительный период или при неблагоприятных температурных условиях и высокой влажности, смажьте штоки поршней чистым маслом и проверните двигатель при работе масляного циркуляционного насоса.

Регулярно повторяйте эту операцию в целях предотвращения коррозии штоков поршней и поверхностей картера.

Проверка С3: Проворачивание

После восстановления нормальной циркуляции смазочного масла проверьте подвижность деталей двигателя проворачиванием его на один-два оборота валоповоротным механизмом.

Примечание: До подвода масла к приводам выпускных клапанов (в двигателях без объединенной масляной системы: от масляного насоса распредвала, в двигателях с объединенной масляной системой: от главного масляного насоса), проверьте, что воздух к пневмоцилиндрам выпускных клапанов подведен и, что выпускные клапаны закрыты.

См. также Главу 703, стр. 703.01.

Проверка С4: Турбонагнетатель

Установите сливные пробки (или закройте крышки) и смотровые лючки на место.

Проверка С5: Лубрикаторы смазки цилиндров

Прокачайте вручную (нажатием кнопок) лубрикаторы, пока не убедитесь, что цилиндрическое масло поступает на втулку цилиндра из всех смазочных отверстий.

Наличие потока проявляется движением стальных шариков во всех смотровых стеклах.

Поочередно установите каждый поршень двигателя в НМТ и проверьте через продувочные окна наличие потока цилиндрического масла к втулке цилиндра. См. Иллюстрацию 70701.

Проверьте, чтобы все трубные соединения и клапаны были плотно затянуты.

Проверка С6: Механизм управления

См. Проверку А9, в начале данной главы.

Проверка С7: Воздухоохладитель

При работающем насосе забортной охлаждающей воды, проверьте наличие воды в сливной системе через смотровые стекла или сливные трубки во влагоуловителе.

Если обнаруживается вода, это вероятно связано с протечкой охлаждающего элемента. В этом случае элемент следует заменить или отремонтировать.

D. Суда на приколе.

В период отстоя на приколе, а также при подготовке двигателя к длительному бездействию, мы рекомендуем следовать нашим специальным инструкциям по консервации главного двигателя.

Пуск, Управление и Работа

Содержание

стр.

Пуск, Управление и Прибытие в Порт

1. Подготовка к пуску	703.01
1.1 Воздушные системы	703.01
1.2 Системы смазочного масла	703.01
1.3 Системы охлаждающей воды	703.01
1.4 Медленное проворачивание двигателя	703.02
1.5 Топливная система	703.03
1.6 Проверка механизма регулирования подачи топлива	703.03
1.7 Разное	703.03
2. Пуск	703.03
2.1 Пуск	703.03
2.2 Неисправности при пуске	703.04
2.3 Дополнительные замечания	703.09
2.4 Проверки в период пуска	703.09
Проверка 1: Направление вращения	703.09
Проверка 2: Выпускные клапаны	703.09
Проверка 3: Турбонагнетатели	703.09
Проверка 4: Циркуляционное масло	703.09
Проверка 5: Цилиндры	703.09
Проверка 6: Пусковые клапаны на крышках цилиндров	703.10
Проверка 7: Давления и температуры	703.10
Проверка 8: Лубрикаторы цилиндровой смазки	703.10
3. Нагрузка	703.10
3.1 Последовательность набора нагрузки	703.10
3.2 Проверки при нагружении	703.11
Проверка 9: Последовательность прощупывания узлов трения	703.11
Проверка 10: Обкатка	703.11
4. Работа	703.12
4.1 Неисправности при работе двигателя	703.12
4.2 Дополнительные замечания	703.15
4.3 Проверки при работе	703.16
Проверка 11: Упорный подшипник	703.16
Проверка 12: Защита остановкой и защита снижением частоты вращения (shut down и slow down)	703.16
Проверка 13: АПС по давлениям (манореле)	703.16
Проверка 14: АПС по температурам (термореле)	703.17
Проверка 15: Детектор масляного тумана	703.17
Проверка 16: Наблюдения	703.17

Пуск, Управление и Работа

<i>Содержание</i>	<i>стр.</i>
5. Подготовка двигателя перед прибытием в порт	703.17
6. Остановка	703.17
7. Действия после прибытия в порт	703.17
8. Система управления двигателя, установка с ВФШ	703.19
8.1 Общее	703.19
8.2 Дистанционное управление из ЦПУ	703.19
8.3 Дистанционное управление с мостика	703.22
8.4 Аварийное управление с местного поста	703.23
8.5 Блокировки	703.26
8.6 Система защиты	703.26
8.7 Диаграмма последовательности операций	703.26
8.8 Функциональное назначение отдельных клапанов	703.26
8.9 Описание символов	703.31
9. Система управления двигателя, установка с ВРШ	703.32
9.1 Общее (Реверсивные двигатели)	703.32
9.2 Дистанционное управление из ЦПУ	703.32
9.3 Управление с мостика: повторный пуск двигателя	703.35
9.4 Аварийное управление	703.35
9.5 Блокировки	703.35
9.6 Система защиты, диаграмма последовательности операций, и т.д.	703.35
9.7 Общее (Не реверсивные двигатели)	703.35
9.8 Дистанционное управление из ЦПУ	703.36
9.9 Управление с мостика: повторный пуск двигателя	703.39
9.10 Аварийное управление	703.39
9.11 Блокировки	703.41
9.12 Система защиты, диаграмма последовательности операций и т.д.	703.41
10. Внезапная (экстренная) остановка (Установки с ВФШ и реверсивные ЭУ с ВРШ)	703.41

Пуск, Управление и Работа

<i>Содержание</i>	<i>стр.</i>
Иллюстрации	
Аварийное управление, присоединение регулирующего валика	70301
Перевод с нормального на аварийное управление	70302
Механизм управления	70303
Систему пускового воздуха	70304
Диаграмма последовательности операций, ЭУ с ВФШ	70305
Управление из ЦПУ, СТОП	70306
Управление из ЦПУ, ПУСК, ВПЕРЕД, НАЗАД	70307
Управление с мостика, ПУСК, СТОП, ВПЕРЕД, НАЗАД	70308
Аварийное управление, ПУСК, СТОП, ВПЕРЕД, НАЗАД	70309
Система защиты	70310
Диаграмма последовательности операций, ЭУ с ВРШ	70311
Управление из ЦПУ, СТОП, ПУСК, ВПЕРЕД, НАЗАД	70312
Управление с мостика, повторный пуск двигателя	70313
Управление из ЦПУ, СТОП, ПУСК	70314
Управление с мостика, повторный пуск двигателя	70315
Аварийное управление, СТОП, ПУСК	70316
Ручное снятие блокировки нулевого шага	70317

Пуск, Управление и Прибытие в Порт

Нижеследующее описание относится к стандартной системе управления для двигателей 50-90MC.

Поскольку система управления, поставляемая для конкретного двигателя, может отличаться от стандартной системы, всегда следует сверяться с *Главой 907 в Томе III и "Установочными Чертежами ЭУ"*, решая вопросы, касающиеся конкретной установки.

1. Подготовка к пуску

В части проверок, которые должны быть выполнены на остановленном двигателе, см. Главу 702 "Проверки дизеля, выведенного из эксплуатации".

В отношении проверок, которые должны быть выполнены перед пуском, если цилиндры выведены из эксплуатации, см. Главу 704 "Аварийные режимы с цилиндрами или турбонагнетателями, выведенными из эксплуатации", поз. 3.

1.1 Воздушные системы

- Спустить воду, при наличии, из системы пускового воздуха. *См. также Илл. 70304 "Система пускового воздуха".*
- Спустить воду, при наличии, из системы управляющего воздуха.

- Опрессовать воздушные системы. Проверить давление. *См. также Главу 701 "Уставки АПС".*

- Опрессовать воздушную систему к пневмомеханизмам выпускных клапанов

Примечание: Давление воздуха должно быть подано **до того**, как будет запущен масляный насос. Это делается для предотвращения чрезмерного открытия выпускных клапанов. *См. также Главу 702, проверку С3.*

- Подсоедините измерительные стержни для проверки подъема/вращения, смонтированные на каждом выпускном клапане и убедитесь, что выпускные клапаны закрыты.

1.2 Системы смазочного масла

- Включите масляные насосы для смазки:
 - Двигателя

- Распределительного вала (двигатели без объединенной масляной системы)
- Турбонагнетателей

Если турбонагнетатели оборудованы автономной, встроенной системой смазки, проверьте уровни масла по смотровым стеклам.

Проверьте давление масла. *См. также Главу 701 "Уставки АПС".*

- Проверьте через смотровые стекла наличие потока масла для:
 - охлаждения поршней
 - турбонагнетателей
- Убедитесь в том, что лубрикаторы цилиндровой смазки заполнены соответствующим сортом масла.
- Прокатайте лубрикаторы вручную.

Проверьте, что масло поступает. *См. также Главу 702, Проверка С5.*

Примечание: Регулярно проверяйте правильность работы системы автоматической дозировки - для лубрикаторов с подачей, зависимой от изменения нагрузки. *См. также специальную инструкцию изготовителя.*

1.3 Системы охлаждающей воды

Примечание: двигатель не должен запускаться, если температура воды в системе охлаждения цилиндров ниже 20 °C. Предварительно подогрейте минимум до 20 °C или предпочтительно, до 50 °C. *См. также поз. 3.1 и поз. 7 п. 9.*

- Включите насосы охлаждающей воды.
- Проверьте давления. *См. также Главу 701, "Уставки АПС".*

1.4 Медленное проворачивание двигателя

Оно должно производиться для предотвращения поломок из-за гидроударов, которые могут быть вызваны скоплением жидкости в одном или нескольких цилиндрах.

Перед началом медленного проворачивания получите разрешение с мостика.

Примечание: Медленное проворачивание всегда следует делать в самый последний момент стоянки перед пуском, и в любом случае не ранее, чем за 30 минут до пуска.

Установлено ли специальное устройство медленного проворачивания ?	
ДА	Следуйте операции 1.4.A
НЕТ	Следуйте операции 1.4.B

1.4.A Медленное проворачивание со специальным устройством медленного проворачивания.

1. Разобщите валоповоротный механизм.

Убедитесь, что он заблокирован в выведенном положении.

Убедитесь, что индикаторная лампа "Валоповорот выведен" погасла.

2. Поднимите стопорную пластину главного пускового клапана в положение РАБОТА. Проверьте индикаторную лампу.

- Стопорная пластина должна оставаться в **верхнем** положении при работе двигателя.
- Стопорная пластина должна оставаться в **нижнем** положении при ремонтах.

3. Откройте индикаторные краны.

4. Поверните переключатель медленного проворачивания в положение: МЕДЛЕННОЕ ПРОВОРАЧИВАНИЕ.

5. Передвиньте рукоятку управления в положение ПУСК.

Проверьте, не вытекает ли жидкость из какого-либо из индикаторных кранов.

Проверьте, что каждый пневмоцилиндр ре-

версирует перемещаемые ролики толкателя топливного насоса в их крайнее положение.

6. Когда двигатель провернется на один оборот, возвратите рукоятку в положение СТОП.

7. Поверните рукоятку реверса на противоположное направление вращения. Повторите пункты 5 и 6.

8. Возвратите переключатель медленного проворачивания в нормальное положение.

9. Закройте индикаторные краны.

1.4.B Медленное проворачивание с валоповоротным механизмом

1. Откройте индикаторные краны.

2. Задайте команду на РЕВЕРС, переводом рукоятки реверса на противоположное направление вращения.

3. Проверните двигатель на один оборот валоповоротным механизмом в направлении, заданном рукояткой реверса.

Проверьте, не вытекает ли жидкость из какого-либо индикаторного крана.

Проверьте, что каждый пневмоцилиндр реверсирует перемещаемые ролики толкателя топливного насоса в их крайнее положение.

4. Повторите пункты 2 и 3 в противоположном направлении вращения.

5. Закройте индикаторные краны.

6. Разобщите валоповоротный механизм.

Проверьте, что он застопорен в выведенном положении.

Проверьте, что индикаторная лампа "Валоповорот включен" погаснет.

7. Поднимите стопорную пластину главного пускового клапана в положение РАБОТА. Проверьте индикаторную лампу.

- Стопорная пластина должна оставаться в **верхнем** положении при работе.
- Стопорная пластина должна оставаться в **нижнем** положении при ремонтах.

1.5 Топливная система

В отношении температуры топлива перед пуском, см. Главу 705, позиции 3 и 3.3.

- Включите топливopодкачивающий и топливный циркуляционный насосы.
Если двигатель работал на тяжелом топливе вплоть до остановки, циркуляционный насос уже работает.
- Проверьте давления и температуры.
См. также Главу 701, "Уставки АПС".

1.6 Проверка регулирующего механизма подачи топлива

- Закройте отсечной клапан воздухораспределителя, чтобы предотвратить проворачивание двигателя. Проверьте индикаторную лампу.
- Переключите управление на управление с местного поста.
См. описание операции на Илл. 70302, позиции 2-3.
- Поверните регулирующий маховичок в сторону увеличения индекса топливных насосов и проверьте, что все топливные насосы устанавливаются в положение ПОДАЧА ТОПЛИВА. При возврате маховичка в положение СТОП проверьте, что индекс всех топливных насосов установился на нуль.
- Переключитесь обратно на НОРМАЛЬНОЕ управление, следуя илл. 70302, позиции 1-2 в обратном порядке.
- Откройте отсечной клапан воздухораспределителя.
Проверьте, чтобы индикаторная лампа погасла.

1.7 Разное

- Смажьте подшипники и соединения тяг в регулирующем механизме, и т.д. с периодичностью, указанной в Главе 702, Проверка А9.
- Включите электрическое оборудование в пульте управления.

- Поставьте переключатель вспомогательных воздуходувок в положение "автомат".

Воздуходувки запустятся с интервалами в 6 секунд.

Теперь двигатель готов к пуску.

2. Запуск

2.1 Пуск

Запустите двигатель, как описана команда "ПУСК" в позиции 8 для ЭУ с ВФШ и в позиции 9 для ЭУ с ВРШ.

Примечание: Если двигатель был на некоторое время выведен из эксплуатации, запуск обычно производится в режиме швартовного испытания. Перед этим необходимо убедиться, что:

1. Портовые власти разрешают швартовное испытание.
2. Швартовы должны быть достаточно надежны.
3. На мостике должна находиться вахта.

2.2 Неисправности при пуске

См. Дополнительные замечания и информацию на стр. 703.09

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
Двигатель не проворачивается на пусковом воздухе после получения команды "пуск".	1	Слишком низкое давление в баллоне пускового воздуха.	Пустите компрессоры. Проверьте их работу.
	2	Клапан на баллоне пускового воздуха закрыт.	Откройте клапан.
	3	Клапан к воздухораспределителю закрыт.	Откройте клапан.
	4	Нет давления в системе управляющего воздуха.	Проверьте давление. (Нормальное давление 7 бар). Если давление низкое, переключите на другой редукционный клапан и промойте фильтр.
	5	Главный пусковой клапан (шаровой клапан) заблокирован в закрытом положении	Поднимите стопорную пластину в рабочее положение
	6	Главный пусковой клапан (шаровой клапан) не работает из-за воздействия блокировочного устройства валоповоротного механизма.	Разблокируйте блокировочное устройство валоповоротного механизма.
	7	Неправильно установлены переключатели управления.	Откорректируйте их установку
	8	Воздухораспределитель не задействовал свой концевой клапан блокировки.	Смажьте и обеспечьте подвижность кулачкового вала и легкое движение воздухораспределителя. Проверьте пневмоцилиндр и концевые клапаны блокировки, отрегулируйте их.
	9	Заедают золотники воздухораспределителя.	Смажьте и обеспечьте подвижность золотников воздухораспределителя. Переберите воздухораспределитель.

Неисправности при пуске, продолжение - См. также стр. 703.09

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
Двигатель не реверсируется, когда подана команда.	10	Плохо отрегулирован воздухораспределитель.	Проверьте регулировку воздухораспределителя по меткам, см. Том II "Обслуживание", операция 907-2. Альтернативно, при положении поршня 1 в ВМТ, проверьте, что золотник воздухораспределителя для цил. 1 поднимается на ту же высоту (в пределах допуска ок. 0,2 мм) соответственно кулачкам ВПЕРЕД и НАЗАД воздухораспределителя.
	11	Заедает клапан управления воздухораспределителя.	Переберите золотник клапана управления.
	12	Неисправны пусковые клапаны на крышках цилиндров.	Опрессуйте клапаны. Замените или переберите дефектные клапаны, см. также стр. 703.17, поз. 7.
	13	Сигнал управляющего воздуха на пуск не поступает к двигателю.	Определите, где прерывается сигнал и устраните неисправность.
	13A	Лопастей винта не находятся в положении нулевого шага (ЭУ с ВРШ).	Установите нулевой шаг.
	14	Не получает напряжения катушка соленоидного (электромагнитного) клапана для заданного направления вращения.	См. Инструкцию на систему ДАУ.
	15	Сигнал управляющего воздуха для заданного направления вращения не поступает на двигатель.	Посочередно ослабляя одно соединение на пути сигнала по системе, определите дефектный клапан или трубку, задерживающую сигнал. Отремонтируйте или замените клапан.
Двигатель проворачивается медленно (или неравномерно) на пусковом воздухе.	18	"Медленное проворачивание" (дополнение) отрегулировано на очень низкие обороты	Установите регулирующий винт "медленное проворачивание" так, чтобы двигатель мог проворачиваться как можно медленнее, но без запинки.

Неисправности при пуске, продолжение - См. также стр. 703.09

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
Двигатель вращается на пусковом воздухе, но останавливается, получив команду перехода на топливо.	17	"Медленное проворачивание" (дополнение) не отключилось (при автоматизированном управлении)	См. Инструкцию на Систему ДАУ.
	18	Неправильная регулировка воздухораспределителя.	Проверьте регулировку, см. также пункт 10.
	19	Неисправны пусковые клапаны на крышках цилиндров.	Опрессуйте клапаны на предмет протечки, см. также стр. 703-13, поз. 7.
	20	Не деаэрированы перепускные клапаны ТНВД.	Установите причину, вызвавшую команду "СТОП", и устраните неисправность.
	21	Срабатывает защита двигателя остановкой (shut down)	Проверьте давления и температуру. Восстановите защиту "shut down".
	22	Заедание механизма управления.	Смажьте управляющий механизм. Проверьте подвижность топливных насосов, соединительных тяг и подшипников. См. Главу 702, поз. 9.
	23	Неправильная регулировка управляющего механизма (привода).	Проверьте соединения тяг. Проверьте, чтобы индекс топливного насоса соответствовал "Регулировке на испытательном стенде", см. по Главе 701.
	24	Пневмоусилитель регулятора (Вудворд) не создает давления масла к регулятору во время работы на пусковом воздухе.	См. инструкцию на регулятор.
25	Давление воздуха для задания скорости на регуляторе (Вудворд) установлено слишком низким или на очень короткий промежуток времени	Давление должно быть между 1,6 и 2,0 бар и должно поддерживаться в течение ок. 6 секунд.	

Неисправности при пуске, продолжение - См. также стр. 703.09

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
Двигатель работает на топливе, но неравномерно (нестабильно) и не поднимает обороты.	26	Двигатель вращается на пусковом воздухе слишком длительно, в результате чего регулятор имеет время снизить индекс топливного насоса прежде, чем начнет работать на топливе.	Автоматизированный режим работы: Отрегулируйте пусковой уровень, см. <i>Иллюстр. 70305 и 70311</i> . Ручное управление: сократите время подачи пускового воздуха.
	27	Неисправность в регуляторе.	<u>Регулятор "Вудворд"</u> Проверьте работу регулятора при нужном давлении масла. Проверьте регулировку ограничительных устройств регулятора и отрегулируйте правильно. Отклонение в момент пуска должно быть около 6 по шкале выходного рычага. Для дальнейшего поиска неисправностей см. <i>Инструкцию по регулятору</i> . <u>Электронный регулятор</u> <i>См. инструкцию на регулятор</i> <i>См. также "Неисправности при работе", пункт 28, далее в настоящей главе.</i>
	28	Не работают вспомогательные воздуходувки.	Запустите вспомогательные воздуходувки.
	29	Предел ограничения по наддувочному воздуху слишком высок или слишком низок	Проверьте уровень ограничения по наддувочному воздуху. Проверьте давление наддувочного воздуха и давление выпускных газов при реальной нагрузке. Сравните давление с замерами при стендовых или ходовых испытаниях.

Неисправности при пуске, продолжение - См. также стр. 703.09

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
	30	Загрязнен топливный фильтр.	Очистите фильтр.
	31	Слишком низкое давление топлива.	Повысьте давление.
	32	Нет воспламенения в одном или нескольких цилиндрах.	<p>Проверьте всасывающий и перепускной клапаны топливного насоса.</p> <p>Проверьте индекс, если индекс в порядке, проверьте соединения тяг и систему защиты остановкой.</p> <p>Если не выявлены неисправности, замените форсунки.</p>

2.3 Дополнительные Замечания

В таблице “Неисправности при пуске” даны некоторые возможные причины неисправностей при пуске, к которым можно добавить следующую дополнительную информацию и комментарии.

Пункт 1

Пуск двигателя возможен при давлении пускового воздуха свыше 10 бар. Однако, компрессоры должны запускаться, как только давление в баллоне пускового воздуха становится менее 25 бар.

Пункты 12, 26 и 28

Описание операций по определению состояния пусковых клапанов на цилиндрических крышках (закрыты и не пропускают) дается на стр. 703.17, поз. 7. Если во время работы пусковой клапан пропускает, нагревается соответствующая труба пускового воздуха. В этом случае замените и переберите пусковой клапан и, при необходимости, замените пружину. Если пуск двигателя не происходит по причинам, перечисленным в п. 12, это обычно случается в определенном положении коленчатого вала.

Если это происходит при маневрировании, необходимо как можно быстрее произвести реверс, чтобы перевести коленчатый вал в другое положение, после чего сделайте попытку вновь пустить двигатель в направлении, заданном телеграфом.

Пункт 13

Проверьте напряжение на соленоидном клапане, через который поступает пусковой сигнал. *Если отсутствует напряжение, см. специальную инструкцию по системе управления двигателем.*

В случае правильной работы соленоидного клапана или ручного управления двигателем, необходимо найти клапан, который блокирует сигнал, путем последовательного ослабления соединений на пути прохождения сигнала по системе. Неисправность может быть вызвана дефектом клапана, или причинами перечисленными в пунктах 8, 9, 10 и 21.

Пункт 21

Если остановка (shut down) произошла по причине превышения предельных оборотов, отмените импульс остановки путем перемещения регулирующей рукоятки в положение “стоп”, при этом замыкается реле отмены, а перепускные клапаны вентилируются.

Если остановка (shut down) происходит из-за очень низкого давления или очень высокой температуры, приведите их к нормальному уровню. Импульс остановки может быть затем отменен нажатием соответствующей кнопки “восстановление” на панели АПС.

В режиме аварийного управления сигнал защиты остановкой (shut down) можно восстановить переводом регулирующей рукоятки в положение СТОП.

2.4 Проверки в период пуска

Проведите следующие проверки **сразу же после** пуска.

Проверка 1: Направление вращения

Убедитесь, что направление вращения гребного винта соответствует направлению, заданному по телеграфу.

Проверка 2: Выпускные клапаны

Проверьте, что все выпускные клапаны работают исправно.

Отсоедините индикаторы подъема/вращения клапанов по окончании проверки.

Проверка 3: Турбоагнетатели

Проверьте работу каждого ТН.

Проверка 4: Циркуляционное масло

Проверьте давление масла и его распределение (на главный двигатель и ТН).

Проверка 5: Цилиндры

Проверьте наличие вспышек в цилиндрах.

Проверка 6: Пусковые клапаны цилиндров

Проверьте на ощупь температуру воздушных труб к пусковым клапанам. Сильный нагрев свидетельствует о протечках в клапанах.

Проверка 7: Давления и температуры

Проверьте, чтобы для заданных оборотов двигателя они были нормальными. В особенности давление и температура циркуляционного масла (на смазку подшипников и охлаждение поршней), смазочного масла для смазки распределительного вала (двигатели без объединенной масляной системы), топлива, охлаждающей воды, продувочного воздуха и воздуха системы управления.

Проверка 8: Лубрикаторы

Убедитесь, что лубрикаторы работают и что во всех смотровых стеклах уровень "высоты падения" одинаков.

Убедитесь, что приводы лубрикаторов с подачей, зависимой от изменения нагрузки, находятся в положении увеличения дозировки цилиндрического масла при пуске и маневрах. *См. специальные инструкции изготовителя.*

Проверьте уровень масла в центральном смотровом стекле и в расходном баке.

Примечание: Время от времени проверяйте ход плунжера путем замера хода регулировочного винта, который ему соответствует.

См. Главу 707 о предварительном расчете хода плунжера.

Соблюдайте специальные инструкции изготовителя по проверке и регулировке хода плунжеров.

3. Нагружение

3.1 Последовательность набора нагрузки

В части ограничений нагрузки после ремонтов и во время обкатки см. поз. 3.2.

При отсутствии ограничений нагружайте двигатель согласно следующей программе:

Превышает ли температура охлаждающей воды 50 °С?	
ДА	<ul style="list-style-type: none">• Повышайте нагрузку постепенно до: ЭУ с ВФШ: 90% от частоты вращения при МДМ; ЭУ с ВРШ: 80% шага• Повышайте до 100% частоты вращения/шага за период в 30 минут или более. См. также Иллюстрации 70305, 70311.
НЕТ	<ul style="list-style-type: none">• См. таблицу ниже.
Достигает ли температура охлаждающей воды уровня между 20 °С и 50 °С?	
ДА	<ul style="list-style-type: none">• Предпочтительно, подогрейте до 50 °С.• Если Вы запустили с температурой охлаждающей воды ниже 50 °С, постепенно повышайте до: ЭУ с ВФШ: 90% от частоты вращения при МДМ ЭУ с ВРШ: 80% шага• Когда температура охлаждающей воды достигнет мин. 50 °С, повышайте до 100% частоты вращения при МДМ/шага за период в 30 минут или более.• Время прогрева до 50 °С будет зависеть от количества воды в системе и нагрузки двигателя. <p><i>См. также Иллюстрации 70305, 70311.</i></p>
НЕТ	<ul style="list-style-type: none">• См. позицию 1.3, стр. 703.01.

3.2 Проверки при нагружении

Проверка 9: Последовательное прощупывание узлов трения

Если состояние двигателя неопределенно (например, после ремонтов или переделок) всегда следует провести "последовательное прощупывание", т.е.:

- a) После 15-30 минут работы на МАЛОМ ходу (в зависимости от размерности двигателя);
- b) После 1 часа работы;
- c) В море, после одного часа работы на эксплуатационной частоте вращения;

остановите двигатель, откройте картер и ощупайте перечисленные ниже детали движения (рукой или "Термо-щупом"), по поверхностям скольжения, где трение может вызвать чрезмерный нагрев.

При прощупывании валоповоротный механизм должен быть включен, а главный пусковой клапан и воздухораспределитель заблокированы.

Воздухораспределитель блокируется закрытием трехходового клапана.

Прощупайте:

- Рамовые, мотылевые и крейцкопфные подшипники,
- Поршневые штоки и сальники,
- Башмаки крейцкопфов,
- Трубки телескопии,
- Цепи и подшипники цепного привода, и цепной привод компенсатора момента (при наличии),
- Корпусы подшипников распределительного вала,
- Упорный подшипник/установочный (направляющий) подшипник,
- Демпфер продольных колебаний (при наличии),

- Демпфер крутильных колебаний (при наличии).

После последнего прощупывания повторите проверку А1: "Поток масла", в Главе 702. См. также Главу 704 "Особые условия эксплуатации", "Пожар в картере".

Проверка 10: Обкатка

Для нового двигателя или после:

- ремонта или замены крупных подшипников,
- замены или восстановления втулок цилиндров и поршневых колец.

должен быть предусмотрен период обкатки.

В отношении подшипников: медленно повышайте нагрузку и производите последовательное прощупывание, см. Проверку 9.

В отношении втулок цилиндров/колец: См. Главу 707, поз. 4.13.

Неисправности при пуске, продолжение - См. также стр. 703.15

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
в) на одном цилиндре	10	Наличие воздуха/газа/пара в топливной системе.	Проверьте напор топливо-подкачивающего и циркуляционного насосов. Проверьте работу деаэрационного клапана. Проверьте сторону всасывания подкачивающих насосов на подсос воздуха. Проверьте топливо-подогреватель на утечки пара.
	11	Неисправный всасывающий клапан топливного насоса.	Отремонтируйте всасывающий клапан.
	12	Заедание или протечки плунжера топливного насоса или перепускного клапана.	Замените топливный насос или перепускной клапан.
	13	Реверсируемый толкатель в неправильной позиции (ревёрсивные двигатели)	Проверьте механизм толкателя на заедание подшипников, чистоту роликов или шайбы и т.д. При обнаружении заедания проверьте масляный фильтр смазки распред. вала и байпасный фильтр на возможное повреждение
Понижение частоты вращения двигателя	14	Зависание выпускного клапана в открытом положении.	Замените выпускной клапан.
	15	Очень низкое давление перед топливными насосами.	Поднимите давление топливо-подкачивающего и циркуляционного насосов до нормального уровня.
	16	Воздух/газ/пар в топливе.	См. пункт 10.
	17	Неисправность форсунки(ок) или топливного насоса(ов).	Замените и переберите поврежденные форсунки и насосы.
	17A	Топливный индекс ограничен ограничителями момента/надд. воздуха в регуляторе в связи с ненормальной нагрузкой дизеля.	См. Главу 706 "Наблюдения при работе двигателя", Поз. 2.1 "Нагрузочная диаграмма в рабочем диапазоне".

Неисправности при пуске, продолжение - См. также стр. 703.15

Неисправность	Пункт	Возможная причина	Метод устранения
Дымный выпуск.	18	Один (или несколько) реверсируемых толкателей в неправильном положении (реверсивные двигатели).	См. пункт 13.
	19	Наличие воды в топливе.	Слейте воду и/или тщательно очистите топливо.
	20	Пожар в ресивере продувочного воздуха.	См. Главу 704.
	21	Срабатывание защиты снижением частоты вращения или остановкой (slow down или shut down).	Проверьте уровни давлений и температур. Если они нормальные, проверьте исправность системы защиты.
	22	Характеристики горения топлива.	При переходе на другой сорт топлива, может измениться частота вращения при том же индексе насоса.
	23	Обрастание корпуса судна. Плавание на мелководье.	См. Главу 706, "Наблюдения при работе двигателя", Поз. 2.1 "Нагрузочная диаграмма в рабочем диапазоне".
	24	Несоответствие частоты вращения турбоагрегата частоте вращения двигателя.	Когда двигатель набирает обороты, появление дыма является нормальным и никаких мер принимать не надо. Густой дым при наборе оборотов: Неисправность в уставках ограничителей регулятора.
	25	Недостаточная подача воздуха.	См. ссылку, данную по п. 1. Проверьте вентиляцию машинного отделения.
	26	Неисправность форсунок	См. пункт 5 и Главу 706, (включая сопла). Приложение 2 (включ. Иллюстр. 70618)
27	Пожар в ресивере продувочного воздуха.	См. Главу 704.	
28	Неисправность регулятора/ неустойчивое регулирование.	См. "Дополнительные замечания", стр. 703.15.	

4.2 Дополнительные Замечания

Таблицы "Неисправности при работе" охватывают некоторые возможные причины эксплуатационных неполадок, для которых и даются следующие дополнительные информация и замечания.

Пункт 6

О пропусках выпускного клапана свидетельствуют повышение температуры выпускных газов и снижение давления сжатия и максимального давления.

В целях предупреждения усугубления неисправности немедленно, по возможности, замените этот клапан или, в качестве предупредительной меры, поднимите толкатель топливного насоса, см. Главу 704 "Аварийный режим", Случай А.

Пункт 7

В серьезных случаях прорыв газов через поршневые кольца проявляется так же как и пропуски выпускного клапана, но иногда в начальной стадии появляется шипящий звук. Это отчетливо слышно, когда открыт сливной кран ресивера продувочного воздуха. Одновременно могут появиться дымность и искры.

При проверке или при очистке сливной трубки держитесь в стороне от направления выпуска, так как может быть выброшено горящее масло.

Если двигатель остановлен, прорыв газов можно определить при проверке состояния поршневых колец через продувочные окна - поршень и втулка чернеют в районе прорыва. Шлам, попавший в полость продувочного воздуха, может также указывать на неисправность цилиндра. См. также Главу 707, поз. 3 "Осмотр через продувочные окна".

Так как прорыв газов может быть обусловлен залеганием целых неповрежденных поршневых колец, во время эксплуатации его можно постепенно уменьшить путем снижения индекса топливного насоса на несколько минут с одновременным увеличением подачи цилиндрического масла. Если это не дает эффекта, то индекс насоса и P_{max} должны быть снижены, пока прорыв газов не прекратится.

Повышение разницы давлений $P_c - P_{max}$ не должно превосходить значения, замеренного на стенде при пониженном среднем эффективном давлении или индексе топливного насоса. В части регулировки P_{max} , см. Том II "Обслуживание", операция 909-1 и 909-1.2.

Если прорыв не устраняется, следует поднять толкатель топливного насоса или заменить поршневые кольца.

Работа с пропуском газов через поршневые кольца, даже ограниченное время, может вызвать значительное повреждение втулки цилиндра. Кроме того возникает риск пожара в поршневых полостях и ресивере продувочного воздуха, см. также Главу 704 "Пожар в ресивере продувочного воздуха".

В случае значительного прорыва газов имеется общий риск затруднений с пуском в связи со слишком низким давлением сжатия в период пусковых операций.

Причины прорыва газов изложены в Главе 707, где даются рекомендации по регулярному обслуживанию.

Пункты 10 и 16

Появление воздуха/газа в топливной системе может быть вызвано заеданием иглы форсунки или поломкой пружины.

При обнаружении дефектной форсунки замените ее и проверьте, что на головке поршня нет топлива.

Пункты 13 и 18

В нормальном рабочем состоянии реверсивный толкатель занимает самоблокирующее положение. (Реверсивный двигатель).

Однако, в случае увеличения трения в механизме привода толкателя (задир), имеется риск, что звено толкателя может изменить положение.

Пункты 12 и 17

Если для обеспечения полной нагрузки необходимо увеличить индекс индивидуального топливного насоса более, чем на 10% (от результатов ходовых испытаний), это в большинстве случаев свидетельствует об износе насоса. Обычно это подтверждается проверкой плунжера. Если поверхность отсечной кромки затемнена от эрозии, следует отправить насос в ремонт. Это обычно удается сделать расточкой втулки и установкой нового плунжера.

Пункт 28

Если причина неисправности связана собственно с регулятором, следует воспользоваться специальной инструкцией по регулятору.

Нарушение регулирования может быть вызвано также внешними влияниями. Например:

- неправильно обтянут главный цепной привод (регулятор Вудворда),
- падение давления масла на регуляторе (регулятор Вудворда),
- отсутствие давления управляющего воздуха (регулятор Вудворда),
- загрязнение регулирующего механизма,
- пропуск вспышек,
- неравномерность распределения нагрузки по цилиндрам, см. Главу 706 "Оценка параметров", поз. 2.1.

См. также поз. 2.2, "Неисправности при пуске" п. 27.

4.3 Проверки при работе

Проверка 11: Упорный подшипник

Проверьте измерительное оборудование.

Проверка 11А: Устройство натяжения цепи

Проверьте устройство натяжения цепи для привода распределительного вала и компенсаторов момента (при наличии). Объединенные устрой-

ства натяжения цепи и гидравлические демпфирующие устройства должны перенастраиваться, когда появляется окрашенная красным часть индикаторов износа. См. Том II, Обслуживание, Глава 906.

Проверка 12: Защита остановкой и Защита снижением частоты вращения (shut down и slow down)

Проверьте измерительное оборудование.

Проверка 13: АПС по давлениям (манореле)

Общее

Должно быть проверено действие и уставки АПС.

Очень **важно** тщательно проверить действие и уставки датчиков давления и температуры.

Они должны проверяться при условиях, на которые рассчитана выдача аварийного сигнала датчиками.

Это означает, что датчики низких давлений/температур должны проверяться при понижающихся давлениях/температурах, а датчики высоких давлений/температур должны проверяться при повышающихся давлениях/температурах.

Проверка

При отсутствии специального испытательного оборудования, проверка может выполняться следующим образом:

a) Манореле АПС в системах смазки и охлаждения могут быть снабжены пробным краном, с помощью которого давление у датчика может быть понижено и сигнализация при этом проверена.

b) При отсутствии подобного пробного крана, уставку сигнализации следует сместить до получения сигнала. Когда сигнал подобным образом получен, проверяется, что шкала манореле соответствует действительному давлению. (Некоторые типы манореле имеют регулируемые шкалы).

Затем восстановите на манореле ранее выбранную уставку сигнализации, что должно привести к прекращению аварийного сигнала.

Проверка 14: Термореле АПС (Термостаты)

См. также Проверку 13, "Общее".

Большинство терморегуляторов в системах охлаждения может быть проверено аналогичным образом путем смещения уставки так, чтобы датчик реагировал на действительную температуру.

Однако, в некоторых случаях, уставка не может быть достаточно снижена, и такие клапаны можно испытывать либо, когда рабочая температура будет достигнута, либо путем нагрева чувствительного элемента в ванночке совместно с контрольным термометром.

Проверка 15: Детектор масляного тумана

Проверьте детектор масляного тумана.

Настройка и проверка функции сигнализации выполняются в соответствии с инструкцией, указанной на оборудовании, либо в отдельной инструкции по Детектору масляного тумана.

Проверка 16: Наблюдения

Выполните серию наблюдений, включая индикаторные диаграммы, см. *Иллюстр. 70603 "Наблюдения за работой"* и *Главу 706, Приложение 1*. Проверьте, что давления и температуры в норме.

Проверьте распределение нагрузки по цилиндрам, см. *Главу 706 "Оценка записей"*, *Позиция 2.1*.

2. Запустите дополнительный вспомогательный двигатель для обеспечения резерва мощности для маневров.
3. Выполните испытание реверса (ЭУ с ВФШ) Оно подтвердит, что пусковые клапаны и механизм реверса работают.
4. Выдуйте сконденсировавшуюся влагу из систем пускового и управляющего воздуха непосредственно перед маневрами.

6. Остановка

Остановите двигатель, как описано под командой СТОП в поз. 8 для ЭУ с ВФШ и в поз. 9 для ЭУ с ВРШ.

См. также поз. 10 "Внезапная остановка", касающуюся быстрого снижения скорости хода судна.

7. Действия после прибытия в порт

Когда получена команда "Отбой двигателю" в ЦПУ:

1. Переключитесь на управление из ЦПУ.
2. Отключите вспомогательные воздуходувки.
3. Проверьте пусковые клапаны на утечку воздуха:

- Получите разрешение с мостика.
- Убедитесь, что валоповоротный механизм разобщен.

Это в связи с тем, что пропускающий клапан может привести к повороту коленчатого вала.

- Закройте клапан к воздухораспределителю.
- Откройте индикаторные краны.
- Переключитесь на аварийное управление.

См. поз. 8.4, "Аварийное управление с местного поста", касающуюся операции перевода управления.

5. Подготовка двигателя перед прибытием в порт

Примечание: См. Главу 707, поз. 3.1, касающуюся осмотра через продувочные окна, перед приходом в порт.

1. Решите, будут ли маневры в гавани выполняться на дизельном топливе или на тяжелом топливе. *См. также Главу 705, поз. 4.2.*

Перевод на другое топливо следует производить за один час до первого ожидаемого маневра. *См. Главу 705, поз. 4.2 "Переключение видов топлива".*

- Нажмите кнопку ПУСК.

При этом к пусковым клапанам проходит пусковой воздух, но не проходит управляющий воздух.

- Проверьте, не выходит ли воздух из какого-либо из индикаторных кранов.

В этом случае соответствующий пусковой клапан имеет утечку.

- Замените или переберите неисправные пусковые клапаны.
4. Застопорите главный пусковой клапан в нижнем положении с помощью стопорной пластины.
 5. Для двигателей с необъединенной масляной системой: Остановите насос смазки распределительного вала.
 6. Перекройте и провентилируйте системы управляющего воздуха и воздуха защиты.
 7. Выждите по меньшей мере 15 минут после остановки двигателя, затем:

- остановите масляные насосы
- остановите насосы охлаждающей воды

Это предотвращает перегрев охлаждаемых поверхностей в камерах сгорания и препятствует образованию нагара на головках поршней.

8. Топливные насосы:

Работал ли дизель на тяжелом топливе вплоть до остановки?	
ДА	<ul style="list-style-type: none"> • Остановите топливоподкачивающие насосы • Сохраняйте топливо прогретым <p><i>Температура циркулирующего топлива на время стоянки двигателя может быть снижена, как описано в Главе 705, Поз. 3.2, "Подогрев топлива на стоянке"</i></p> <p>Примечание: Холодное тяжелое топливо затруднительно или даже невозможно перекачивать</p>
НЕТ	<ul style="list-style-type: none"> • Остановите топливоподкачивающие и топливные циркуляционные насосы

9. Подогрев пресной воды на стоянке:

Превысит ли стоянка в гавани 4-5 дней?	
ДА	<ul style="list-style-type: none"> • Поддерживайте двигатель прогретым или ненагретым. Однако, см. поз. 1.3 и 3.1
НЕТ	<ul style="list-style-type: none"> • Поддерживайте двигатель прогретым минимум до 50°C. Это противодействует коррозионному воздействию на втулки цилиндров при запуске. • Используйте встроенный подогреватель или систему охлаждения вспомогательного двигателя для прогрева ГД <p><i>См. также Главу 709, поз. 3 "Система охлаждения цилиндров"</i></p>

10. Отключите прочее оборудование, в котором нет необходимости во время стоянки двигателя.

11. В отношении проверок, которые должны выполняться во время стоянки двигателя, см. Главу 702, "Проверки во время стоянки".

8. Система управления двигателем, Установка с ВФШ

На Иллюстрации 70306 пневматический сигнал СТОП обозначен красным, а управляющий воздух - желтым цветом.

8.1 Общее

Система управления показана в следующем состоянии:

Для установок, оборудованных ВФШ, возможны следующие режимы управления:

- Дистанционное управление из ЦПУ
- Дистанционное управление с мостика (дополнение)
- Аварийное управление

- СТОП
- Последнее заданное направление вращения: ВПЕРЕД
- Дистанционное управление из ЦПУ
- Питание подведено (пневматическое + электрическое)
- Главный пусковой клапан в положении РАБОТА.

В связи с этим двигатель готов к пуску.

8.2 Дистанционное управление из ЦПУ (Дополнение) Иллюстрации 70306, 70307

Команды СТОП, ПУСК и установка частоты вращения задаются вручную переводом рукоятки регулирования, соответственно команде, полученной с мостика.

Клапан переключения постов (100-B5) должен быть в положении "Дистанционное управление".

Команды реверса (ВПЕРЕД или НАЗАД) задаются рукояткой приемника машинного телеграфа.

Команда СТОП	<i>Сигнал СТОП показан красным на Илл. 70306, 70307</i>
Переведите рукоятку управления в положение СТОП	
Задействованы следующие позиции:	Функция:
64-B3	<p>Действует клапан 38-C6, который воздействует на:</p> <p>25-C6: Подводит управляющий воздух к перепускному клапану каждого топливного насоса.</p> <p><i>Это предотвращает впрыск в цилиндры топлива под высоким давлением.</i></p> <p>117-G8: Воздействует на воздухораспределитель, приводя его в состояние готовности к моменту подачи сигнала на пуск.</p> <p>Далее воздух подводится к клапанам реверса, смонтированным в приемнике телеграфа, 70-C3.</p>
<i>Сигнал СТОП сохраняется, пока рукоятка управления находится в положении СТОП, в положении ПУСК или между ними.</i>	

Команда ПУСК	Сигнал ПУСК показан красным пунктиром на Илл. 70307 Сигнал ВПЕРЕД показан синим, а сигнал НАЗАД показан синим пунктиром на Илл. 70307
<p>Примечание: В отношении медленного проворачивания см. "Медленное проворачивание (Дополнение)", стр. 703.22</p> <p>Переведите рукоятку телеграфа в требуемое направление вращения Переведите рукоятку управления в положение ПУСК</p> <p>Ниже описывается последовательность операций для ПУСКА ВПЕРЕД</p>	
Задействованы следующие позиции:	Функция:
<p>70-С3 (Клапан ВПЕРЕД)</p> <p>63-В3</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Действует на клапан 10-14, который подает воздух к цилиндрам реверса 13-17 и 57-Н5. <p>При этом реверсируется воздухораспределитель и толкатели топливных насосов, если они еще не находятся в требуемом положении</p> <p>Примечание: Толкатели могут реверсироваться только, когда двигатель вращается.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Подводит воздух на клапан блокировки 55-Н5. <p>Когда воздухораспределитель установится в требуемое положение, воздух направляется на клапан 37-Д5. Этим предотвращается пуск двигателя, если воздухораспределитель находится в неправильном положении.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Действует на клапан 37-Д5. <p>При условии, что клапан блокировки 55-Н5 свободен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Подает управляющий воздух на клапан 33-Д6. <p>При условии, что валоповоротный механизм разобцен (115-Г3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Действует на клапаны: <ul style="list-style-type: none"> 14-14: Блокирует реверс воздухораспределителя во избежание аварии. 15-14: См. 14-14 выше. 26-Г8: Открывает подвод воздуха к воздухораспределителю. 27-Н7: Открывает ГПК и (дополнительно) клапан медленного проворачивания, который подводит воздух к: <ul style="list-style-type: none"> - Воздухораспределителю - Пусковым клапанам <p>Примечание: Если имеется медленное проворачивание, предусматривается клапан 28-Н7, предотвращающий открытие ГПК, пока коленчатый вал не сделает хотя бы один оборот.</p>
Теперь двигатель вращается на воздухе.	

Команда ПУСК (прод.)	
Когда достигнут пусковой уровень об/мин	8-12% от частоты вращения МДМ, см. Илл. 70305
Переведите рукоятку управления в требуемое положение	
Следующие позиции выведены из действия:	Функция:
64-В3	<p>Выключает из работы клапан 38-С6, который выводит из действия:</p> <p>25-С6: Вентилюет перепускные клапаны (С10), обеспечивая впрыск в цилиндры топлива под высоким давлением.</p> <p>117-С8: Перекрывает подачу управляющего воздуха к воздухораспределителю.</p> <p><i>Функция памяти обеспечивает, чтобы те пусковые клапаны, которые уже находятся в действии, оставались открыты в течение остающегося периода открытия.</i></p> <p>70-С3: С шестисекундной задержкой 69-С3 выводит из действия клапан 10-14, который вентилюет цилиндры реверса 13-17 и 57-Н5.</p> <p><i>Эта шестисекундная задержка делается для обеспечения того, чтобы толкатели ТНВД изменили свое положение.</i></p>
63-В3	<p>Выключает из работы клапан 37-Д5, вызывая вывод из действия клапана 33-Д6, и с односекундной выдержкой (32-Д6) выводит из действия:</p> <p>14-14: Вентилюет блокировку воздухораспределителя.</p> <p>15-14: См. 14-14, выше.</p> <p>26-С8: Перекрывает подвод воздуха к воздухораспределителю.</p> <p>27-Н7: Закрывает главный пусковой клапан и (дополнительно) клапан медленного проворачивания.</p> <p><i>Эта односекундная выдержка обеспечивает сохранение ГПК в открытом положении для подачи воздуха в те цилиндры, которые находятся в положении ПУСК.</i></p>
Установите частоту вращения рукояткой управления.	
<p>В случае ОТКАЗА в ПУСКЕ, т.е. если двигатель останавливается по окончании последовательности пусковых операций:</p> <ul style="list-style-type: none"> Отменить ограничители в регуляторе воздействием на выключатели 79-Д4. <i>Это позволит регулятору подать больше топлива в пусковой период.</i> Повторите попытку пуска, как описано выше, по "Команде ПУСК". 	

Реверс и ПУСК в новом направлении
<ul style="list-style-type: none"> • Остановите двигатель, как описано выше, по "Команде СТОП". • Запустите двигатель в противоположном направлении, как описано выше по "Команде ПУСК". <p>Примечание: В отношении реверса и пуска в новом направлении при высокой скорости хода судна см. поз. 10 "Внезапная остановка".</p>

Медленное проворачивание (Дополнительно)
<p>Если система управления оборудована устройством для медленного проворачивания, мы рекомендуем пользоваться им в связи с пуском двигателя, если двигатель был остановлен более, чем на 30 минут.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Задействуйте выключатель медленного проворачивания 78-D4 вручную на пульте управления. <p><i>Выключатель включает соленоидный клапан 28-H7, который вентилирует пневматическую магистраль открытия к главному пусковому клапану и удерживает ее в закрытом положении, пока открыт только меньший клапан медленного проворачивания.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Дайте команду ПУСК рукояткой управления. • Когда коленчатый вал сделает хотя бы один оборот, выведите из действия выключатель медленного проворачивания. <p><i>Главный пусковой клапан открывается, и может продолжаться нормальная операция ПУСКА.</i></p>

8.3 Дистанционное управление с мостика

(Дополнение) Иллюстрации 70305, 70308

Перевод управления из ЦПУ на управление с мостика выполняется переводом переключателя постов 80-A2 на пульте управления.

Пост управления при включении переключателя изменяется немедленно.

При дистанционном управлении с мостика сигналы СТОП, ПУСК, реверс (ВПЕРЕД или НАЗАД) и частоты вращения задаются рукояткой управления на мостике, обычно рукояткой машинного телеграфа на мостике, не указанной на схеме.

Необходимые функции, как перевод на топливо при ПУСКовой частоте вращения, медленное проворачивание (дополнение), выдержка сигналов реверса и отмена ограничителей на регуляторе при повторном ПУСКе встроены электронно в систему дистанционного управления. Преобразование в пневматические сигналы осуществляется с помощью соленоидных клапанов (84-F2), (86-F2), (88-F2) и (90-G2) для команд СТОП, ВПЕРЕД, НАЗАД и ПУСК соответственно, как описано в "Дистанционное управление из ЦПУ".

Операция вне пульта управления реализуется, как описано в "Дистанционное управление из ЦПУ", Иллюстрация 70306-07.

Если частота вращения двигателя падает ниже пускового уровня, до уровня "отказ пуска" после "переключи на топливо", система дистанционного управления автоматически обнаружит пусковую ошибку и выполнит автоматически повторный ПУСК, сравни диаграмму последовательности операций, Илл. 70305.

8.4 Аварийное управление с местного поста на двигателе Иллюстрации 70301, 70302, 70309

В случае неисправности обычной пневматической системы управления, регулятора или его электроники, или если - по иным причинам - требуется прямое управление топливными насосами, двигателем можно управлять с аварийного поста на двигателе.

Переход при остановленном двигателе:

См. детальное описание в Иллюстрации 70302.

Переход при работающем двигателе:

- Снизить нагрузку двигателя до макс. 80% от МДМ,
- Проверить, чтобы положение реверсивного клапана 105-С5 соответствовало действительному направлению вращения.
- Перевести регулирующий маховичок до совмещения фигурных вырезов в механизме передачи управления в положение, противоположное друг другу.
- Установить блокирующий рычаг в аварийное положение.

- Быстро передвиньте плотно прижатый маховичок в противоположное положение.

При этом топливные насосы отсоединяются от регулятора и подсоединяются к регулирующей рукоятке на аварийном посту.

- Переведите клапан переключения 100-В5 в положение АВАРИЙНОЕ.

При этом вентилируется клапан 80-А2 и подводится управляющий воздух к клапанам в местном посту управления.

Если СТОП клапан 102-В5 не выведен из действия, двигатель теперь получает команду СТОП.

- Введите быстро в действие клапан ПУСК 101-В5.
Этот импульс воздуха разгрузит клапан СТОП 102-В5.
- Установите частоту вращения непосредственно маховичком регулирования.

Примечание: Когда регулятор отсоединен, двигатель остается защищенным от разности электрическим предельным выключателем, т.е. двигатель останавливается автоматически, если частота вращения повысится до уставки, превышающей предельную частоту вращения (по разности). Защита остановкой по разности (shut down) может быть восстановлена только переводом регулирующего маховичка в положение СТОП. Поэтому маневрирование должно производиться весьма внимательно, особенно при плавании в штормовую погоду.

Команда СТОП	Сигнал СТОП показан красным цветом на Иллюстр. 70309
Задействуйте клапан СТОП 102-В5	
Приводятся в действие следующие клапаны:	Функция:
25-С6	Подводит управляющий воздух к перепускному клапану на каждом топливном насосе. <i>Это препятствует впрыску топлива под высоким давлением в цилиндр.</i>
117-С8	Задействует воздухораспределитель, чтобы он был в готовности к моменту, когда будет дан пусковой сигнал. Далее, подается воздух к клапану реверсирования 105-С5.

Команда ПУСК	Сигнал ПУСК показан красным пунктиром в Илл. 70309 Сигнал ВПЕРЕД показан синим, а сигнал НАЗАД показан синим пунктиром на Иллюстр. 70309
Переведите клапан реверса 105-С5 в заданное положение. Ниже описывается последовательность операций для ПУСКА ВПЕРЕД.	
Введены в действие Следующие позиции:	Функции:
10-14	<p>Подает воздух к цилиндрам реверса 13-17 и 57-Н5.</p> <p><i>Это вызывает реверсирование воздухораспределителя и толкателей топливных насосов, если они еще не находились в требуемом положении.</i></p> <p>Примечание: Толкатели можно реверсировать только, когда двигатель вращается.</p>
<p>Когда воздухораспределитель находится в заданном положении:</p> <p>Примечание: Это должно быть проверено визуально</p>	
<p>Переведите маховичок регулирования в соответствующее положение.</p> <p>Приведите в действие клапан ПУСК 101-В5.</p>	
Остаются введенными в действие следующие позиции:	Функция:
25-С6	См. команду "СТОП" выше.
117-Г8	См. команду "СТОП" выше.
10-14	См. команду "СТОП" выше.
Введены в действие следующие позиции:	Функция:
33-Д6	<p>При условии, что валоповоротный механизм разобщен:</p> <p>Вводит в действие клапаны:</p> <p>14-14: Блокирует реверсирование воздухораспределителя во избежание аварии.</p> <p>15-14: См. 14-14, выше.</p> <p>26-Г8: Открывает подвод воздуха к воздухораспределителю.</p> <p>27-Н7: Открывает ГПК и (дополнительно) клапан медленного проворачивания, который подводит воздух к:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Воздухораспределителю, • Пусковым клапанам
Двигатель теперь будет вращаться на пусковом воздухе.	

Команда ПУСК (прод.)	
Когда достигнут пусковой уровень об/мин	8-12% от частоты вращения при МДМ, см. Иллюстр. 70305
Выключите клапан ПУСК 101-B5	
Выводятся из действия следующие позиции:	Функция:
25-C6	Вентилюет перепускные клапаны (С-10), обеспечивая впрыск топлива высокого давления в цилиндры.
117-G8	Отсекает подачу управляющего воздуха к воздухораспределителю. <i>Функция памяти обеспечивает, чтобы те пусковые клапаны, которые уже находятся в действии, оставались открытыми в течение остающегося периода открытия.</i>
33-D6	С односекундной выдержкой выводит из действия клапаны: 26-G8: Закрывает подвод воздуха к воздухораспределителю. 27-H7: Закрывает ГПК и (дополнительно) клапан медленного проворачивания. <i>Эта односекундная выдержка обеспечивает, чтобы ГПК оставался в открытом положении для подачи воздуха в те цилиндры, которые находятся в положении ПУСК.</i>
105-C5 (с задержкой в шесть секунд)	Выводит из действия клапан 10-14, который вентилюет цилиндры реверса 13-17 и 57-H5. <i>Эта 6-секундная задержка делается для обеспечения того, чтобы толкатели ТНВД изменили свое положение.</i>
Установите частоту вращения непосредственно маховичком регулирования. См. также Примечание , касающееся защиты остановкой от разноса, в начале поз. 8.4	

Реверсирование и ПУСК в новом направлении

- Введите в действие клапан СТОП 102-B6.
- Переключите реверсивный клапан 105-C5.
Этим реверсируются толкатели топливных насосов и воздухораспределитель.
- Проверьте визуально, что воздухораспределитель находится в соответствующем положении.
- Запустите двигатель, как описано выше, по команде ПУСК.

Примечание: В отношении реверса и пуска в новом направлении при высокой скорости хода судна, см. поз. 10 "Внезапная остановка".

8.5 Блокировки

В систему управления встроены следующие блокировки:

1. Блокировка пуска при включенном валоповоротном механизме

Когда включен валоповоротный механизм, задействован клапан (115-G3), благодаря чему блокируется подвод воздуха к клапану (33-D6), образующему часть пусковой системы, *Иллюстр. 70306*. Это означает, что при включенном валоповоротном механизме двигатель не может запуститься. Действует при всех вариантах управления.

2. Положение воздухораспределителя

Когда воздухораспределитель устанавливается в положение ВПЕРЕД, работает клапан (55-H5), направляя воздух к клапану (37-D5), входящий в пусковую систему.

Работа схемы в случае команды НАЗАД аналогична. Клапан (56-H5) должен вступить в работу прежде, чем воздух поступит на клапан (37-D5).

Эта блокировка гарантирует, что двигатель не может быть запущен до тех пор, пока воздухораспределитель не будет в заданном положении, т.е. ВПЕРЕД или НАЗАД.

Блокировка действует только при дистанционном управлении из ЦПУ или с мостика.

3. Блокировка воздухораспределителя в период ПУСКА

Когда дан сигнал на ПУСК, работают оба клапана (14-I5) и (15-I4).

При этом реверсирование воздухораспределителя блокируется, пока пусковой воздух подается к двигателю. (Реверсирование воздухораспределителя в период ПУСКА могло бы повредить воздухораспределитель.) Действует при всех видах управления.

4. Невозможность пуска при непусковом шаге ВРШ (Только ЭУ с ВРШ) (Иллюстр. 70314)

Когда гребной винт находится в положении нулевого шага, действует клапан (140-F3), позволяющий сигналу ПУСК быть поданным на клапан (33-D6). Если шаг увеличен, клапан (140-F3) будет выведен из действия и возможность пуска будет заблокирована.

8.6 Система Защиты

Иллюстр. 70310

Система защиты является полностью автономной системой для защиты двигателя.

Пневматическая часть системы защиты отделена от системы управления и снабжается воздухом через клапан (16-J10), а управляется от системы защиты (с отдельным питанием, на схеме не показано). В случае защиты остановкой (shut down) система защиты воздействует на клапан (127-E9). При этом пневмосигнал подводится к перепускным клапанам (C10) каждого топливного насоса, что приводит к остановке двигателя. Система действует при всех видах управления двигателем, см. Илл. 70310, где она изображена пурпурным цветом.

8.7 Диаграмма последовательности режимов *Иллюстрации 70305, 70311*

На схемах показаны наиболее важные сигналы в системе управления при пуске, остановке, реверсе и т.д..

Схемы могут также помочь при поиске неисправностей.

8.8 Функции отдельных клапанов

Знаки применяемые для:

- : Всех типов ЭУ
- F : ЭУ с ВФШ
- CR : ЭУ с ВРШ и реверсивным дизелем
- CNR : ЭУ с ВРШ и неревверсивным дизелем

1: Шаровой клапан

Для ручного отключения подачи воздуха в систему управления.

- 3: Шаровой клапан
Для ручного отключения подачи воздуха к выпускному клапану.
- 6: Манометр
Для измерения давления воздуха в системе управления.
- 7: Магнитный выключатель (F, CR)
Работает, когда пневмоцилиндр реверса (13) находится в положении ВПЕРЕД.
- 8: Магнитный выключатель (F, CR)
Работает, когда пневмоцилиндр реверса (13) находится в положении НАЗАД.
- 9: Шаровой клапан (F, CR)
Для ручной блокировки подвода воздуха к пневмоцилиндру (13).
- 10: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Подает воздух к реверсирующим цилиндрам (13) и (57) для реверса в направлении ВПЕРЕД.
- 11: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Подает воздух к реверсирующим цилиндрам (13) и (57) для реверса в направлении НАЗАД.
- 13: Пневмоцилиндр (F, CR)
Реверсирует толкатели топливного насоса на ход ВПЕРЕД и НАЗАД.
- 14: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Предотвращает реверсирование воздухо-распределителя в период подачи пускового воздуха.
- 15: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Предотвращает реверсирование воздухо-распределителя в период подачи пускового воздуха.
- 16: Шаровой клапан
Для ручного отключения подачи воздуха защиты.
- 19: Манометр
Для измерения давления воздуха в системе защиты.
- 20: Воздушный баллон
Уменьшает задержки времени в системе управления.
- 21: Шаровой клапан
Для спуска воды из системы управления.
- 23: Сдвоенный невозвратный клапан
- 25: Двухпозиционный трехходовой клапан
Управляет перепускными клапанами ТНВД.
- 26: Двухпозиционный трехходовой клапан
Предотвращает поступление воздуха к воздухо-распределителю в случае протечки ГПК. Пропускает воздух при ПУСКЕ.
- 27: Двухпозиционный пятиходовой клапан
Управляет ГПК и клапаном медленного проворачивания (при наличии). (Открыт или закрыт).
- 28: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан
Управляет медленным проворачиванием. Блокирует открытие ГПК при медленном проворачивании.
- 29: Сдвоенный невозвратный клапан (F, CR)
- 30: Сдвоенный невозвратный клапан (F, CR)
- 31: Сдвоенный невозвратный клапан
- 32: Дроссельный невозвратный клапан
Задерживает сброс управляющего сигнала на клапаны (26) и (27). Задержка регулируемая.
Целью этой задержки является обеспечение выполнения последовательности пусковых операций в тех цилиндрах, к которым подведен пусковой воздух. Это обеспечивает надежный пуск двигателя. Время задержки около 1 сек.

- 33: Двухпозиционный трехходовой клапан
Подает сигнал управления на клапаны (26) и (27), когда валоповоротный механизм разобщен, и дан управляющий сигнал от клапана (37).
- 37: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Подает управляющий сигнал при команде ПУСК.
- 38: Двухпозиционный трехходовой клапан
Подает управляющий сигнал на клапаны (25) и (117), когда дан сигнал СТОП.
- 40: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан (F, CR)
Изменяет управляющий сигнал к силовому приводу (52) при СТОП и работе НАЗАД.
- 41: Конечный выключатель
Подает сигнал в систему управления и разобщает щит приборов на аварийном (местном) посту, когда механизм переключения постов в положении дистанционного управления (с мостика или из ЦПУ). (Регулятор включен).
- 42: Силовой привод электронного регулятора
Управляет топливными насосами.
- 47: Конечный выключатель (F)
Отключает АПС от лубрикаторов при нулевом положении регулирующего вала.
- 48: Конечный выключатель
Восстанавливает функцию защиты остановкой (на панели защиты), когда рукоятка управления находится в положении СТОП при аварийном управлении.
- 49: Дроссельный невозвратный клапан
Управляет задержкой времени управляющего сигнала к силовому приводу (52) при работе ВПЕРЕД.
- 50: Сдвоенный невозвратный клапан (F, CR)
- 51: Манометр
Для измерения давления управляющего воздуха к силовому приводу (52).
- 52: Силовой привод
Регулирует опережение впрыска в соответствии со средним индикаторным давлением.
- 53: Регулирующий клапан
Подает управляющее давление на силовой привод (52) в соответствии со средним эффективным давлением при работе ВПЕРЕД.
- 55: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Блокирует сигнал ПУСК ВПЕРЕД до тех пор, пока воздухораспределитель не будет в положении ВПЕРЕД.
- 56: Двухпозиционный трехходовой клапан (F, CR)
Блокирует сигнал ПУСК НАЗАД до тех пор, пока воздухораспределитель не установится в положение НАЗАД.
- 57: Пневмоцилиндр (F, CR)
Реверсирует воздухораспределитель (Н4) из положения НАЗАД в положение ВПЕРЕД и обратно.
- 58: Быстродействующий разгрузочный клапан
Обеспечивает быстрое стравливание управляющего сигнала СТОП от клапана (64), когда рукоятка управления переводится из положения ПУСК на работу при управлении из ЦПУ.
- 59: Редукционный клапан (F, CR)
Управляет предварительно установленным управляющим давлением к силовому приводу (52) при работе НАЗАД.
- 60: Конечный выключатель
Дает сигнал остановки (shut down) регулятору, когда рукоятка управления находится в положении СТОП.
- 61: Конечный выключатель
Восстанавливает функцию защиты остановкой (в панели системы защиты), когда рукоятка управления находится в положении СТОП.

- 62: Потенциометр (В3)
Регулирует сигнал задания частоты вращения регулятору при управлении из ЦПУ.
- 63: Двухпозиционный трехходовой клапан
Подводит сигнал ПУСК к клапану (37), когда рукоятка управления переводится из положения СТОП в положение ПУСК при управлении из ЦПУ.
- 64: Двухпозиционный трехходовой клапан
Подводит сигнал СТОП к клапану (38) и клапанам реверса в телеграфе, когда, при управлении из ЦПУ, рукоятка управления находится в положении СТОП или ПУСК или любом промежуточном положении между ними.
- 69: Дроссельный невозвратный клапан (F, CR)
Удерживает клапаны (10) и (11) действующими еще в течение 6 секунд после ПУСК при управлении из ЦПУ.
- 70: Машинный телеграф
Для реверсивных двигателей:
Включает клапаны ВПЕРЕД и НАЗАД, находящиеся под воздействием рукоятки телеграфа. Подводит сигнал реверса к клапанам (10) и (11) и подает воздух к клапанам (55) и (56), соответствующим положениям телеграфа ВПЕРЕД или НАЗАД при управлении из ЦПУ.
- 73: Манометр
Показывает давление воздуха на пульте управления (7 бар).
- 74: Воздушный баллон 20л
Сокращает временные задержки в системе управления.
- 75: Дренажный клапан
Для слива воды из системы управления.
- 76: Реле давления
Дает сигнал в систему управления, когда двигатель управляется из ЦПУ. Уставка: 2 бар.
- 77: Реле давления (F, CR)
Разобщает функцию восстановления и функции отмены в системе управления с мостика от системы защиты при управлении из ЦПУ. Уставка: 2 бар.
- 78: Конечный выключатель
Вводит в действие клапан медленного проворачивания (28) при управлении из ЦПУ.
- 79: Конечный выключатель
Отменяет ограничение в регуляторе при управлении из ЦПУ.
- 80: Двухпозиционный пятиходовой клапан
Подводит управляющий воздух к системе управления с мостика или системе управления из ЦПУ.
- 83: Реле давления (F)
Выдает сигнал системе управления, когда двигатель управляется с мостика, и управляет реле для перевода сигнала воздействия для соленоидного клапана (медленного проворачивания) и сигналов к регулятору от управления из ЦПУ на управление с мостика и наоборот.
Уставка: 2 бар.
- 84: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан (F)
Дает управляющий сигнал клапану (38), когда с мостика дана команда СТОП.
- 85: Сдвоенный невозвратный клапан (F)
- 86: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан (F)
Дает управляющий сигнал клапану (10) и подводит воздух к клапану (55) при команде ВПЕРЕД с мостика.
- 87: Сдвоенный невозвратный клапан (F)
- 88: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан (F)
Дает управляющий сигнал клапану (11) и подводит воздух к клапану (56) при команде НАЗАД с мостика.
- 89: Сдвоенный невозвратный клапан (F)
- 90: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан (F)
Подводит управляющий сигнал на клапан (37) при команде ПУСК с мостика.

- 91: Сдвоенный невозвратный клапан (F)
- 100: Двухпозиционный пятиходовой клапан
Переключает воздух управления с аварийной системы управления к системе дистанционного управления и наоборот.
- 101: Двухпозиционный трехходовой клапан с ручным управлением
Подает сигнал ПУСК на клапаны (33), (102) и (117) и подает воздух на клапан (105) при аварийном управлении. Дает комбинированный сигнал ПУСК и СТОП при управлении с аварийного поста.
- 102: Двухпозиционный трехходовой клапан с ручным управлением
Подает сигнал СТОП на клапаны (25), (117) и воздух на клапан (105) при управлении с аварийного поста.
- 103: Сдвоенный невозвратный клапан
- 104: Дроссельный невозвратный клапан (F, CR)
Удерживает клапаны (10) и (11) работающими в течение 6 секунд после ПУСКА при аварийном управлении.
- 105: Двухпозиционный пятиходовой клапан с ручным управлением (F, CR)
Подает управляющий сигнал на клапаны (10) и (11) в соответствии с командами (ВПЕРЕД или НАЗАД) при управлении с аварийного поста.
- 106: Реле давления
Разобщает функцию восстановления и функции отмены в системах дистанционного управления от системы защиты при аварийном управлении. Уставка: 2 бар.
- 107: Реле давления
Дает сигнал в систему управления при управлении с аварийного поста. Уставка: 2 бар.
- 114: Конечный выключатель
Дает сигнал на лампу в пульте управления, когда отсечной клапан (118) находится в открытом состоянии.
- 115: Двухпозиционный трехходовой клапан
Блокирует возможность ПУСКА при включенном валоповоротном механизме.
- 116: Конечный выключатель
Выдает сигнал на лампу в пульте управления и дает индикацию на мостике, если валоповоротный механизм находится в зацеплении.
- 117: Двухпозиционный трехходовой клапан
Задействует воздухораспределитель когда команда СТОП получена.
- 118: Отсечной клапан
Для ручного отключения управляющего воздуха к воздухораспределителю.
- 119: Конечный выключатель
Выдает сигнал на лампу в пульте управления и индикацию на мостике, когда воздухораспределитель заблокирован.
- 120: Конечный выключатель
Выдает сигнал "В работе/Блокирован" на лампу в пульте управления.
- 121: Конечный выключатель
Выдает сигнал системе "Отбой двигателя", когда ГПК заблокирован.
- 122: Датчик давления пускового воздуха (F)
Блокирует возможность ПУСКА с мостика, если давление пускового воздуха - низкое. Уставка: 15 бар.
- 125: Воздушный баллон 20л
Сокращает задержки времени в системе защиты.
- 126: Шаровой клапан
Для слива воды из системы защиты.
- 127: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан
Задействует перепускные клапаны ТНВД при поступлении сигнала остановка-shut down (от системы защиты).
- 128: Сдвоенный невозвратный клапан

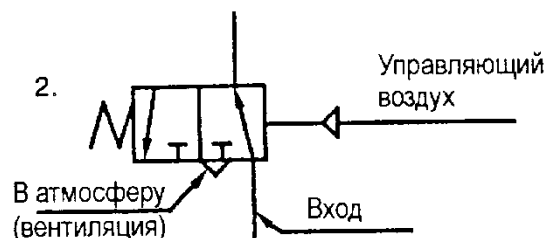
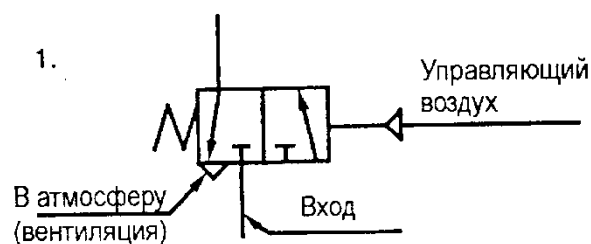
- 137: Невозвратный клапан
Предотвращает обратный поток воздуха от выпускного клапана.
- 139: Сдвоенный невозвратный клапан (CR)
- 140: Двухпозиционный трехходовой соленоидный клапан (CR, CNR)
Предотвращает пуск двигателя при не-нулевом шаге винта.
- 141: Реле давления (CR, CNR)
Дает сигнал в систему управления, когда двигатель управляется с мостика и управляет переводом сигналов воздействия на регулятор от управления из ЦПУ на управление с мостика и наоборот.
Уставка: 2 бар.
- 143: Сдвоенный невозвратный клапан (CR, CNR)
- 144: Соленоидный клапан (CR, CNR)
Выдает комбинированный сигнал ПУСК и СТОП в случае повторного пуска с мостика.
- 145: Сдвоенный невозвратный клапан
- 146: Двухпозиционный пятиходовой клапан с ручным управлением (CR)
Подводит управляющий сигнал к клапанам (10) и (11) и поводит воздух к клапану (55) или (56), в зависимости от положения ВПЕРЕД или НАЗАД при управлении из ЦПУ.
- 151: Реле давления (CR, CNR)
Отменяет сигнал отказа тахометра из системы защиты после его выдачи.
Уставка" 4 бар.

8.9 Описание символа

Символы (условные обозначения) состоят из одного или нескольких квадратных полей. Число полей соответствует количеству положений клапана. Соединительные линии подводятся к полю, которое представляет положение клапана в данный момент процесса.

Под изменением положения понимается место, занимаемое полями, перемещаемыми (после прохождения управляющего сигнала) под прямыми углами к соединительным линиям подвода воздуха, которые имеют постоянное положение на схеме. Короткая поперечная линия на оборванной линии указывает на закрытый проход.

Пример управляемого двухпозиционного клапана с пружинным возвратом:



1. = Начальное положение
2. = Измененное положение (после подачи сигнала управления)

9. Система управления двигателем (ЭУ с ВРШ)

В отношении описания оборудования управления шагом смотрите специальные инструкции поставщика.

9.1 Общее (Реверсивные двигатели)

Для установок с реверсивными двигателями, оборудованных винтом регулируемого шага, возможны следующие режимы управления:

- Дистанционное управление из ЦПУ
- Управление с мостика: повторный пуск двигателя (Дополнение)
- Аварийное управление

Примечание: Это описание включает только пневматическую систему управления. Управление шагом винта показано на диаграмме последовательности операций, Илл. 70311.

На Иллюстрациях 70312, 70313 пневмосигнал СТОП показан красным, сигнал ПУСК показан красным пунктиром, управляющий воздух обозначен зеленым, воздух защиты окрашен пурпурным цветом (см. Инстр. на англ. яз.).

Система управления представлена в следующем состоянии:

- СТОП
- Управление из ЦПУ
- Энергия подведена (пневматическая + электрическая)
- ГПК в положении РАБОТА
- Последнее заданное направление вращения ВПЕРЕД.

9.2 Дистанционное управление из ЦПУ

Иллюстрация 70312

Клапан переключения 100-B5 должен находиться в положении "Дистанционное управление".

Команды СТОП, ПУСК и задания частоты вращения даются вручную перемещением рукоятки управления в соответствии с командой с мостика.

Клапан реверса 146-C3 удерживается в положении ВПЕРЕД с помощью съемного блокирующего устройства для предотвращения непреднамеренного реверсирования.

Команда СТОП	<i>Сигнал СТОП показан красным на Иллюстр. 70312.</i>
Установите рукоятку управления в положение СТОП	
Задействованы следующие позиции: 64-B3	<p>Функция:</p> <p>Действует на клапан 38-C6, который воздействует на:</p> <p>25-C6: Подводит управляющий воздух к перепускным клапанам на каждом ТНВД.</p> <p><i>Это предотвращает впрыск топлива высокого давления в цилиндры.</i></p> <p>117-G8: Воздействует на воздухораспределитель, приводя его в готовность к моменту подачи пускового сигнала.</p> <p>Далее, воздух подается к реверсивным клапанам, установленным в приемнике телеграфа, 70-C3.</p>
Сигнал СТОП сохраняется, пока рукоятка управления находится в положении СТОП, в положении ПУСК и в диапазоне между ними.	

Команда ПУСК (прод.)	
Когда достигнут пусковой уровень об/мин	8-12% от частоты вращения при МДМ, см. Иллюстр. 70311
Переведите рукоятку управления в требуемое положение	
Выведены из действия следующие позиции:	<p>Функция:</p> <p>64-В3 Выключает из работы клапан 38-С6, который выводит из действия:</p> <p>25-С6: Вентилирует перепускные клапаны (С10), обеспечивая впрыск в цилиндры топлива под высоким давлением.</p> <p>117-Г8: Перекрывает подачу управляющего воздуха к воздухораспределителю.</p> <p><i>Функция памяти обеспечивает, чтобы те пусковые клапаны, которые уже находятся в действии, оставались открытыми в течение остающегося периода открытия.</i></p> <p>70-С3: С 6-секундной выдержкой, 64-С3 выводит из действия клапан 10-І4, который вентилирует цилиндры реверса 13-І7 и 57-Н5.</p> <p><i>Эта 6-секундная выдержка делается для обеспечения того, чтобы толкатели ТНВД изменили свое положение.</i></p> <p>63-В3 Выводит из действия клапан 37-Д5, вызывая разгрузку клапана 33-Д6 и с односекундной выдержкой (32-Д,) выводит из действия:</p> <p>14-І4: Вентилирует блокировку воздухораспределителя.</p> <p>15-І4: См. 14-І4, выше</p> <p>26-Г8: Перекрывает подвод воздуха к воздухораспределителю.</p> <p>27-Н7: Закрывает ГПК и (дополнительный) клапан медленного проворачивания.</p> <p><i>Эта односекундная выдержка обеспечивает сохранение ГПК в открытом положении для подачи воздуха в те цилиндры, которые находятся в положении ПУСК.</i></p>
Установите частоту вращения рукояткой управления.	
<p>В случае отказа в ПУСКе, т.е. если двигатель останавливается по окончании пусковых операций:</p> <ul style="list-style-type: none"> Отмените ограничения в регуляторе воздействием на конечный выключатель 79-Д4. <i>Это позволит регулятору подать больше топлива в пусковой период.</i> Повторите попытку пуска, как описано выше, по "Команде ПУСК". <p>Примечание: Двигатель может быть запущен только при положении гребного винта на нулевом шаге, в связи с блокировкой 140-Ф3. В случае отказа возможно снять эту блокировку вручную, см. Иллюстр. 70317.</p>	

Реверс и пуск в новом направлении

- Остановите двигатель, как описано выше, по "Команда СТОП".
- Запустите двигатель в противоположном направлении, как описано выше, по "Команда ПУСК".

Примечание: В отношении реверса и пуска в новом направлении при высокой скорости хода судна, см. поз. 10 "Внезапная Остановка" или "Экстренная остановка".

9.3 Управление с мостика.

Повторный пуск двигателя

Иллюстрация 70131

При дистанционном управлении с мостика установка частоты вращения (и шага винта) выполняется посредством оперативной связи, обычно комбинаторной (совмещенной) рукояткой управления или, для ЭУ с постоянной частотой вращения двигателя, рукояткой машинного телеграфа. Оперативная связь на схемах не показана.

- Запустите двигатель из ЦПУ, как описано в поз. 9.2.
- Передайте управление на мостик (80-A2).

Если двигатель останавливается при управлении с мостика, он может быть повторно запущен с мостика, но повторный запуск с мостика должен рассматриваться лишь как аварийный маневр.

Повторный запуск с мостика приводит в действие клапан 144-F2.

Клапан 144-F2 дает оба сигнала: СТОП и ПУСК.

Повторный пуск двигателя с мостика:

- Установите шаг винта на ноль.
- Установите давление задания частоты вращения на регулятор величиной, соответствующей холостому ходу.
- Задействуйте соленоидный клапан 114-F2 через выключатель повторного пуска.
- Когда будет достигнут пусковой уровень об/мин (8-12% от частоты вращения при МДМ, см. Илл. 70311), отпустите выключатель (кнопку) повторного пуска.

Двигатель теперь будет работать на топливе.

9.4 Аварийное управление

Как описано для ЭУ с ВФШ, поз. 8.4.

9.5 Блокировки

Как описано для ЭУ с ВФШ, поз. 8.5.

9.6 Система защиты

Диаграмма последовательности операций и т.д.

Как описано для ВФШ, позиции 8.6, 8.7, 8.8 и 8.9.

9.7 Общее (Нереверсивные двигатели)

Для ЭУ с двигателем нереверсивного типа, оборудованных ВРШ, возможны следующие режимы управления:

- Дистанционное управление из ЦПУ.
- Управление с мостика: Повторный пуск двигателя (Дополнение)
- Аварийное управление.

Примечание: Настоящее описание включает только пневматическую систему управления. Управление винтом регулируемого шага показано на диаграмме последовательности операций. Иллюстрация 70311.

В отношении описания оборудования управления шагом винта, см. специальные инструкции поставщика.

На Иллюстрациях 70314-16 пневматический сигнал СТОП показан красным, сигнал ПУСК красным пунктиром, управляющий воздух показан зеленым, а воздух защиты - пурпурным цветом.

Система управления показана в следующем состоянии:

- СТОП
- Управление из ЦПУ
- Энергия подведена (пневматическая + электрическая)
- ГПК в положении РАБОТА.

9.8 Дистанционное управление из ЦПУ

Иллюстрация 70309

Клапан перехода (переключения) 100-В5 должен находиться в положении "Дистанционное управление".

Команды СТОП, ПУСК и установка частоты вращения задаются ручным переводом рукоятки управления в соответствии с командой, полученной с мостика.

Команда СТОП	<i>Сигнал СТОП показан красным на Иллюстр. 70314 (англ.).</i>
Установите рукоятку управления в положение СТОП	
Задействованы следующие позиции: 64-В3	<p>Функция:</p> <p>Воздействует на клапан 38-С6, который действует на:</p> <p>25-С6: Подводит управляющий воздух к перепускным клапанам каждого ТНВД. <i>Этим предотвращается впрыск в цилиндры топлива высокого давления.</i></p> <p>117-Г8: Воздействует на воздухораспределитель, приводя его в готовность к получению пускового сигнала.</p>
<i>Сигнал СТОП сохраняется все время до тех пор, пока рукоятка управления находится в положении СТОП, положении ПУСК и в диапазоне между ними.</i>	

Команда ПУСК	Сигнал ПУСК показан красным пунктиром на Иллюстр. 70312.
<p>Примечание: В части медленного проворачивания, см. "Медленное проворачивание (дополнительное)" в поз. 8.2.</p> <p>Переведите рукоятку управления в положение ПУСК.</p>	
Задействованы следующие позиции:	Функция:
63-B3	<p>При условии, что гребной винт находится в состоянии нулевого шага (блокировка 140-H5):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Подводит управляющий воздух к клапану 33-D6. <p>При условии, что валоповоротный механизм выведен из зацепления (115-G3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Задействует клапаны: <p>26-G8: Обеспечивает подвод воздуха к воздухораспределителю.</p> <p>27-H7: Открывает ГПК и (дополнительный) клапан медленного проворачивания, который подводит воздух к:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Воздухораспределителю • Пусковым клапанам <p>Примечание: Если установлен блок медленного проворачивания, клапан 28-H7 предусмотрен для предотвращения открытия ГПК ранее, чем коленчатый вал сделает по крайней мере один оборот.</p>
Теперь двигатель вращается на пусковом воздухе.	

9.9 Управление с мостика.

Повторный пуск двигателя

Иллюстрация 70315

При дистанционном управлении с мостика, установка частоты вращения (и шага винта) осуществляются через оперативную связь, обычно комбинаторной рукояткой или, для ЭУ с постоянной частотой вращения, рукояткой машинного телеграфа. Оперативная связь на схемах не показана.

- Пустите двигатель из ЦПУ, как описано в поз. 9.8.
- Передайте управление на мостик (80-A2).

Если двигатель останавливается во время управления с мостика, он может быть повторно запущен с мостика, но повторный запуск с мостика должен рассматриваться лишь как аварийный маневр.

Реле повторного запуска на мостике воздействует на клапан 144-F2.

Клапан 144-F2 выдает оба сигнала: СТОП и ПУСК.

Повторный запуск двигателя с мостика:

- Установите шаг винта на ноль.
- Установите давление воздуха задания частоты вращения величиной, соответствующей холостому ходу.
- Задействуйте соленоидные клапаны 144-F2 через реле повторного запуска.
- Когда обороты двигателя достигнут пускового уровня (8-12% от частоты вращения при МДМ, см. Иллюстр. 70311), отпустите реле повторного запуска.

Двигатель теперь будет работать на топливе.

9.10 Аварийное управление

Иллюстрация 70316

В случае отказа нормальной пневматической системы управления, регулятора или его электроники или если - по другим причинам - требуется непосредственное управление индексом ТНВД, двигателем можно управлять с местного аварийного поста на дизеле.

Перевод управления **остановленного двигателя**: как показано в Иллюстр. 70302.

Перевод управления **работающего двигателя**: как описано в Положении 8.4, кроме того, что отсутствует клапан реверса 105-C5.

Команда СТОП	Сигнал СТОП показан красным на Иллюстр. 70316.
Введите в действие клапан СТОП 102-B6	
Задействованы следующие позиции:	Функция:
102-B6	Воздействует на клапаны: 25-C6: Подводит управляющий воздух к перепускным клапанам ТНВД. Этим предотвращается впрыск топлива высокого давления в цилиндры. 117-G8: Воздействует на воздухораспределитель, приводя его в состояние готовности к моменту подачи пускового сигнала.

Команда ПУСК	Сигнал ПУСК показан красным на Иллюстрации 70316.
Переведите рукоятку управления в положение ПУСК Воздействуйте на клапан ПУСК 101-B5	
Задействованы следующие позиции:	Функция:
101-B5	<p>Сохраняет сигнал СТОП, см. 102-B6, выше.</p> <p>Действует на клапан 33-D6. При условии, что валоповоротный механизм разобщен (115-G3), действует на клапаны:</p> <p>26-G8: Открывает подвод воздуха к воздухораспределителю.</p> <p>27-H7: Открывает ГПК и (дополнительный) клапан медленного проворачивания, который подводит воздух к:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Воздухораспределителю • Пусковым клапанам
Теперь двигатель вращается на пусковом воздухе.	
Когда достигается уровень оборотов ПУСКА:	8-12% от частоты вращения при МДМ, см. Илл. 70311
Выведите из действия клапан ПУСК 101-B5	
Следующие позиции выводятся из действия:	Функция:
101-B5	<p>Выключает из работы клапаны:</p> <p>25-C6: Вентилирует перепускные клапаны (С10), обеспечивая впрыск в цилиндры топлива под высоким давлением.</p> <p>117-G8: Перекрывает подачу управляющего воздуха к воздухо-распределителю.</p> <p>Функция памяти обеспечивает, чтобы те пусковые клапаны, которые уже находятся в действии, оставались открытыми в течение остающегося периода открытия.</p> <p>С односекундной выдержкой выводит из действия клапан 33-D6, вызывающий вывод из действия клапанов.</p> <p>26-G8: Перекрывает подвод воздуха к воздухораспределителю.</p> <p>27-H7: Закрывает ГПК и (дополнительный) клапан медленного проворачивания.</p> <p><i>Эта односекундная выдержка обеспечивает сохранение ГПК в открытом положении для подачи воздуха в те цилиндры, которые находятся в положении ПУСК.</i></p>
<p>Установите частоту вращения двигателя непосредственно рукояткой управления. См. также Примечание в отношении защиты остановкой от разноса в Позиции 8.4.</p>	

9.11 Блокировки

Как описано для ЭУ с ВФШ, поз. 8.5.

9.12 Система защиты

Диаграмма последовательности операций и т.д. Как описано для ЭУ с ВФШ, позиции 8.6, 8.7 и 8.9.

10. Внезапная остановка

(ЭУ с ВФШ и реверсивные ЭУ с ВРШ)

Если скорость судна необходимо понизить быстро, двигатель может быть запущен в противоположном направлении вращения в соответствии с нижеизлагаемой операцией:

Операция действительна для:

- Управления из ЦПУ, см. позиции 8.2 и 9.2.
- Аварийного управления с местного поста на дизеле, см. поз. 8.4 и 9.4.

В отношении экстренной остановки (реверса) при управлении с мостика, см. специальную инструкцию по Системе управления с мостика.

1. Отрепетуйте телеграф
2. Задайте двигателю команду СТОП

Двигатель будет продолжать вращаться (с несколько пониженной частотой вращения), поскольку движение судна по инерции будет вращать гребной винт набегающим потоком воды и при этом вращать двигатель.

3. Проверьте, что ограничители на регуляторе не отменены.
4. Когда частота вращения двигателя упадет до УРОВНЯ РЕВЕРСА (15-30% от частоты вращения при МДМ, в зависимости от размеров двигателя и типа судна, см. Иллюстр. 70305 и 70311):
 - Дайте команду РЕВЕРС.
 - Дайте команду ПУСК.

5. Когда будет достигнут уровень частоты вращения ПУСКА в противоположном направлении вращения (8-12% от частоты вращения при МДМ, см. Иллюстр. 70305 и 70311):
 - Дайте команду работать на топливе.

Примечание: Если скорость судна чрезмерно велика, уровень ПУСКА не будет достигнут быстро. Это приведет к потере пускового воздуха.

В этом случае:

- Дайте команду СТОП.
- Выждите до тех пор, пока частота вращения не упадет ниже.
- Вернитесь к п. 4.

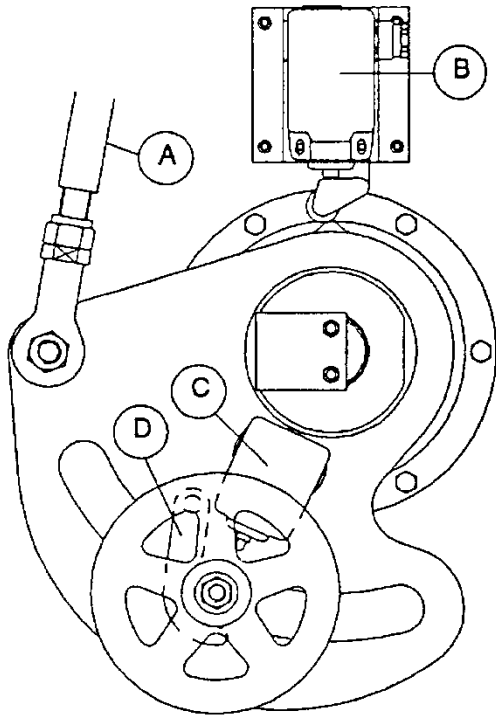
Работает ли двигатель на топливе в требуемом направлении вращения?	
ДА	<p>Сохраняйте частоту вращения двигателя не-высокой в течение нескольких минут.</p> <p><i>Это делается для уменьшения вибраций корпуса судна, которые могут возникнуть в связи с "противотоком" попутного потока и потока от гребного винта.</i></p>
НЕТ	
<p>Отмените ограничители в регуляторе.</p> <p>Вернитесь к пункту 4.</p>	

Для Заметок

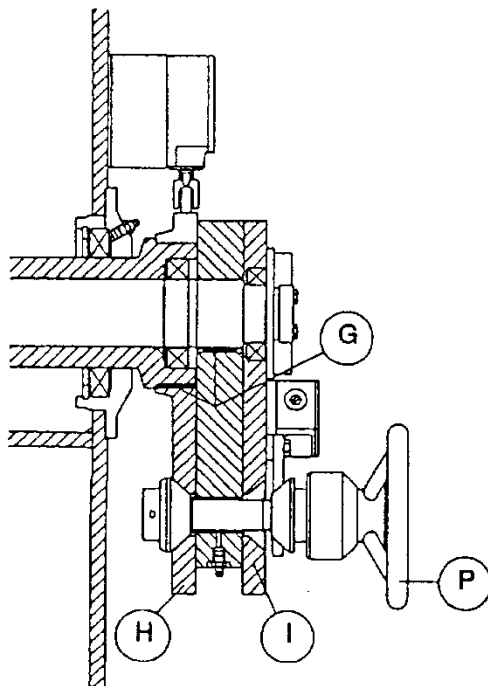
Marine Technical Library – <http://vk.od.ua/marinelibrary>
*Manufacturer's instructions, Spare parts code books, Workshop manuals
for your success marine business*



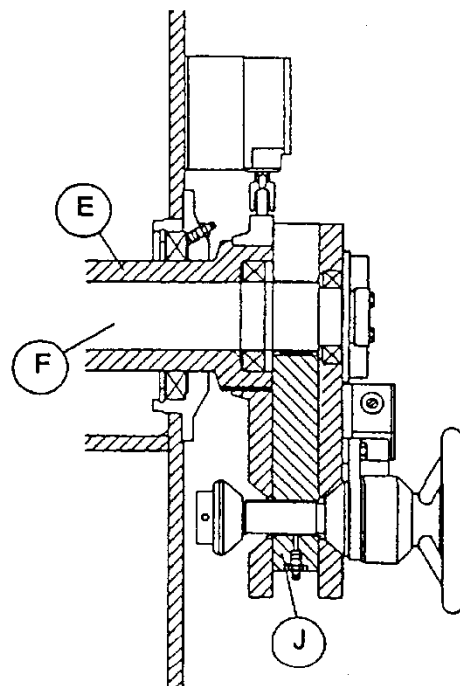
Аварийное управление, Подсоединение к регулировочному валу (См. также Иллюстр. 70303 "Система Управления") Илл. 70301-40А



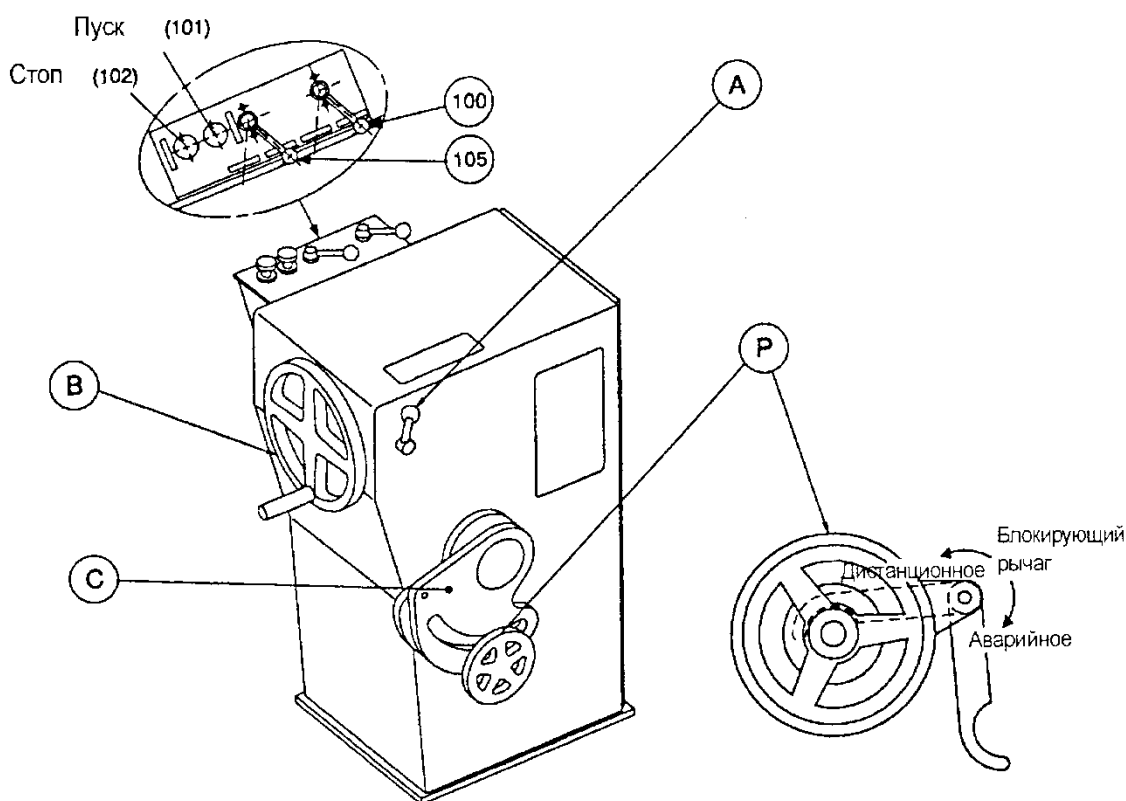
- A) Тяга от регулятора
- B) Индикатор остановки
- C) Индикатор аварийного управления
- D) Блокирующий рычаг - положение "Нормальное управление"
- E) Полый вал, соединенный с маховиком регулирования (управления) на аварийном посту
- F) Вал, соединенный с регулируемыми рычагами (поводками) топливных насосов
- G) Шпонки и шпоночные пазы
- H) Пластина, соединенная с маховиком регулирования
- I) Пластина, соединенная с регулятором
- J) Пластина, соединенная с регулировочным валиком
- P) Инерционный маховичок. Для перехода от Нормального к Аварийному управлению, см. Иллюстр. 70302



Аварийное управление



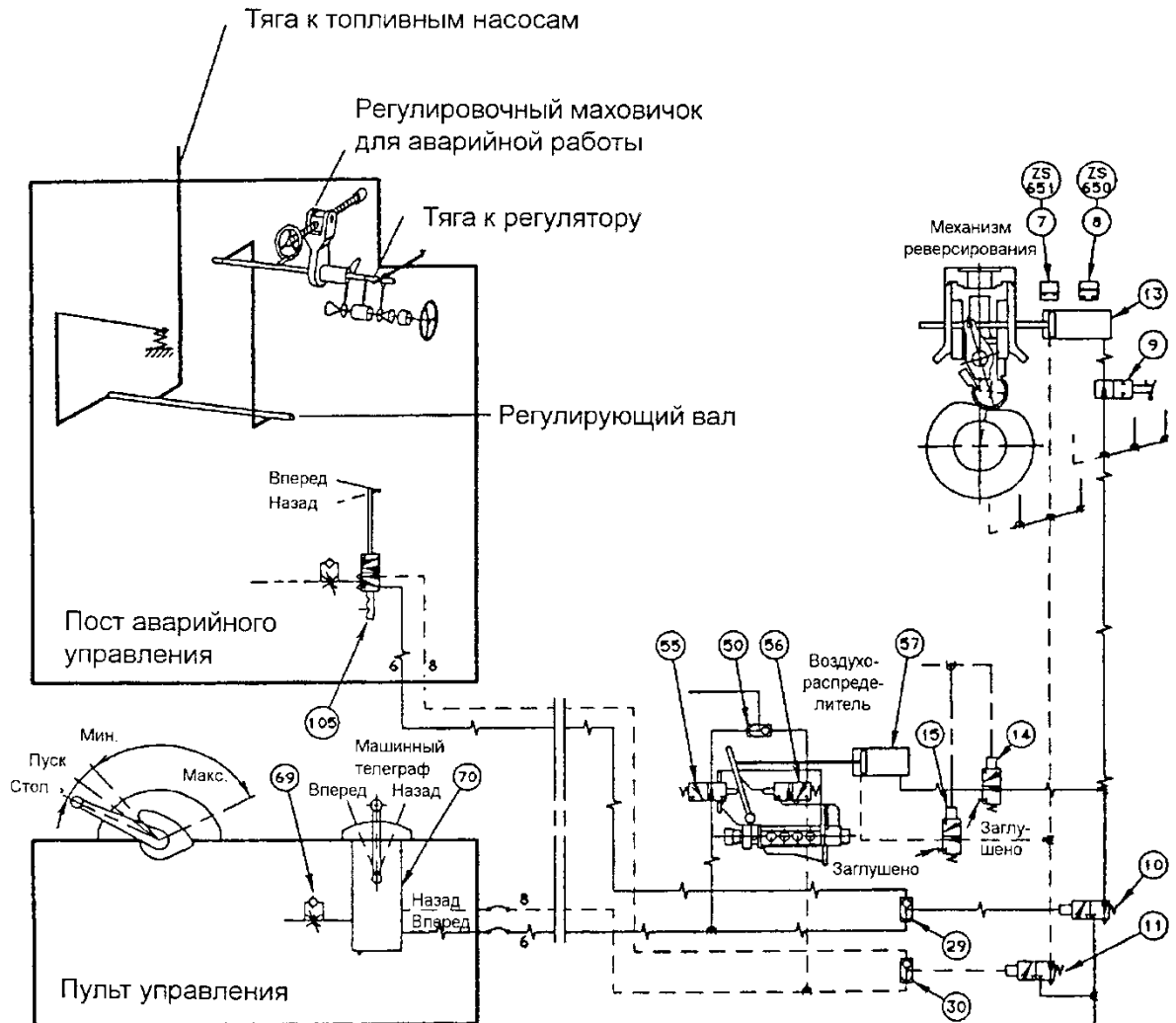
Нормальное (обычное) управление



Для перехода к "Аварийному Управлению" **работающего двигателя**, см. поз. 8.4 "Аварийное управление с местного поста на дизеле".

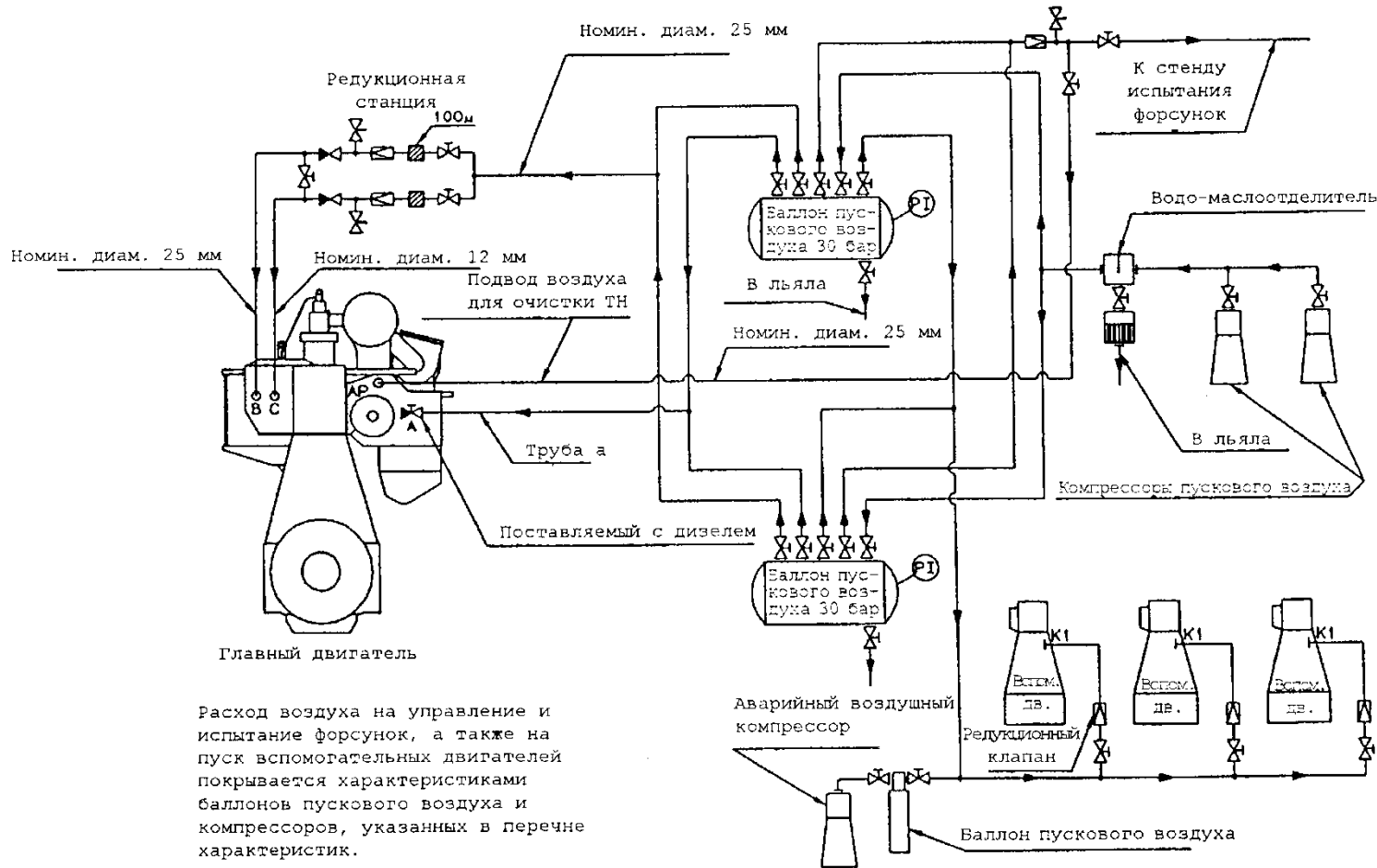
1. Проверьте, что клапан (105), который в данном случае служит "Рукояткой телеграфа" для системы аварийного управления, находится в требуемом положении. Учтите, что реверсирование в новом направлении возможно только при ведении в действие СТОП-клапана (102).
2. Поверните рукоятку "А" против часовой стрелки до освобождения регулирующего маховичка В.
3. Установите блокирующий рычаг в аварийное положение.
4. Поверните маховичок "В" для перемещения самого внутреннего рычага механизма переключения "С" в положение, при котором инерционный маховичок "Р" может войти в прорези (пазы) обоих рычагов. Быстро поверните маховичок "Р" против часовой стрелки. При этом произойдет отсоединение от регулятора и соединение маховичка регулирования "В" с топливными насосами.
5. Измените положение клапана (100) с Нормального на Аварийное. Теперь воздух будет подаваться к клапанам системы аварийного управления для аварийной работы.
6. Двигатель готов к пуску. Пуск описан в поз. 8.4 "Аварийное управление с местного поста на дизеле".

Примечание: Для быстрого переключения постов шарниры и резьбы механизма переключения должны быть всегда хорошо смазаны.



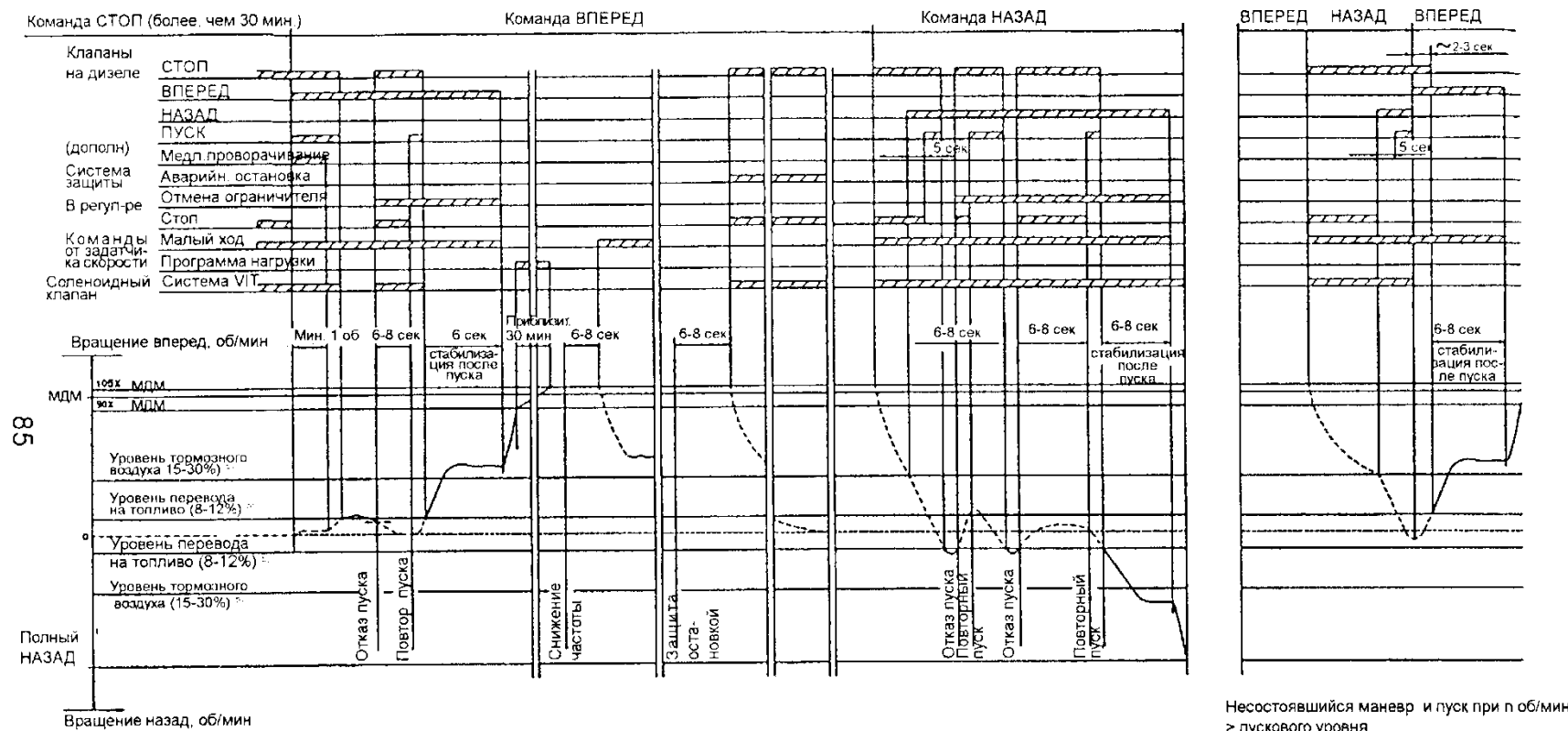
Поз.	Колич.	Описание
7	1	Магнитный выключатель
8	1	Магнитный выключатель
9	1	Шаровой клапан
10	1	3/2-ход. клапан
11	1	3/2-ход. клапан
13	1	Пневмоцилиндр
14	1	3/2-ход. клапан
15	1	3/2-ход. клапан
29	1	Сдвоен. невозвр. клапан

Поз.	Колич.	Описание
30	1	Сдвоен. невозвр. клапан
50	1	Сдвоен. невозвр. клапан
55	1	3/2-ход. клапан
56	1	3/2-ход. клапан
57	1	Пневмоцилиндр
69	1	Дроссел. невозвр. клапан
70	1	Машинный телеграф
105	1	5/2-ход. клапан



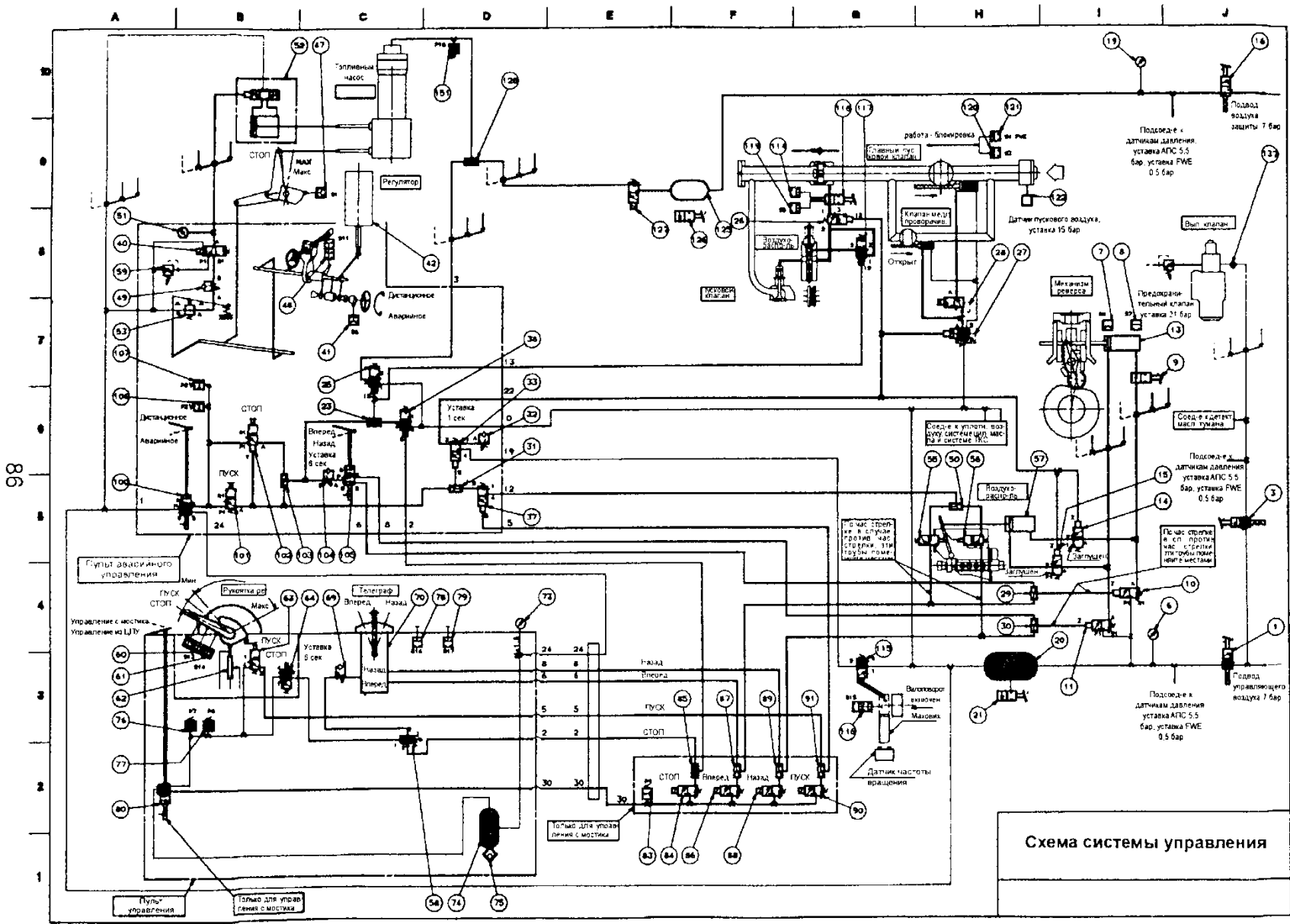
Расход воздуха на управление и испытание форсунок, а также на пуск вспомогательных двигателей покрывается характеристиками баллонов пускового воздуха и компрессоров, указанных в перечне характеристик.





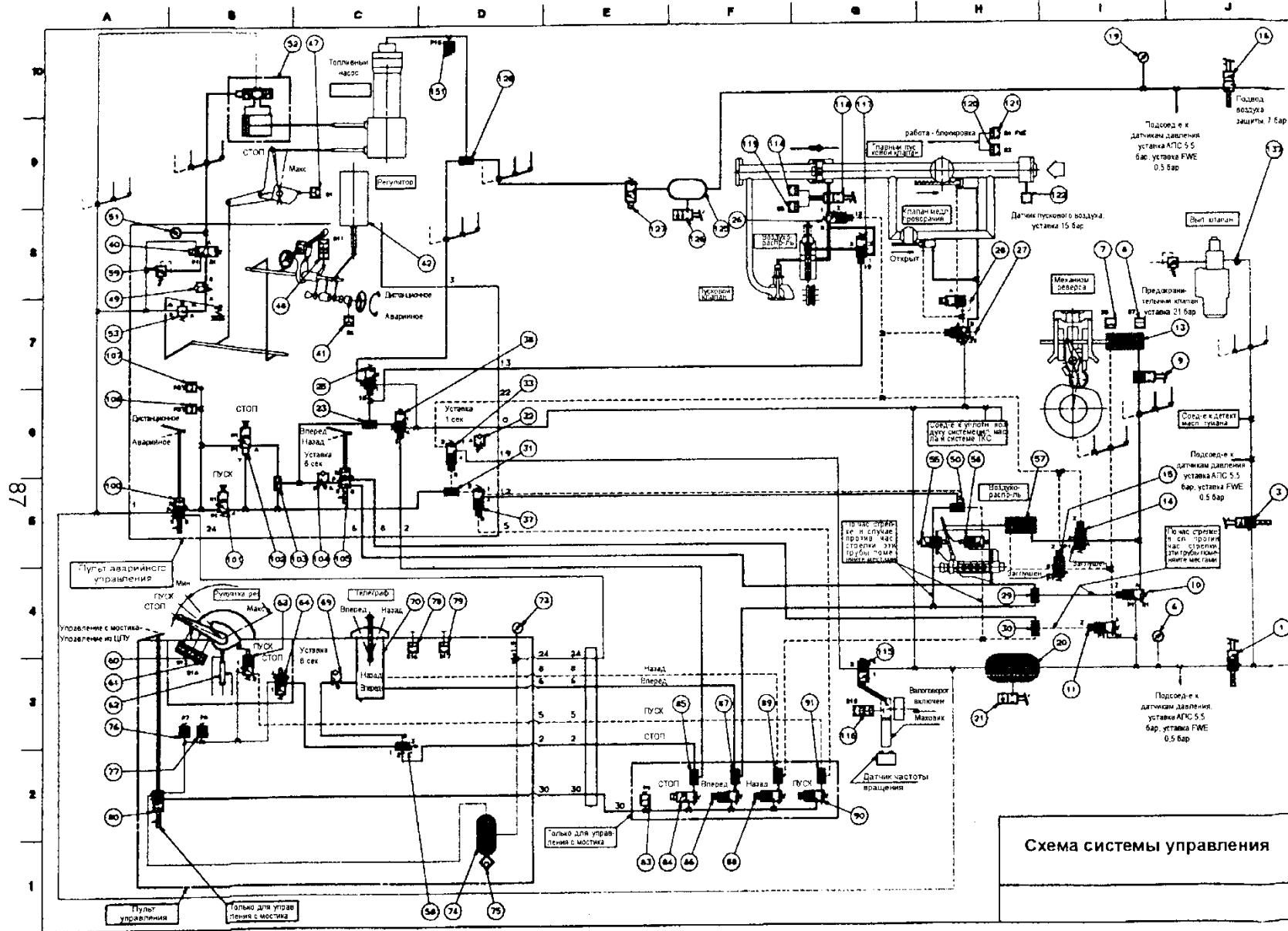
- а) Полный НАЗАД: 90% Спецификац. об/мин МДМ для ЭУ со стандартными выпускными кулачками
80% Спецификац. об/мин МДМ для ЭУ с длинными кулачками выпуска
- б) Эти величины даны в % по отношению к об/мин номин. МДМ (Если ничего другого не оговорено, величины относятся к об/мин спецификац. МДМ).
- в) Допустимо только для легкого винта, см. нагрузочную диаграмму реального двигателя.

Несостоявшийся маневр и пуск при n об/мин $>$ пускового уровня



Илл. 70306-40А Управление из ЦПУ-СТОП
 Схема системы управления





Управление из ЦПУ - ПУСК, ВПЕРЕД, НАЗАД
 Схема системы управления

Илл. 70307-40A

Схема системы управления

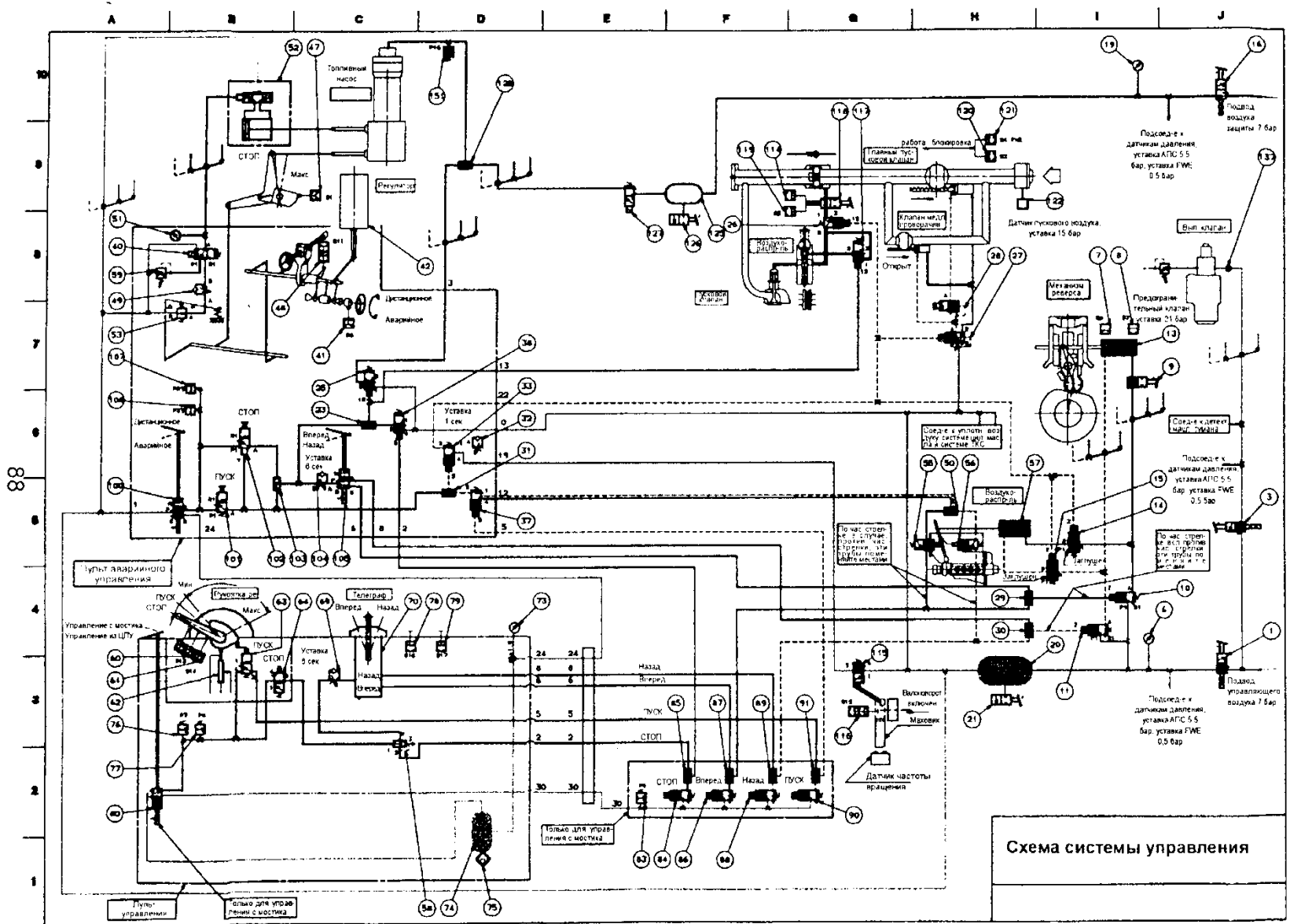
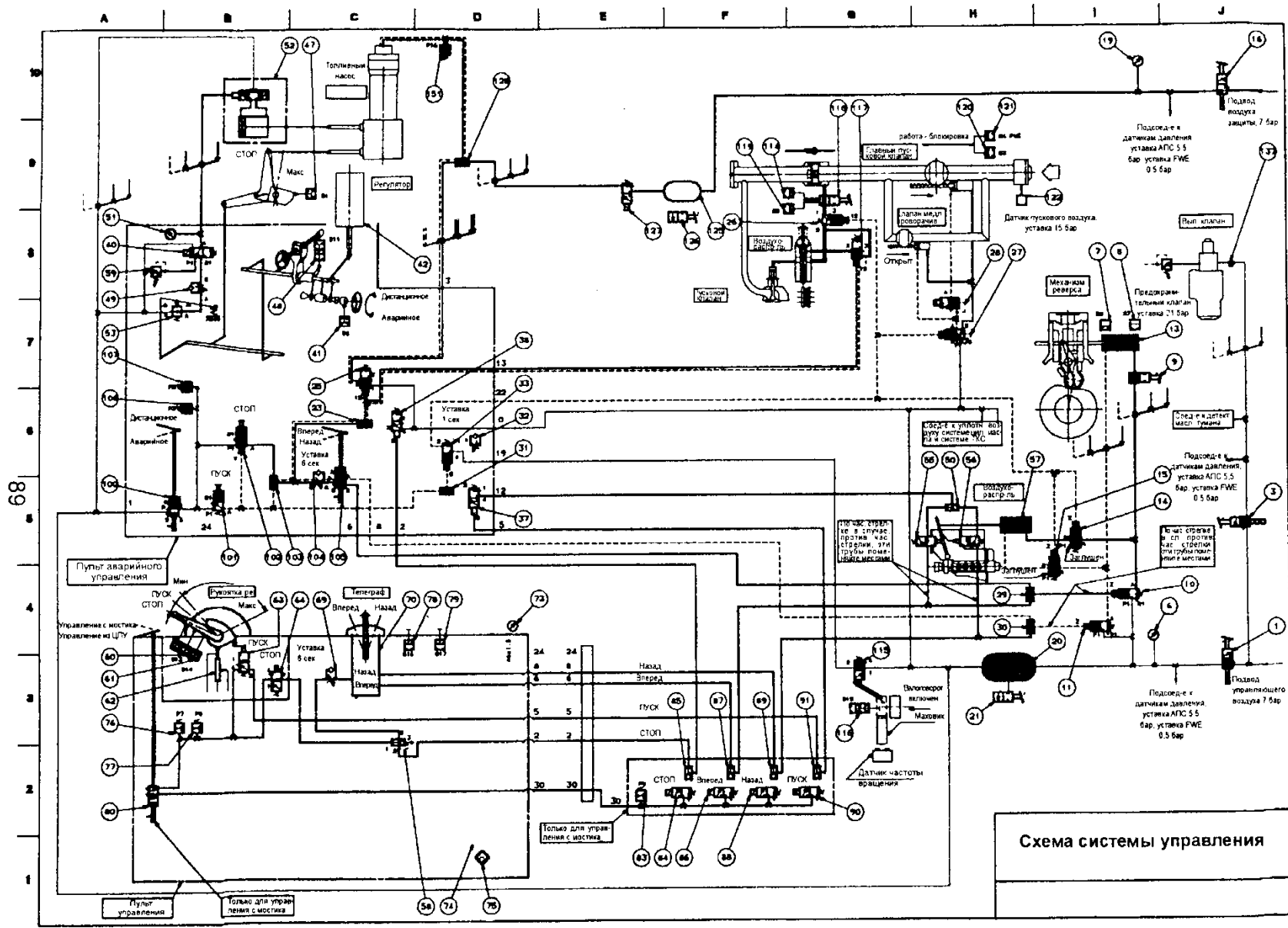


Схема системы управления

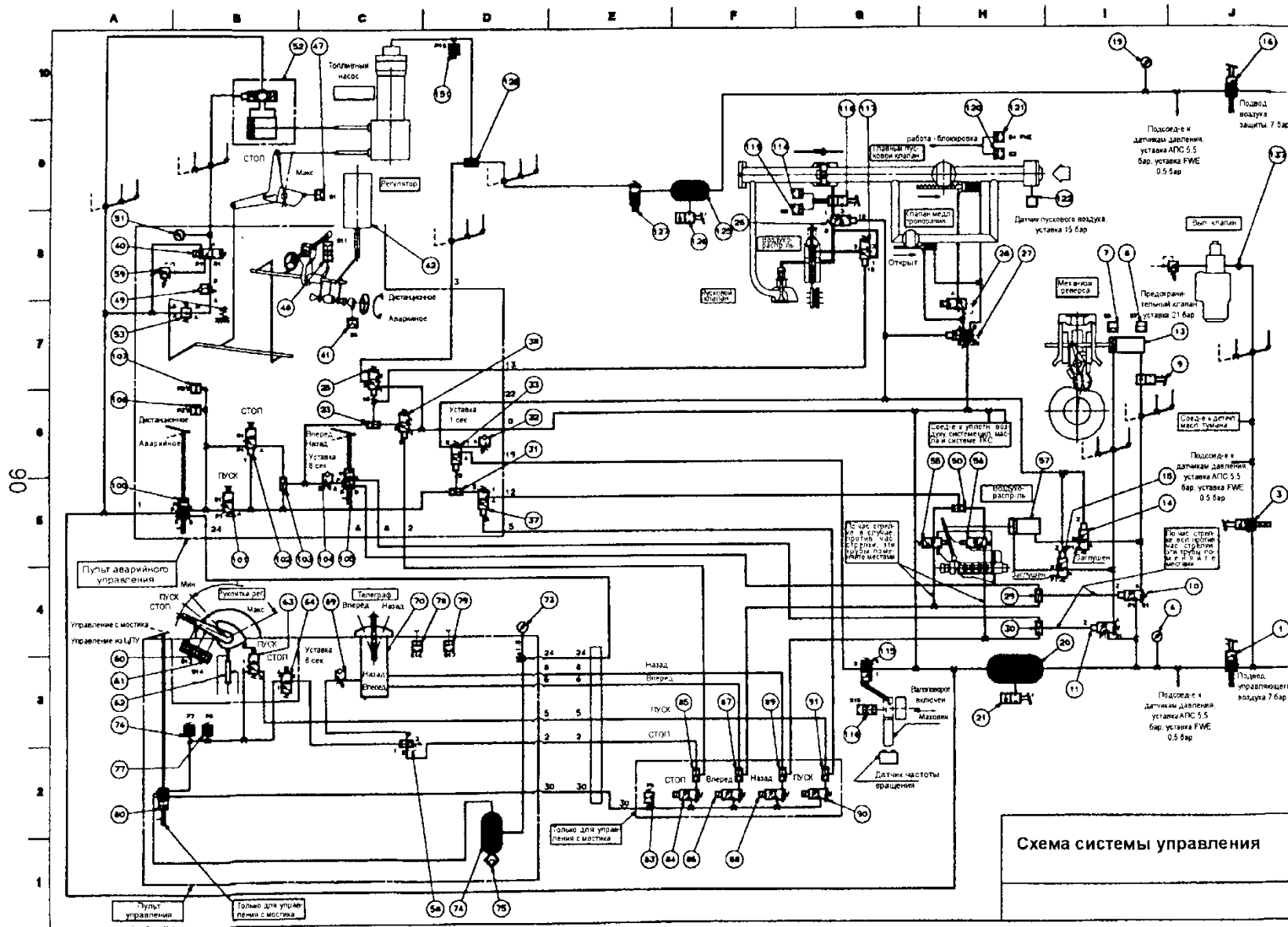




Аварийное управление - ПУСК, СТОП, ВПЕРЕД, НАЗАД

Илл. 70309-40A

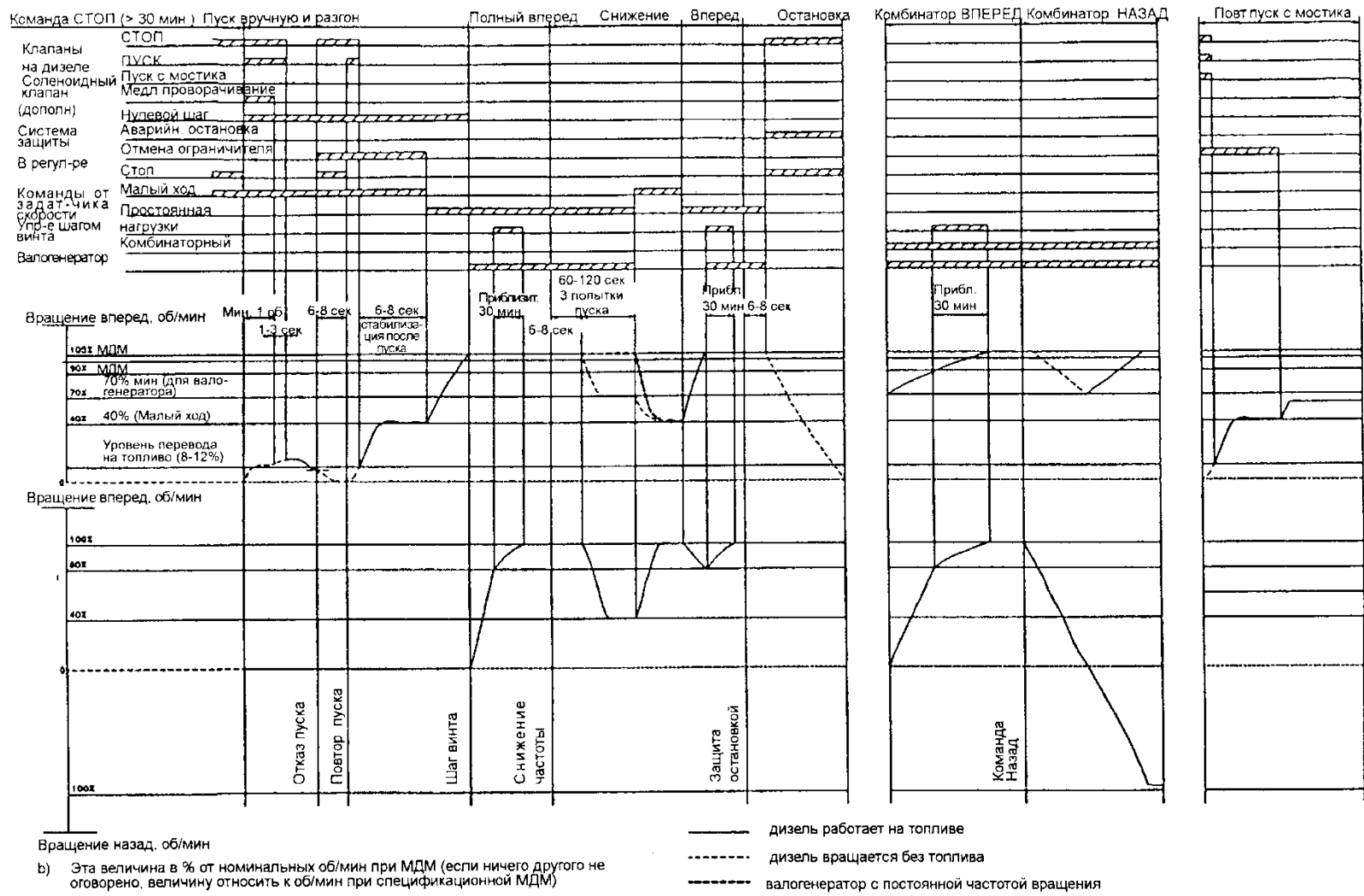
Схема системы управления



Илл. 70310-40А Система безопасности

Схема системы управления





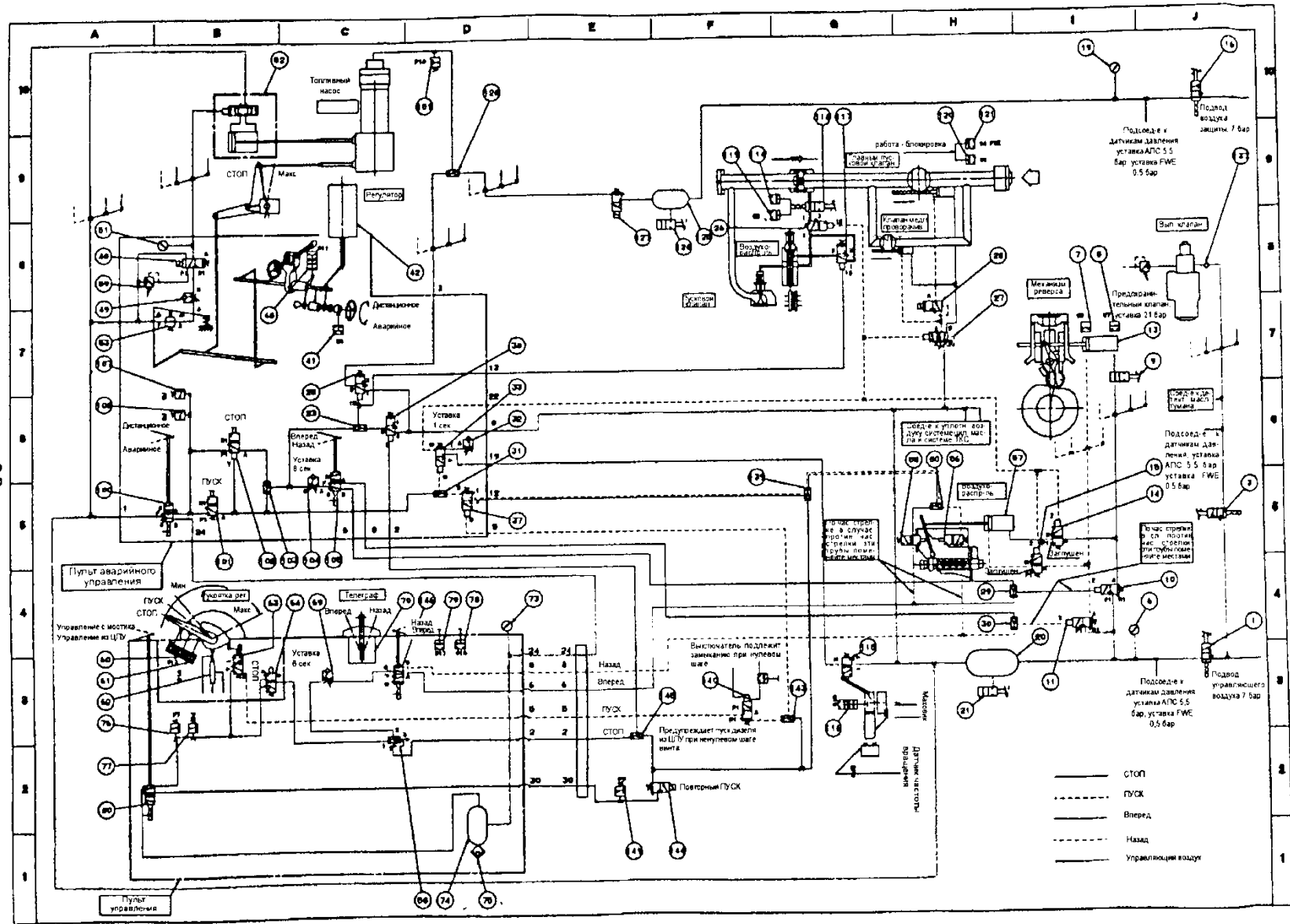
- b) Эта величина в % от номинальных об/мин при МДМ (если ничего другого не оговорено, величину относить к об/мин при спецификационной МДМ)
- c) Допустимо только для легкого винта, см. нагрузочную диаграмму реального дизеля
- d) При разобленном валогенераторе защита остановкой будет происходить после задержки на 6-8 сек. Примечание: На операцию защиты снижением частоты вращения будет влиять требование быстрого прохода запретной зоны частоты вращения

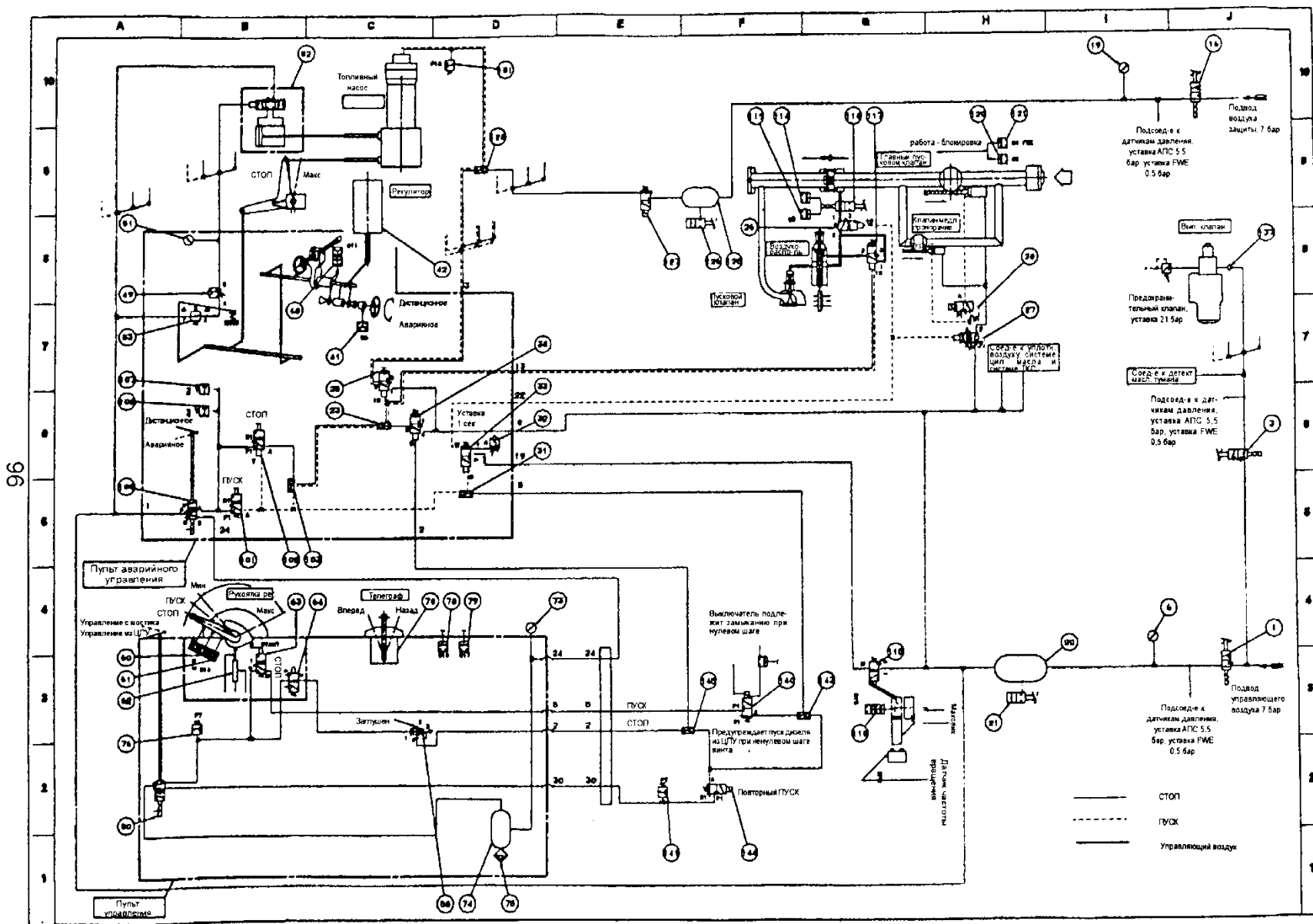


Диаграмма последовательности операций для судна с Винтом Регулируемого шага

Илл. 70311-40А

92



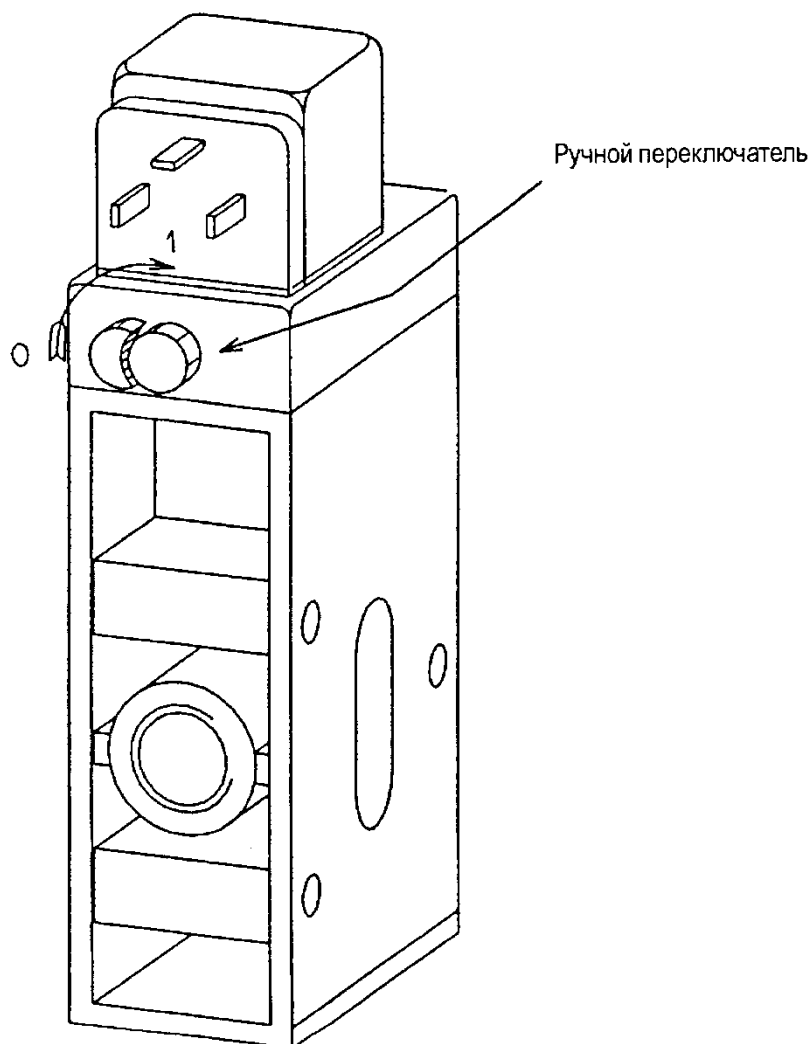


96



В случае отказа системы ВРШ можно вручную задействовать Поз. 140 либо в случае невозможности установления нулевого шага винта, либо если по иным причинам не срабатывает электрический управляющий сигнал.

1. Нажмите ручной переключатель, поворачивая его по часовой стрелке в положение 1. Это задействует поз. 140, и при этом блокировка снимается вручную.
2. Теперь осуществима операция пуска из ЦПУ.
3. После устранения неисправности, поз. 140 необходимо вернуть в нормальное эксплуатационное состояние: нажмите ручной переключатель и поверните его против часовой стрелки в нулевое положение.



Особые Условия Эксплуатации

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Пожар в Ресивере Продувочного Воздуха	
1. Причины	704.01
2. Предупреждения о пожаре	704.01
3. Меры предупреждения пожара	704.01
4. Дренажные трубы продувочного воздуха	704.02
4.1 Ежедневная проверка при работе	704.02
4.2 Регулярная очистка дренажных труб	704.03
Воспламенение в картере	
1. Причины	704.04
А. "Горячие места" в картере	704.04
В. Масляный туман в картере	704.04
2. Меры предосторожности при образовании масляного тумана	704.05
Помпаж турбонагнетателя	
1. Общее	704.07
2. Причины	704.07
2.1 Топливная система	704.07
2.2 Система выпуска	704.07
2.3 Турбонагнетатель	704.07
2.4 Система наддувочного воздуха	704.07
2.5 Разное	704.07
3. Контрмеры	704.07

Особые Условия Эксплуатации

Содержание

Стр.

Аварийная работа с отключенными цилиндрами или турбонагнетателями

1. Общее	704.08
2. Как вывести цилиндры из эксплуатации	704.09
A.)	704.09
B.)	704.09
C.)	704.10
D.)	704.10
E.)	704.11
Пять различных вариантов вывода цилиндров из эксплуатации	
3. Пуск после вывода цилиндров (нагрузка снижена)	704.11
4. Работа с одним отключенным цилиндром (нагрузка снижена)	704.11
5. Как вывести турбонагнетатели из эксплуатации (включая снижение нагрузки)	704.12
A.)	704.12
B.)	704.12
C.)	704.13
D.)	704.13
Четыре разных метода вывода турбонагнетателей из эксплуатации	
6. Вывод вспомогательной воздуходувки из эксплуатации	704.13

Иллюстрации

Вывод цилиндров из эксплуатации	70401
Дренажные трубы продувочного воздуха	70402
Вывод турбонагнетателей из эксплуатации	70403
Помпаж турбонагнетателя	70404

Пожар в ресивере продувочного воздуха

1. Причины

Если хлопья или раскаленные частицы продуктов сгорания попадают на масляные отложения (шлам) на днище ресивера продувочного воздуха, то этот шлам может воспламениться, и если там имеются легкосгораемые частицы, они могут причинить большой вред поршневому штоку и стенкам ресивера продувочного воздуха, последнее может привести к ослаблению затяжки анкерных связей.

Воспламенение сажистых отложений в ресивере продувочного воздуха может быть вызвано:

- продолжительным прорывом газов;
- “медленным сгоранием” в цилиндре, вследствие неправильного распыления, неподходящим типом сопел форсунок, или “смещения” струй топлива;
- “выбросом газов” через продувочные окна из-за неправильно отрегулированной выпускной шайбы или большого сопротивления в системе выпускных газов (противодавление).

Для сохранения сопротивления на выпуске низким не следует допускать большого скопления отложений на защитных решетках, сопловых аппаратах и турбинных лопатках, а противодавление за ТН не должно превышать 350 мм вод.ст.

2. Предупреждения о пожаре

О пожаре в ресивере продувочного воздуха свидетельствует:

- повышение температуры выпускных газов в соответствующем цилиндре;
- возможный помпаж ТН;
- выход дыма из воздушного фильтра ТН в случае помпажа;
- заметный нагрев ресивера продувочного воздуха.

В случае сильного пожара возможно повышение

дымности выпускных газов и снижение оборотов двигателя.

Сильный прорыв газов может вызвать дымность, появление искр и даже пламени, которые могут вырваться, если открыть сливной кран соответствующей секции ресивера, поэтому остерегайтесь выбросов.

Контрольные приборы в продувочных полостях, Глава 701, поз. 415, 416 (120°C), в пространстве продувочного воздуха дают сигнал (АПС) и снижают частоту вращения двигателя (slow down) при ненормальном увеличении температуры.

Для ЭУ с ВРШ и валогенератором должен предусматриваться автоматический пуск вспомогательного дизель-генератора и подключение его к сети до отключения валогенератора и снижения частоты вращения главного дизеля (ГД). См. Иллюстр. 70311 “*Диаграмма последовательности операций*”.

3. Меры предосторожности

В связи с вероятностью взрыва в картере не стойте вблизи предохранительных клапанов на картере, т.к. неожиданно может вырваться пламя.

- 1) Снижьте обороты/шаг до “малых”, если это не осуществлено автоматически, и запросите мостик о разрешении остановить двигатель.
- 2) Когда получена команда СТОП остановите двигатель и отключите вспомогательные воздухоподушки.
- 3) Прекратите подачу топлива.
- 4) Прекратите подачу смазочного масла.
- 5) Включите устройство для тушения пожара в ресивере продувочного воздуха.

Не открывайте ресивер продувочного воздуха или картер, пока температура на участке пожара не понизится ниже 100°C. Во время открытия остерегайтесь новых выбросов пламени.

6) Удалите сухие отложения и шлам из ресивера наддувочного воздуха и подпоршневых полостей.

См. также Главу 701 "Уплотнительные материалы".

7) Очистите соответствующие поршневые штоки и цилиндрические втулки, проверьте состояние их поверхностей, центровку и наличие повреждений. Если они в рабочем состоянии, смажьте их маслом.

Повторите проверку, проворачивая двигатель, с подачей охлаждающего масла и воды, обращая внимание на головки и юбки поршней.

Проверьте сальники штока и днище подпоршневой полости (диафрагму) на отсутствие трещин.

8) Если причиной пожара является поршень и его нельзя перебрать в данный момент, примите меры предосторожности, о которых говорится в *Главе 703, поз. 4.2, п. 7 (прорыв) "Дополнительные замечания"*.

Если нагрев стенок подпоршневой полости был значительным, при первой возможности следует подтянуть анкерные связи.

Перед подтягиванием должна быть восстановлена нормальная температура всех деталей.

4. Дренажные трубы продувочного воздуха

Иллюстрация 70402

Для обеспечения должного дренажа шлама из полостей продувочного воздуха и уменьшения опасности пожара в подпоршневых полостях мы рекомендуем:

- Ежедневную проверку при работе
- Очистку дренажных труб через регулярные промежутки времени

4.1 Ежедневные проверки при работе:

1) Откройте клапан между сточной цистерной и шламовой цистерной.

2) Закройте клапан, когда сточная цистерна опорожнится.

3) Проверьте трубы от фланца AV до вентиляционной трубы сточной цистерны.

Выходит ли воздух из вентиляционной трубы сточной цистерны?	
ДА	Это указывает на свободный проход от фланца AV до вентиляционной трубы сточной цистерны.
НЕТ	Очистите трубы, как описано ниже, при первой возможности.

4) Проверьте трубы от пробных кранов до фланца V.

Откройте пробные краны, один за другим, между главной сливной трубой и подпоршневыми полостями и между главной сливной трубой и ресивером продувочного воздуха/вспомогательными воздухоудувками.

Начните от фланца AV и следуйте до фланца BV.

Проведите эту операцию, чтобы обнаружить любую преграду.

Выдувается ли воздух или масло из отдельных пробных кранов?	
Воздух	<p>Пространство продувочного воздуха очищено правильно.</p> <p><i>Это указывает на свободный проход от конкретного пробного крана до фланца AV.</i></p>
Масло	<p>Пространство продувочного воздуха очищено не надлежащим образом.</p> <p><i>Это указывает, что главная сливная труба засорена между пробным краном, из которого выходит масло, и соседним пробным краном в сторону фланца AV.</i></p> <p>Очистите сливную трубу, как описано ниже, при первой возможности.</p>

4.2 Регулярная очистка сливных труб:

Интервалы очистки должны выбираться для конкретной установки таким образом, чтобы предотвратить засорение дренажной системы.

Очистите главную сливную трубу и сточную цистерну с помощью сжатого воздуха, горячей воды или пара во время стоянки.

Примечание: Если есть подозрение на протекающие клапаны, демонтируйте и очистите главную сливную трубу вручную.

Если используется горячая вода или пар, учитывайте опасность коррозии штоков поршней в случае подтекающего клапана.

- 1) Проверьте, что клапан между фланцем **AV** и главной сливной трубой открыт.
- 2) Закройте все клапаны между главной сливной трубой и подпоршневыми полостями и между главной сливной трубой и продувочным ресивером/вспомогательными воздушными дувками.

Если используется горячая вода или пар, **весьма важно** закрыть все клапаны во избежание коррозии поршневых штоков.

- 3) Откройте клапан на фланце **BV** на главной сливной трубе.

Это подведет очищающую среду к главной сливной трубе.

- 4) Когда главная сливная труба будет достаточно очищена, откройте кран между сточной цистерной и шламовой цистерной.

Это очистит выходную трубу сточной цистерны.

- 5) Когда выходная труба сточной цистерны будет достаточно очищена, закройте клапан между сточной цистерной и шламовой цистерной.

- 6) Закройте клапан на фланце **BV**.

- 7) Окончательно, откройте все клапаны между главной сливной трубой и продувочными полостями и между главной сливной трубой и продувочным ресивером/вспомогательными воздушными дувками.

Воспламенение в картере

1. Причины

Во время работы двигателя воздух в картере того же состава ($N_2-O_2-CO_2$) и в такой же пропорции, как и в окружающем воздухе, но к тому же струи масла крупными каплями разбрызгиваются по всему картеру.

В случае ненормального трения между трущимися поверхностями или передаче тепла в картер по другим причинам (например, от разогретого пожаром продувочного воздуха через поршневой шток/сальник) или для некоторых двигателей через горячую неохлаждаемую диафрагму, на "горячие места" нагретых поверхностей может попасть масло и испариться.

При конденсации масляных паров образуется множество ничтожно малых капель, которые находятся в подвешенном состоянии в воздухе, т.е. образуется "молочно-белый масляный туман", который может воспламениться и вызвать пожар. Причиной может послужить "горячее место", способствующее образованию масляного тумана.

Если перед воспламенением образовался в большом количестве масляный туман, возгорание вызывает резкое повышение давления в картере (взрыв), в результате которого с силой открываются предохранительные клапаны. В редких случаях, когда весь картер предположительно заполнен масляным туманом, газы при взрыве срывают картерные люки и возникает пожар в машинном отделении.

NB: Аналогичные взрывы могут возникать в цепном отсеке или подпоршневой полости.

Поэтому предпримите все меры предосторожности, чтобы:

- A) избежать образования "горячих мест"**
- B) во время определить наличие масляного тумана.**

A. "Горячие места" в картере

Подшипники, за работой которых постоянно следят, могут перегреться только в случае недостаточной подачи масла или грубой поверхности шеек (по причине повышения коррозионности смазочного масла или попадания абразивных частиц).

В связи с этим очень важно:

- правильно очищать масло;
- часто делать анализ масла (см. Главу 708);
- следить за фильтрующей сеткой.

В связи с высокой скоростью трущихся поверхностей в упорном подшипнике особое внимание следует уделить подаче масла к этому подшипнику.

Приборы контроля подают сигнал в случае понижения давления циркуляционного масла и/или повышения температуры сегментов упорного подшипника. Следите за этими приборами, чтобы они всегда были в исправном состоянии. (См. Главу 701: Давление смазочного масла, поз. 331, 334, 335; Температура сегментов упорного подшипника, поз. 350, 351, 352).

Прощупайте узлы движения (рукой или "термощупами") через определенные промежутки времени (15-30 минут после пуска, через один час и вновь при полной нагрузке, см. Главу 703, поз. 3.2, "Проверки при нагрузении", Проверка 9 "Последовательное прощупывание").

Проверка А1 Главы 702 является наилучшим надежным средством предупреждения образования "горячих мест" при пуске, после ремонта или изменения узлов движения и ею не следует пренебрегать. Если сомневаетесь, остановите двигатель и прощупайте узлы трения.

B. Масляный туман в картере

Для надежного и быстрого предупреждения образования масляного тумана в картере выполняется постоянный контроль с помощью "Детектора масляного тумана", который последовательно забирает пробы воздуха из каждого отсека.

Детектор обеспечивает АПС и защиту снижением частоты вращения, см. Главу 701, поз. 436, 437, когда концентрация тумана достигает лишь доли нижней предельной концентрации (НПК), при которой возможно воспламенение, давая время для остановки дизеля и предупреждения воспламенения.

См. также специальные инструкции поставщика детектора масляного тумана.

Для ЭУ с ВРШ и валогенератором должен автоматически запускаться и подключаться к сети вспомогательный дизель-генератор до отключения валогенератора и снижения частоты вращения ГД. См. диаграмму последовательности операций, Иллюстр. 70311.

2. Меры предосторожности при образовании масляного тумана

Не стойте около люков или предохранительных клапанов картера, также не стойте в коридорах вблизи дверей шахты машинного отделения.

- 1) Немедленно уменьшите обороты/шаг до малого, если они еще не снижены автоматически (поз. 437), см. выше.
- 2) Запросите мостик о разрешении остановить двигатель.
- 3) После получения команды СТОП: - остановите дизель - прекратите подачу топлива
- 4) Остановите вспомогательные воздуходувки.
- 5) Откройте световые люки и/или люк запасного выхода.
- 6) Покиньте машинное отделение.
- 7) Закройте двери шахты и отойдите от них.
- 8) Подготовьте противопожарное оборудование.

Не открывайте картер пока не пройдет по крайней мере 20 минут после остановки двигателя. Во время открывания остерегайтесь возможных языков пламени. Не используйте открытый огонь и не курите.

9) Остановите циркуляционный масляный насос, снимите/откройте все нижние люки с одной стороны картера. Прекратите подачу пускового воздуха и введите в зацепление валоповоротный механизм.

10) Найдите "горячие места". С самого начала пользуйтесь мощными лампами. Прощупайте рукой или "термошупом" все трущиеся детали (подшипники, упорный подшипник, поршневые штоки и сальники, крейцкопфы, телескопические трубы, цепи, демпферы, моментные компенсаторы и т.д.). *См. также пункт 14.*

Проверьте отсутствие выдавливания баббита в подшипниках, цвета побежалости, характерные для нагрева (вздутие краски, пригоревшее масло, окислы железа).

Сохраните возможный металл подшипников, найденный в масляном поддоне для последующего анализа.

11) Предупреждайте образование новых "горячих мест" путем выполнения ремонтных работ. В случае перегрева подшипников *см. Главу 708, поз. 7.1, п. g).*
См. также Главу 701, "Уплотнительные материалы".

Убедитесь, что соответствующие поверхности трения находятся в хорошем состоянии.

Особо проверьте подачу циркуляционного масла.

12) Включите циркуляционный масляный насос и проверните дизель валоповоротным механизмом.

Проверьте слив масла со всех подшипников и разбрызгивающих сопел картера, отсека цепного привода и упорного подшипника (проверка А1, Глава 702).

Проверьте возможные протечки из поршней или поршневых штоков.

13) Пустите двигатель.

- через 15-30 минут,
- через еще один час,
- после выхода на полную нагрузку:

- Остановите и прощупайте детали.
- Проверьте наличие масляного тумана.

Особенно тщательно проверьте (рукой или "термощупом") поверхности трения, которыми был вызван перегрев во время эксплуатации. См. Главу 703, "Проверки при нагрузении", поз. 3.2, проверка 9, "Последовательное прощупывание".

14) Если "горячие места" было невозможно определить, повторяйте операцию 10 до тех пор, пока не будет найдена причина масляного тумана и устранена.

В некоторых случаях масляный туман может образоваться в результате распыления циркуляционного масла в воздухе/газе, например, при сочетании следующих обстоятельств:

- Протечки сальников (пропуск воздуха).
- Прорыв газов через трещины на головке поршня или поршневом штоке (при прямом соединении с картером через выпускную трубу охлаждающего масла).
- Масляный туман мог также образоваться в результате тепла от пожара в ресивере, передаваемого через поршневой шток или сальник. Струи горячего воздуха или пламя могли также проникнуть в картер через сальники.

Помпаж турбонагнетателя

1. Общее

В течение нормальной эксплуатации помпаж турбонагнетателя (несколько "выстрелов") имеет место часто при экстренной остановке двигателя или других резких маневрах. Случайный помпаж является безвредным, если подшипники ТН находятся в хорошем рабочем состоянии.

Однако постоянные случаи помпажа нежелательны, т.к. это может привести к поломке ротора, особенно лопаток компрессоров.

Все случаи помпажа ТН можно разделить на три основные категории:

1. Ограничение и загрязнение в системах воздух/газ.
2. неполадки в топливной системе.
3. Быстрое изменение нагрузки двигателя.

Однако, для удобства "перечень проверок" группируется в соответствии с системами конкретного двигателя. См. также Иллюстр. 70404.

2. Причины

2.1 Топливная система

- Низкое давление циркуляционного или топливоподкачивающего насоса.
- Воздух в топливе.
- Вода в топливе.
- Низкая температура подогрева.
- Дефекты деаэрационных клапанов в верхней части возвратной трубы (коллектора).
- Неисправный всасывающий клапан.
- Неисправный перепускной клапан.
- Заедание плунжера топливного насоса.
- Заедание иглы форсунки.
- Повреждение сопла форсунки.
- Неисправность возвратного клапана в топливной возвратной трубе.
- Согласование распределительного вала, неправильное распределение нагрузки.

2.2 Система выпуска

- Неправильное открытие выпускного клапана.
- Повреждение или засорение решетки перед ТН.
- Увеличение противодавления за ТН.
- Колебания давления за ТН.
- Колебания давления в коллекторе выпускных газов.
- Поломка компенсатора перед ТН.

2.3 Турбонагнетатель

- Загрязнение или повреждение турбинной стороны.
- Загрязнение или повреждение компрессорной стороны.
- Загрязнение воздушных фильтров.
- Повреждение глушителя.
- Выход из строя подшипника.

2.4 Система продувочного воздуха

- Загрязнение охладителя воздуха, водоотделителя и/или каналов.
- Прекращение циркуляции воды в охладителе.
- Образование нагара на продувочных окнах.
- Очень высокая температура в ресивере.

2.5 Разное

- Колебания регулятора.
- Резкие изменения нагрузки двигателя.
- Очень резкое изменение частоты вращения:
 - а) при работе на высокой нагрузке;
 - б) при маневрировании;
 - с) при срабатывании защиты остановкой/снижением частоты вращения;
 - д) при работе "назад";
 - е) при оголении гребного винта в штормовых условиях.

3. Контрмеры

Постоянный помпаж может быть временно нейтрализован путем "стравливания" воздуха через предохранительный клапан, расположенный на верхней части ресивера наддувочного воздуха. Однако при этом происходит повышение температуры выпускных газов, которая не должна превышать допустимой величины, см. Главу 701.

Аварийная работа с отключенными цилиндрами или турбонагнетателями

1. Общее

Дизель спроектирован и отрегулирован для работы на всех цилиндрах и ТН. Если один или более цилиндров или ТН вышли из строя, немедленно произведите ремонт.

Если это сделать сразу нет возможности, дизель может работать с одним или несколькими отключенными цилиндрами или ТН, но при этом необходимо снизить частоту вращения по следующим причинам:

1. Так как при этом снижается подача воздуха, термическая нагрузка становится выше. Поэтому в зависимости от существующих обстоятельств рекомендуется работа двигателя в соответствии с ограничениями упомянутыми в пунктах 4 и 5, ниже в этой Главе.

Примечание: Иногда высокая температура выпускных газов приходится на 30-40% нагрузку, соответствующую частоте вращения 67-73% от МДМ. Желательно избегать эксплуатацию в этом диапазоне.

2. В ресиверах наддувочного воздуха и коллекторе выпускных газов могут иметь место колебания давления, из-за которых может быть уменьшена подача воздуха в какой-либо из цилиндров и соответственно повышена температура выпускных газов.

Поэтому уменьшите индекс топливных насосов этих цилиндров, чтобы обеспечить температуру выпускных газов (за клапанами) ниже указанной в Главе 701. Однако учтите примечание к п. 1 выше.

3. Так как ТН при этом работают уже в условиях, отличающихся от нормальных, возможен помпаж.

Это можно устранить путем стравливания воздуха из ресивера наддувочного воздуха. Повышение температуры, вызываемое этим

можно компенсировать снижением частоты вращения до тех пор, пока температура выпускных газов за клапанами не станет ниже значений, указанных в Главе 701.

Если отключается несколько цилиндров, а двигатель оборудован двумя или более ТН, один из них можно отключить. Однако см. примечание к п. 1 выше.

4. При отключении цилиндров могут иметь место колебания регулятора. В этом случае необходимо ограничить индекс топливного насоса, переведя электронный регулятор в положение "контроль индекса".

Для некоторых электронных регуляторов не рекомендуется применять механический ограничитель максимального топливного индекса. Эти регуляторы имеют встроенный контроль максимального индекса.

В случае механико-гидравлических регуляторов (Вудворд), установленный на механизме переключения стопорный болт ввинчивается, см. Иллюстр. 70301, несколько глубже, пока рыскание не прекратится.

Прежде, чем это выполнять, замерьте или отметьте положение стопорного болта, чтобы он мог быть возвращен в первоначальное положение, когда максимальный индекс больше не понадобится.

5. При отключении одного или нескольких цилиндров при определенном числе оборотов могут возникнуть крутильные или другие механические колебания.

Стандартный расчет крутильных колебаний охватывает следующие условия:

- нормальная работа
- отсутствие горения в одном из цилиндров

Последнее приводит к ограничениям нагрузки, см. паз. 4 далее, что в большинстве случаев не связано с условиями крутильных коле-

баний; в связи с особыми условиями могут возникать дополнительные ограничения.

Вышеупомянутые расчеты не рассматривают условия, когда с двигателя демонтированы возвратно-поступательно движущиеся массы или, когда выпускной клапан остается открытым. В таких особых случаях обращайтесь к изготовителю двигателя.

Если на выбранной частоте вращения появляется необычный шум или сильная вибрация, эту частоту вращения необходимо снизить.

Так как дизель находится в несбалансированном состоянии, в коленчатом вале, в цепи и распределительном вале могут увеличиться напряжения; но если двигатель работает без вибраций, превышающих норму, он может продолжать работу в течение непродолжительного времени (например, несколько дней) без ощутимых повреждений.

О всех случаях длительной работы дизеля с отключенными цилиндрами сообщите технической службе дизелестроительного завода для получения соответствующих рекомендаций по определению запретной зоны частот вращения.

Если топливо не поступает только к нескольким цилиндрам, а система пуска находится в исправном состоянии, дизель полностью сохраняет маневровые качества.

В случаях, когда подача пускового воздуха перекрыта к нескольким цилиндрам, пуск дизеля производится не из всех положений коленчатого вала.

Если во время маневрирования дизель не проворачивается на пусковом воздухе, произведите короткий проворот дизеля пусковым воздухом в обратном направлении, а потом среверсируйте и пускайте его в нужном направлении.

Если пуск дизеля не произошел, проверните дизель в другое положение с помощью валоповоротного механизма. При этом закройте подачу пускового воздуха и откройте индикаторные краны.

2. Как вывести цилиндры из эксплуатации (Иллюстр. 70401)

См. Том II "Обслуживание", в отношении соответствующих операций.

Ниже приводятся пять различных вариантов (А-Е) отключения одного цилиндра.

Объем ремонтных работ зависит от обнаруженных повреждений.

Примечание: В тех случаях, когда крейцкопфные и мотылевые подшипники находятся в рабочем состоянии, не следует заглушать подвод масла к крейцкопфу, т.к. подшипники смазываются через крейцкопф.

Перечень различных случаев приведен в Иллюстр. 70401.

А. Прекращение сгорания в цилиндре. Поршень продолжает работать. Привод выпускного клапана работает нормально. Сжатие происходит нормально.

Причины:

Это может произойти в случае, например, возникновения прорыва газов через поршневые кольца или выпускной клапан; неисправностей подшипников, вызывающих необходимость снижения нагрузки на подшипник; неисправностей в системе впрыска.

Операция:

Отключите топливный насос, подняв и застопорив толкатель. (См. Том II, Операция 909-5).

Примечание: Подачу охлаждающего масла к поршню и воды к цилиндру не прекращайте. См. также поз. 4, 704.11.

В. Прекращение сгорания и сжатия в цилиндре. Поршень продолжает работать. (Для S/L50MC, см. примеч. 2)

Причины:

Эта мера принимается, например, при аварии, связанной с попаданием воды в цилиндр из зарубашечного пространства или цилиндровой крышки.

Такую работу желательно как можно скорее исключить, выполнив мероприятия, упомянутые в п. Д или Е.

См. также поз. 3, 704.11.

Операция:

1) Отключите топливный насос, подняв и застопорив толкатель. См. Том II, Операция 905-5.

2) Выведите выпускной клапан из действия и застопорите его в открытом положении. См. Том II, Операция 908-6.

Перекройте воздух к дизелю и подачу масла к распределительному валу. Демонтируйте и заглушите трубу подвода масла к приводу. Включите масляный насос смазки распределительного вала.

3) Заглушите подвод охлаждающей воды к цилиндру.

4) Демонтируйте трубу пускового воздуха и перекройте трубопровод и трубу управляющего воздуха к данному цилиндру.

5) При работе в таких условиях обороты двигателя не должны превышать 55% от МДМ, см. также Примечание 1.

Примечание 1: Соединения в крейцкопфных и мотылевых подшипниках обладают такой прочностью, что позволяет непродолжительное время выдерживать нагрузки при полных оборотах без сжатия в цилиндре. Однако, во избежание износа и питтинга на контактных поверхностях, рекомендуется, при продолжительной работе без сжатия, снизить обороты двигателя до 55% от таковых для МДМ, которых достаточно, чтобы производить маневры судна.

Во время маневров, при необходимости, обороты двигателя можно увеличить до 80% от МДМ на короткий промежуток времени, например, 15 минут.

При этих обстоятельствах, для обеспечения надежной работы двигателя при частоте вращения в верхнем диапазоне, величину предельной частоты следует снизить до 83% от частоты вращения при МДМ.

Примечание 2: Двигатели 50МС имеют блоки цилиндров, состоящие из двух и более цилиндров, с взаимосвязанными полостями охлаждения цилиндров. Это не позволяет вывести из эксплуатации отдельные цилиндры с опорожненными полостями охлаждающей воды. Двигатель должен быть остановлен, утечка выявлена и дефектные детали заменены запасными., см. Том II "Обслуживание".

С. Прекращение сгорания в цилиндре.

Выпускной клапан закрыт.

Поршень продолжает работать.

Причины:

Эта мера может использоваться, например, при неисправном выпускном клапане или его приводе.

См. также поз. 4, 704.11

Операция:

1) Отключите топливный насос, подняв и застопорив толкатель (Том II, Операция 908-5).

2) Выведите выпускной клапан из действия (см. Том II Главу 908-5) так, чтобы клапан оставался **закрытым** (поднимите толкатель или перекройте подвод масла и снимите гидравлическую трубу).

Примечание: Не прекращайте подачу охлаждающей воды в цилиндр и охлаждающего масла к поршню.

**Д. Поршень, поршневой шток и крейцкопф подвешены в двигателе.
Шатун снят.**

Причины:

Например, серьезные дефекты поршня, поршневого штока, шатуна, цилиндровой крышки, цилиндровой втулки и крейцкопфа.

См. также поз. 3, 704.11.

Операция:

1) Отключите топливный насос, подняв и застопорив толкатель.
См. Том II, Операция 909-5.

2) Отключите привод выпускного клапана (см. Том II, Глава 908-5) так, чтобы клапан оставался закрытым.

- 3) Демонтируйте трубу пускового воздуха, заглушите главный трубопровод пуск. воздуха и трубу управляющего воздуха соответствующего цилиндра.

Примечание: В этом случае заглушить трубу пускового воздуха особенно важно, т.к. в противном случае пусковой воздух может сорвать подвешенные узлы двигателя.

- 4) Поднимите поршень в верхнее положение и установите опоры под крейцкопф в соответствии с рекомендациями *Том II, Глава 904*. Демонтируйте крейцкопфный и мотылевый подшипники и выведите шатун из картера.
- 5) Заглушите подвод масла к крейцкопфу.
- 6) Установите лубрикатор соответствующего цилиндра в положение "нулевой" подачи.

Е. Поршень, поршневой шток, крейцкопф, шатун и телескопическая труба демонтируются.

Причины:

Этот метод используется лишь тогда, когда из-за недостатка запасных частей необходимо отремонтировать поврежденные узлы во время рейса. См. также Поз. 3, 704.11

Операция:

- 1) Отключите топливный насос, подняв толкатель. Застопорите толкатель. См. Том II, Операция 909-5.
- 2) Отключите привод выпускного клапана (см. Том II, Глава 908-5) так, чтобы клапан остался **закрытым**.
- 3) Демонтируйте трубу пускового воздуха, заглушите главный трубопровод и трубу управляющего воздуха соответствующего цилиндра.
- 4) Демонтируйте поршень, поршневой шток с сальником, крейцкопф, шатун и мотылевый подшипник. Закройте отверстие сальника штока крышками с двух сторон (ресивера и картера). Минимальная толщина крышки 5 мм.

- 5) Заглушите отверстие подвода масла от телескопической трубы.

- 6) Установите лубрикатор для соответствующего цилиндра на "нулевую" подачу.

3. Пуск после вывода цилиндров из эксплуатации

После выполнения любой из операций, описанных в подпунктах В, С, Д и Е, обязательно проверьте поток масла из подшипников и плотность заглушенных отверстий перед пуском дизеля.

После 10 минут работы, а затем после 1 часа остановите дизель, откройте картер для проверки:

- подшипников,
- временно закрепленных узлов,
- потока масла через подшипники,
- плотности заглушенных отверстий.

Ограничение нагрузки:

Случаи А и С, см. Поз. 4 ниже. Случаи В, Д и Е всегда проконсультируйтесь с изготовителем дизеля для расчета допустимой мощности и возможной запретной зоны частот вращения.

4. Работа двигателя с одним отключенным цилиндром (Случай А и С)

Отключение определяется как:

- Отсутствие впрыска топлива и
- Наличие компрессии.

При отсутствии горения только в одном цилиндре дизель может продолжать работу со средним индикаторным давлением p_i , в работающих цилиндрах, не превышающим 90% от такового при спецификационной МДМ. Для установок с ВФШ в этом случае можно достигнуть следующих значений частоты вращения и нагрузки.

Общее число цилиндров	Частота вращения % от МДМ	Нагрузка в % от частоты
4	83	57
5	86	63
6	88	67
7	89	71
8	90	73
9	91	75
10	91	77
11	92	78
12	92	78

NB Справедливо только для отсутствия горения, т.е. поз. 2, пункты А и С, см. Стр. 704.09-10 и Иллюстр. 70401.

Для установок с ВРШ те же значения можно получить, работая при расчетном шаге винта.

В случае отключения более чем одного цилиндра должен быть запрошен дизелестроительный завод.

Ограничения работы для случаев В, Д и Е

В случаях В, Д, Е всегда следует обратиться к изготовителю дизеля для расчета допустимой мощности и возможной запретной зоны частот вращения.

5. Как вывести из эксплуатации турбоагнетатели.

(См. также отдельную инструкцию по ТН).

При возникновении сильной вибрации, аварии подшипников или других неисправностях предварительно примите одну из перечисленных ниже мер для сохранения работоспособности дизеля:

А. Когда судно должно сохранять маневренность:

Уменьшите нагрузку до исчезновения опасной вибрации.

В. Если судно должно сохранять маневренность, поврежденный турбоагнетатель не может работать далее на пониженной нагрузке:

Примечание: Этот режим работы реализуется только для случаев, когда нет располагаемого времени для выполнения операций, описанных в позиции "С", "Работа длительное время с ТН, выведенным из эксплуатации".

Отсылаем к инструкции по ТН в отношении максимального времени работы в условиях "В", прежде чем будут повреждены подшипники.

Дизели с одним турбоагнетателем:

1. Остановите двигатель.
2. Застопорите ротор поврежденного ТН. (См. инструкцию по ТН)
3. Снимите компенсатор между выходом компрессора и трубопроводом продувочного воздуха.
Это позволит уменьшить потери на всасывании.
4. **Ограничения нагрузки:** См. Иллюстр. 70403.

Двигатели с двумя ТН:

1. Остановите двигатель.
2. Застопорите ротор неисправного ТН. (См. инструкцию по ТН)
3. Установите на выпуске компрессора дроссельную диафрагму, *небольшой поток воздуха через компрессор требуется для охлаждения крылатки.*
4. **Ограничения нагрузки:** См. Иллюстр. 70403.

Примечание: Предел нагрузки может быть значительно повышен, если установить диафрагму также на входе в турбину, как описано в Позиции С, "Двигатели с двумя или более турбоагнетателями".

С. Длительная работа с ТН, выведенным из эксплуатации

Двигатели с одним ТН:

- Двигатели с байпасированием выпуска (Дополнение).
 1. Остановите двигатель.
 2. Застопорите ротор ТН.
(См. инструкцию по ТН).
 3. Демонтируйте заглушку с выпускного байпасного трубопровода.
 4. Демонтируйте компенсатор между выходом из компрессора и трубопроводом наддувочного воздуха.
Это снизит сопротивление на всасывании.
 5. **Ограничение нагрузки:**
См. Иллюстр. 70403.
- Двигатели без байпасирования выпуска.
 1. Остановите двигатель.
 2. Демонтируйте ротор и сопловой венец ТН.
(См. инструкцию по ТН).
 3. Установите заглушки.
(См. инструкцию по ТН).
 4. Демонтируйте компенсатор между выходом из компрессора и трубопроводом наддувочного воздуха.
Это снизит сопротивление на всасывании.
 5. **Ограничения нагрузки:**
См. Иллюстр. 70403.

Двигатели с двумя и более ТН:

1. Остановите двигатель.
2. Застопорите ротор неисправного ТН.
(См. инструкцию по ТН).
3. Установите дроссельные диафрагмы на выходе из компрессора и на входе в турбину.

Небольшой поток воздуха требуется для охлаждения крылатки, а небольшой расход газа желателен для предотвращения коррозии.

4. **Ограничения нагрузки:** *См. Иллюстр. 70403.*

Д. Ремонт, подлежащий выполнению во время рейса.

Двигатели с двумя и более ТН:

1. Остановите двигатель.
2. Установите заглушки на выходе из компрессора, входе в турбину и выходе из турбины.
3. **Ограничения нагрузки:** *См. Иллюстр. 70403.*

Двигатели с байпасированием выпуска (Дополнение):

1. Остановите двигатель.
2. Установите заглушки на входе и выходе из турбины.
3. Демонтируйте заглушку с байпасной трубы газовыпуска.
4. Демонтируйте компенсатор между выходом из компрессора и трубопроводом наддувочного воздуха.
5. **Ограничения нагрузки:** *См. Поз. "С", "Двигатели с байпасированием выпуска (Дополнение)".*

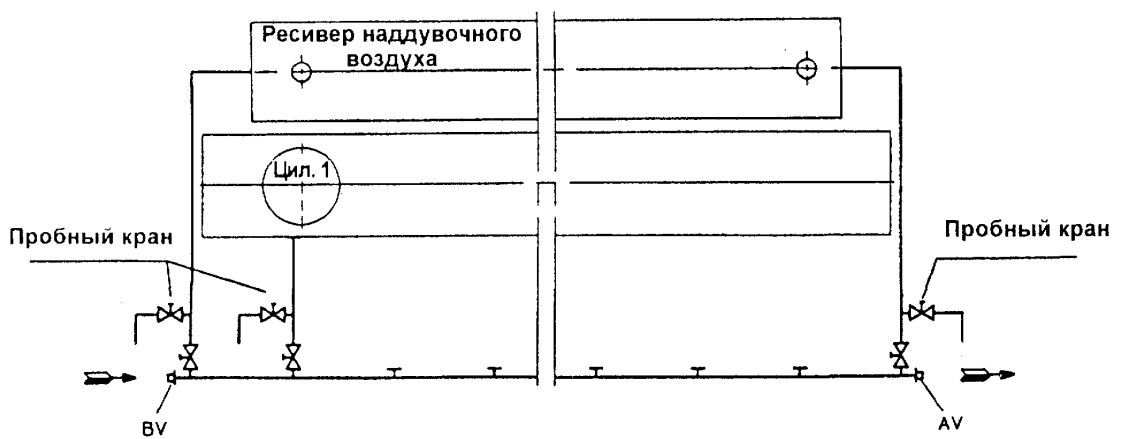
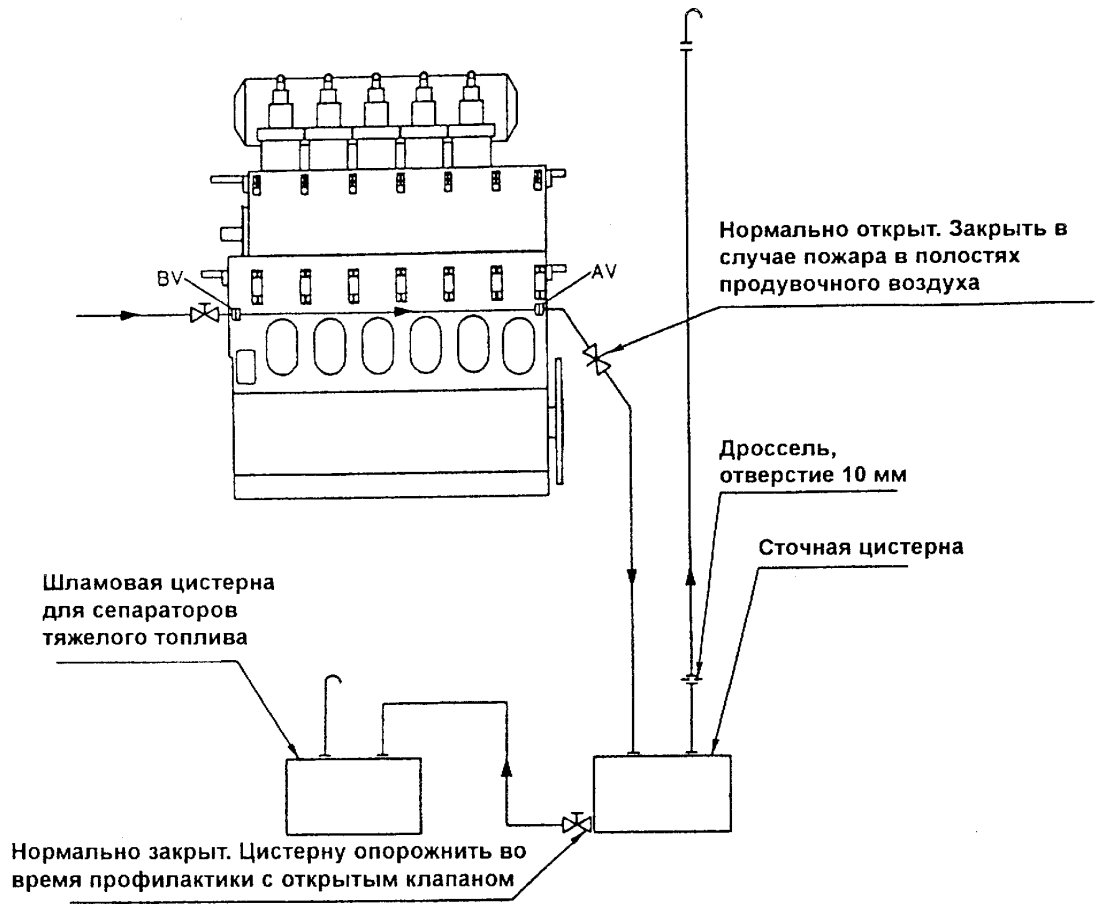
6. Вывод из эксплуатации вспомогательной воздуходувки.

В случае выхода из строя одной вспомогательной воздуходувки, она автоматически отключается встроенным невозвратным клапаном, при этом дизель может продолжать работу без ограничений.

См. также Том III, "Описание компонентов", Глава 910.



	Случай А	Случай В	Случай С	Случай Д	Случай Е
Характер аварийного действия	Необходимо прекратить сгорание	Необходимо прекратить сгорание и компрессию клапана	Необходимо прекратить сгорание из-за неисправн. или сняты	Все узлы движения (поступат. движ-ся) подвешены	Все узлы движения (поступат. движущ.) сняты.
Некоторые причины аварийной ситуации	Прорыв газа через поршневые кольца или вып. клапан. Уменьшение нагрузки на подшипник Неисправность оборуд. впрыска	Течь цилиндровой крышки или втулки	Выпускной клапан или его привод неисправны	Самые быстрые и надежные меры в случаях неисправности крупных узлов движ-я, цилиндровых крышек или втулок	Только при отсутствии запасных частей
Топливный насос с толкателем	Поднят	Поднят	Поднят	Поднят	Поднят
Выпускной клапан	Работает	Держат открытым	Закрыт	Закрыт	Закрыт
Воздух для пневмомеханизма	Открыт	Закрыт	Открыт	Открыт	Открыт
Привод вып. клапана с толкателем	Работает	Снят или поднят	Снят или поднят	Снят или поднят	Снят или поднят
Подвод масла к приводу клапана	Открыт	Труба демонтирована и заглушена	Открыт	Открыт	Открыт
Пусковой клапан	Работает	Заглушен	Работает	Заглушен	Заглушен
Поршень со штоком	Движущийся	Движущийся	Движущийся	Подвешен	Снят
Крейцкопф	Движущийся	Движущийся	Движущийся	Подвешен	Снят
Шатун	Движущийся	Движущийся	Движущийся	Снят	Снят
Мотылевый подшипник	Движущийся	Движущийся	Движущийся	Снят	Снят
Подвод масла к крейцкопфу	Открыт	Открыт	Открыт	Заглушен	Заглушен
Отвод охлажд. масла из крейцкопфа	Открыт	Открыт	Открыт		
Лубрикатор	Работает	Работает	Работает	"нулевая" подача	"нулевая" подача





Компоненты	Случай В		Случай С ¹⁾		Случай Д Двигатели с двумя ТН или более
	Двигатели с одним ТН	Двигатели с двумя ТН или более	Двигатели с одним ТН с байпасом	Двигатели с одним ТН без байпаса	
Ротор ²⁾	Застопорен	Застопорен	Застопорен	Снят	Застопорен
Сопловой венец ²⁾				Снят	
Выход компрессора		Дроссельная диафрагма			Дроссельная диафрагма
Вход в турбину					Дроссельная диафрагма
Выход из турбины					Заглушки
Компенсатор на выходе из компрессора	Снят		Снят	Снят	
Заглушка байпаса			Снята		
Корпус ТН ²⁾				Заглушки	
Макс. % от МДМ нагрузка/ (частота вращен.):					
1 ТН из 1	15/(53) ³⁾	-	20-25/ (58-63) ⁴⁾	15/(53) ³⁾	-
1 ТН из 2	-	15/(53) ³⁾⁵⁾	-	-	50/(79) ³⁾⁶⁾
1 ТН из 3	-	15/(53) ³⁾⁵⁾	-	-	66/(87) ³⁾⁶⁾
1 Всп.возд. из 2 ⁷⁾	10/(46) ⁴⁾	10/(46) ⁴⁾	15/(53) ⁴⁾	10/(46) ⁴⁾	8)
1 Всп.возд. из 3 ⁷⁾	-	12,5/(50) ⁴⁾	-	-	8)

¹⁾ Изготовитель двигателя в каждом конкретном случае может дать дополнительную информацию о возможной нагрузке дизеля и уровнях температур.

²⁾ См. Инструкцию по ТН

³⁾ Температуры выпускных газов не должны превышать величин, представленных в Главе 701, См. также примеч. в поз. 1 "Общее", Стр. 704.08.

⁴⁾ Температуры выпускных газов не должны превышать 400 °С

⁵⁾ Это в связи с потерей выпускных газов через поврежденный ТН.

⁶⁾ Упомянутый предел по температуре выпускных газов, в аварийном режиме это средняя величина для всего диапазона нагрузок.

⁷⁾ Одновременно с отключением ТН.

⁸⁾ См. пределы, указанные выше для "1 ТН из 2" и "1 ТН из 3".

Наблюдения

Временное прекращение помпажа

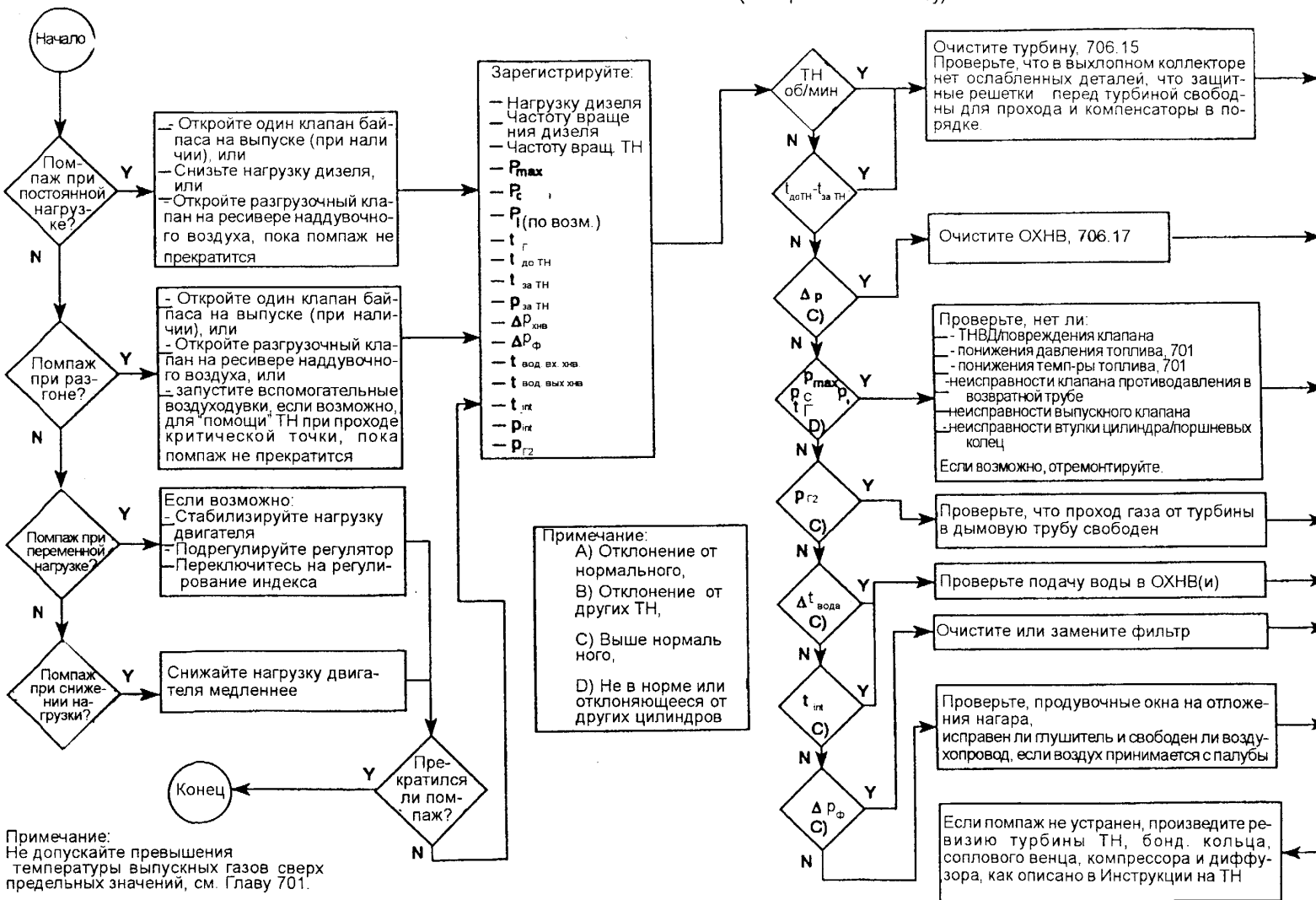
Проверка характеристик дизеля: см. Стр. 706.01

Исследование помпажа ТН (см. примечания внизу)

Действия по устранению: 706.05-706.13

Илл. 70404-40С

Помпаж турбокомпрессора



Примечание: Не допускайте превышения температуры выпускных газов сверх предельных значений, см. Главу 701.

Топливо и топливоподготовка

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Топливо	
1. Дизельное топливо	705.01
2. Тяжелое топливо	705.01
3. Рекомендуемая спецификация топлива	705.01
Топливная система, работающая под давлением	
1. Топливная система	705.03
2. Давление топлива	705.04
Топливоподготовка	
1. Очистка	705.05
1.1 Общее	705.05
1.2 Сепарация	705.05
1.3 Топлива высокой плотности	705.06
1.4 Гомогенизаторы	705.06
1.5 Топливный фильтр тонкой очистки	705.06
1.6 Суперфильтры - декантеры	705.06
2. Стабильность топлива	705.06
3. Подогрев перед впрыском	705.07
3.1 Меры предосторожности	705.07
3.2 Подогрев топлива во время стоянки в порту	705.07
3.3 Запуск после стоянки в порту	705.07
4. Другие эксплуатационные аспекты	705.08
4.1 Давление циркуляционного насоса	705.08
4.2 Переход на другое топливо	705.08
Иллюстрации	
Стандарт на судовое остаточное топливо	70501
Топливная система	70502
Трубопроводы топлива на двигателе	70503
Сепараторы топлива, режимы работы	70504
Пропускная способность сепаратора и температура сепарации	70505
Подогрев тяжелого топлива	70506

Топливо

1. Дизельное топливо

К этой группе относится дизельное топливо, удовлетворяющее требованиям британского стандарта MA 100, класс M2; ASTM классификации топлива D 975, сорт N. 4-D; CIMAC сорт I; или могут быть использованы подобные им.

2. Тяжелое топливо

К этой группе относятся большинство коммерческих сортов топлива вязкостью менее 700 сСт при 50 °C (7000 с Редвуда I при 100 °F).

При закупке топлив у зарубежных фирм ссылка делается на ИСО 8217, британский стандарт BS6843, а также рекомендации CIMAC в части требований к тяжелым топливам для дизелей издания 1990 г. Из них максимально приемлемыми сортами являются RMH55 и K55. Упомянутые стандарты ИСО и BS заменят BS MA100, в котором пределом является M9.

Для ориентировочных целей выдержка из соответствующих стандартов и спецификаций дана в Иллюстрации 70501.

Данные, приведенные в вышеупомянутых стандартах и спецификациях, относятся к топливу, поступающему на судно, т.е. перед его подготовкой.

Чтобы обеспечить эффективную и достаточную очистку топлива, т.е. удалить воду и твердые частицы, удельный вес топлива при 15 °C (60 °F) должен быть ниже 0,991.

Допускаются более высокие плотности, если суда оборудованы специальной системой топливоподготовки.

Результаты обычных анализов не определяют в достаточной мере горючих свойств топлива.

Это означает, что результаты эксплуатации зависят от свойств топлива, которые нельзя определить заранее. Это особенно относится к тенденции топлива образовывать отложения в камере сгорания, газоходах и турбинах. Поэтому необходимо исключить некоторые сорта топлива, которые могут вызвать трудности во время эксплуатации.

Если судно выводилось из эксплуатации на длительный период без прокачивания топлива через цистерны (расходные и отстойные), то перед пуском двигателя, топливо следует прокачать в системе.

До запуска насосов для циркуляции, цистерны должны быть осушены для удаления воды, отстоявшейся при стоянке.

Соответственно значительно снижается опасность концентрации загрязнений и воды в топливе для главных и вспомогательных двигателей, вызванной длительным отстоем.

Топливоподготовку см. далее в данной Главе.

3. Рекомендуемая спецификация топлива

На основе опыта эксплуатации в качестве дополнения к упомянутым стандартам, мы составили рекомендуемую спецификацию на топливо, показанную в нижеприводимой таблице.

Топлива, ограниченные этой спецификацией, являясь коммерчески доступными, использовались с удовлетворительными результатами на двухтактных малооборотных двигателях фирмы MAN B&W и вспомогательных дизелях фирмы.

Рекомендуемая спецификация (максимальные значения)		
Плотность при 15 °C	кг/м ³	991 *
Кинематическая вязкость при 100 °C	сСт	55
при 50 °C	сСт	700
Температура вспышки	°C	>=60
Температура застывания	°C	30
Коксуемость по Конрадсону	(% массы)	22
Зола	(% массы)	0.15
Общий осадок после старения	(% массы)	0.10
Вода	(% объема)	1.0
Сера	(% массы)	5.0
Ванадий	мг/кг	600
Алюминий+Кремний	мг/кг	80
Отвечает ИСО 8217: CIMAC - H55.		

* 1010 при условии, что установлены современные автоматические сепараторы.

Данные относятся к топливу в стадии поставки, т.е. до его подготовки на судне.

Если значения свойств топлива, принятого для использования, особенно вязкость и удельный вес, превышают указанные выше, необходимо обратиться к дизелестроительной фирме за рекомендациями по возможному изменению топливной системы.

В связи с относительно малой применяемостью упомянутых остаточных сортов топлива у нас накоплен очень малый опыт работы наших дизелей на топливе со свойствами, превышающими значения, указанные в таблице:

Вязкость	450 сСт при 50 °С
Коксуемость по Конрадсону	18 % массы
Сера	4 % массы
Ванадий	400 ppm

При использовании сортов топлива с более высокими значениями показателей рекомендуется тщательно следить за характеристиками двигателя.

Топливная система под давлением

1. Топливная система

Иллюстр. 70502, 70503

Топливная система рассчитана на работу дизеля как на дизельном, так и на тяжелом топливе.

На *Иллюстрации 70502* показана система, единая для главного и вспомогательных дизелей. Вспомогательные двигатели можно эксплуатировать на тяжелом или дизельном топливе независимо от главного двигателя.

Из бункерных цистерн топливо перекачивается насосами в промежуточную цистерну, откуда сепараторами оно может подаваться в соответствующие расходные цистерны ("суточные цистерны").

Для обеспечения наиболее удовлетворительной очистки тяжелого топлива сепараторы оборудованы подогревателями, где топливо может подогреваться до температуры 95-98 °С (относительно очистки топлива см. "Топливоподготовка" в данной Главе).

Из конкретной расходной цистерны топливо подается к одному из двух электрических подкачивающих насосов, который подает топливо под давлением около 4 бар (по возможности через расходомер) к стороне низкого давления топливной системы.

После этого топливо поступает к одному из двух электрических циркуляционных насосов, а от него через подогреватель, регулятор вязкости, фильтр и к топливным насосам ВД.

Ячейка фильтра соответствует абсолютной тонкости фильтрации в 50 μm (0,050 мм). Абсолютная тонкость отвечает номинальной тонкости приблизительно 30 μm при коэффициенте отсева 90%.

Отсечное топливо от форсунок и насосов ВД через трубу возвратного топлива перепускается обратно к стороне всасывания циркуляционного насоса.

Для поддержания постоянного давления в главной магистрали на входе топливных насосов ВД, производительность и подача циркуляционного насоса превышает количество топлива, расходуемого двигателем.

Кроме этого, устанавливается подпружиненный байпасный клапан, который функционирует как перепускной между входом к ТНВД и возвратом топлива и, таким образом, поддерживает постоянное давление в приемном топливном трубопроводе.

Для того, чтобы поддерживать равномерный поток подогретого топлива через топливные насосы, корпуса и форсунки на всех нагрузках (включая остановленный двигатель), на выходе форсунок устанавливается золотник и циркуляционное отверстие, см. *Том III, Раздел 909*.

Благодаря "встроенной" циркуляции подогретого топлива, может поддерживаться рабочая температура топливных насосов и форсунок даже тогда, когда двигатель остановлен.

Следовательно, нет необходимости переходить на дизельное топливо при заходах в порт, если циркуляционный насос продолжает работать и сохраняется подогрев циркулирующего топлива, см. *Раздел 3.2 в этой Главе*.

Если при длительной стоянке требуется отключить циркуляционный насос или подогрев, то из топливной системы предварительно надо слить тяжелое топливо.

Это можно сделать следующим образом:

- либо произведя своевременный переход на дизельное топливо перед остановкой двигателя, см. *Поз. 4.2*, или,
- прекратив подогрев топлива и перекачав его обратно в расходную цистерну через переключаемый клапан, установленный в верхней части трубы возвратного топлива. См. *Поз. 4.2.С*.

2. Давление топлива

Регулировку давления топлива, при остановленном двигателе, производите следующим образом:

1. Отрегулируйте клапаны в системе как для нормальной работы, обеспечив циркуляцию топлива.
2. Запустите подкачивающие и циркуляционные насосы и проверьте, что топливо циркулирует.
3. Подкачивающие насосы: Отрегулируйте подпружиненный предохранительный клапан на подкачивающем насосе N 1 на открытие при максимальном рабочем давлении насоса.

Давление должно быть установлено не ниже 4 бар в связи с требуемым уровнем давления в подкачивающей линии, см. пункт 4.

Производите регулировку постепенно, медленно закрывая и открывая клапан на напорном трубопроводе, пока давление при закрытом клапане не достигнет указанного выше значения.

Произведите такую же регулировку на втором подкачивающем насосе N 2.

4. Отрегулируйте давление топлива с помощью перепускного клапана, между напорными и всасывающими трубами подкачивающих насосов. Отрегулируйте так, чтобы давление в системе низкого давления топливной системы было 4 бара.
5. Циркуляционные насосы: При работе подкачивающих насосов с напором 4 бар отрегулируйте подпружиненный байпасный клапан на циркуляционном насосе N 1 на открытие при максимальном рабочем давлении, около 10 бар.

Производите регулировку постепенно, медленно открывая и закрывая клапан в трубопроводе высокого давления, пока давление при закрытом клапане не достигнет указанного выше значения.

Отрегулируйте таким же образом циркуляционный насос N 2.

6. Топливный трубопровод: Отрегулируйте давление топлива с помощью подпружиненного перепускного клапана, установленного между главной трубой подвода к ТНВД и трубопроводом возвратного топлива на двигателе. Отрегулируйте перепускной клапан таким образом, чтобы давление в главном трубопроводе перед ТНВД было 7-8 бар, см. также Главу 701.
7. При работающем двигателе давление немного упадет. Отрегулируйте вновь на требуемое значение при МДМ.

Топливоподготовка

1. Очистка

1.1 Общее

В топливе всегда присутствуют посторонние примеси, поэтому перед его использованием необходимо топливо тщательно очищать от твердых и жидких примесей.

К твердым примесям относятся, главным образом, ржавчина, песок, частицы катализатора; к жидким - вода, либо пресная, либо забортная.

Эти примеси могут вызвать:

- повреждения топливных насосов и форсунок;
- повышенный износ цилиндровой втулки;
- отложения на седлах выпускных клапанов;
- загрязнения газоходов и лопаток ТН.

1.2 Сепарация

Эффективную очистку топлива можно обеспечить только сепарацией.

Способность отделения воды зависит в значительной степени от удельного веса (плотности) топлива по сравнению с водой при температуре сепарации. Кроме того, на сепарацию влияют вязкость топлива (при температуре сепарации) и пропускная способность.

Способность отделения абразивных частиц зависит от размера и удельного веса мельчайших загрязнений, подлежащих удалению и, особенно, от вязкости топлива (при температуре сепарации) и пропускной способности сепаратора.

Мы рекомендуем следовать рекомендациям завода-изготовителя, касающимся производительности используемых сепараторов.

Для обеспечения оптимальной очистки очень важно:

- а) Чтобы вязкость топлива при сепарации была настолько возможно низкой.
- б) Чтобы топливо в чаше сепаратора задерживалось как можно дольше.

Относительно пункта а)

Оптимальная (низкая) вязкость обеспечивается подогревателем, работающим при максимальной температуре, рекомендуемой для данного топлива.

Особенно важно, чтобы для топлив, вязкостью выше 1500 сРедвуда I при 100 °F (т.е. 180 сСт при 50 °C), поддерживалась максимально возможная температура подогрева 95-98 °C, см. Илл. 70505.

Сепаратор должен работать 24 часа в сутки, исключая время, необходимое на очистку сепаратора.

Относительно пункта б)

Топливо в сепараторе должно задерживаться по возможности дольше, регулированием его пропускной способности так, чтобы через сепаратор проходило такое количество топлива, которое потребно для работы дизеля без чрезмерной рециркуляции.

В идеальном случае пропускная способность должна соответствовать количеству топлива, потребному для дизеля, плюс количество топлива, потребное на периоды, когда сепаратор останавливается для очистки.

Для эффективного отделения воды с помощью обычного пурификатора очень важно правильно выбрать гравитационный диск. В инструкции на сепаратор даются рекомендации по выбору диска в соответствии с удельным весом используемого топлива.

Производительность сепараторов:

Последовательная или параллельная работа

Обычно для очистки топлива используются по меньшей мере два сепаратора.

Иллюстрация 70504 рис. 1.

Что касается сепарации современных остаточных сортов топлива, то эксперименты показали, что в случае достаточной производительности каждого сепаратора, самая эффективная очистка, особенно от катализаторных частиц, обеспечивается при последовательной работе сепараторов - в режиме пурификации/кларификации.

Последовательная работа сепараторов (с максимальной надежностью) является вполне приемлемой альтернативой рекомендуемой ранее параллельной работе. Каждый сепаратор по своей производительности должен быть способен очищать все количество топлива, потребляемого двигателем, не превышая величины пропускной способности, рекомендуемой заводом-изготовителем.

Эта рекомендация справедлива для обычных сепараторов. Для новейших типов, пригодных для обработки топлив плотностью выше 991 кг/м³ при 15 °С рекомендуется следовать особым рекомендациям изготовителя, см. Поз. 1.3 ниже.

Иллюстрация 70504 Рис. 2.

Если производительность установленного сепаратора низкая (для данной вязкости используемого топлива) и, если устанавливается более одного сепаратора, то для обеспечения низшей пропускной способности рекомендуется *параллельная работа*. Однако, с точки зрения упомянутых выше рекомендаций необходимо привести серьезные доводы в части преимуществ установки нового оборудования в соответствии с современными сортами топлива и рекомендациями по расходу.

В отношении выбора/проверки производительности сепарации, рекомендуем соблюдать инструкции завода-изготовителя, также можно использовать для руководства кривые, приведенные на Рис. 70505.

1.3 Топлива высокой плотности

Для удовлетворения тенденции использования топлив плотностью, превышающей 991 кг/м³ при 15 °С технология сепарации получила дальнейшее развитие.

Усовершенствованные кларификаторы с автоматической разгрузкой обеспечивают требуемую сепарацию воды и частиц из топлива плотностью до 1010 кг/м³ при 15 °С.

Сепараторы следует использовать для параллельной или последовательной работы в соответствии с инструкциями и рекомендациями изготовителя.

1.4 Гомогенизаторы

Гомогенизатор может быть установлен в топливной системе как дополнение к сепаратору, чтобы гомогенизировать возможные воду и шлам, еще оставшиеся в топливе после сепарации.

1.5 Топливный фильтр тонкой очистки

Может устанавливаться как дополнение к сепаратору фильтр тонкой очистки с очень мелкой ячейкой для задержания оставшихся механических частиц после сепарации топлива.

Гомогенизатор следует устанавливать до возможного фильтра тонкой очистки для уменьшения риска забивания его при агломерации асфальтенов.

1.6 Суперфильтр - декантер

В качестве дополнения также может быть установлен суперфильтр - декантер. Он, в принципе, представляет собой "горизонтальный" кларификатор. Его целью является удаление шлама перед нормальной сепарацией и тем самым сведение к минимуму риска забивания сепараторов.

2. Стабильность топлива

Современные сорта топлива изготавливаются на основе различных сортов сырой нефти и процессов очистки. Практический опыт показал, что из-за *несовместимости* при смешивании определенные сорта топлива могут стать нестабильными.

В связи с этим смешивание различных сортов топлива следует избегать в самом широком плане.

Смешивание несовместимых сортов топлива в междудонных цистернах и отстойных цистернах может привести к расслоению, и как результат этого, образованию большого количества отделяемого в сепараторе шлама, который в некоторых случаях может заблокировать сепаратор.

Расслоение может иметь место в расходной цистерне, что может привести к колебаниям температуры подогрева, регулируемой вискозиметром.

Расслоению в расходной цистерне можно противодействовать рециркуляцией содержимого цистерны через сепаратор. При этом следует широко использовать преимущества низкой пропускной способности сепаратора.

3. Подогрев перед впрыском

В целях обеспечения правильного распыления перед впрыском топливо необходимо подогреть. Температура подогрева зависит от вязкости применяемого топлива.

Несоответствующий сорту топлива подогрев (т.е. также высокая вязкость):

- влияет на процесс сгорания,
- может вызвать повышенный износ цилиндрических втулок и колец,
- может способствовать прогоранию седел выпускных клапанов и
- может привести к повышению давления впрыска, что вызовет чрезмерные механические напряжения в топливной системе.

В большинстве случаев подогрев производится паром, а окончательная вязкость замеряется регулятором вязкости, который также регулирует подачу пара.

В зависимости от соотношения вязкости/температуры и индекса вязкости топлива температура

после подогревателя может быть необходима до 150 °С. Это иллюстрируется диаграммой на Илл. 70506, где ожидаемая температура подогрева дается как функция вязкости топлива.

Рекомендуем уставку вискозиметра после подогревателя 10-15 сСт.

Однако, опыт эксплуатации показал, что вязкость топлива перед ТНВД не является слишком строго определенным параметром, и поэтому мы допускаем вязкость за подогревателем до 20 сСт.

Во избежание быстрого загрязнения подогревателя температура подогрева топлива не должна превышать 150 °С.

3.1 Меры предосторожности

Если топливопроводы снабжены греющими спутниками, необходимо отключить подогрев при переходе с тяжелого топлива на дизельное. В этих условиях чрезмерный нагрев труб может значительно снизить вязкость, что может вызвать перегрев ТНВД, повышая риск заедания плунжера и повреждения уплотнений ТНВД (см. пункт 4.3).

3.2 Подогрев топлива во время стоянки в порту

Во время стоянки в порту для циркуляции подогретого топлива не требуется такой низкой вязкости, которая рекомендуется для впрыска. Таким образом, чтобы сэкономить энергию, температуру подогрева можно понизить на 20 °С, что обеспечивает вязкость около 30 сСт.

3.3 Запуск после стоянки в порту

Если двигатель был остановлен на тяжелом топливе, циркулирующем с пониженной температурой, подогрев и регулирование вязкости должны быть восстановлены примерно за час до запуска двигателя, так, чтобы получить требуемую вязкость, см. Поз. 3 "Подогрев перед впрыском".

4. Другие эксплуатационные аспекты

4.1 Напор циркуляционного насоса

Давление топлива, замеренное на двигателе (на уровне ТНВД), должно составлять 7-8 бар, эквивалентное напору циркуляционного насоса 10 бар. Это необходимо для исключения газификации топлива и кавитации в топливной системе при подогреве топлива до 150 °С.

Подкачивающие насосы могут быть остановлены, когда двигатель остановлен. См. Илл. 70502.

4.2 Переход на другое топливо

(См. также "Топливная система, работающая под давлением", выше в этой главе).

Двигатель оборудован неохлаждаемыми "симметричными" легкими форсунками с встроенной системой циркуляции топлива. Эта автоматическая циркуляция подогретого топлива (по трубкам высокого давления и форсункам) во время остановки двигателя является основой, рекомендуемой нами постоянной работы на тяжелом топливе.

Однако, при определенных обстоятельствах переход на дизельное топливо может стать необходимым, если, например:

- в случае ожидаемой продолжительной стоянки с холодным двигателем, а именно:
 - продолжительного ремонта топливной системы и т.д.;
 - докования;
 - стоянки более 5 дней;
- экологического законодательства, требующего использования топлива с низким содержанием серы.

Переход может быть выполнен в любое время:

- при работе двигателя, см. Поз. 4.2.A и 4.2.B.
- при стоянке двигателя, см. Поз. 4.2.C.

В целях предотвращения:

- заедания плунжера ТНВД или игл форсунок,
- плохого сгорания,
- заноса газоходов.

Очень важно тщательно соблюдать требование по температуре/нагрузке в операциях перехода. См. Поз. 4.2.A, 4.2.B и 4.2.C.

A. Переход с дизельного топлива на тяжелое в период работы

В целях защиты топливной аппаратуры впрыска от резких изменений температуры, что может вызвать заедание форсунок, плунжеров топливного насоса и всасывающих клапанов, переход рекомендуется производить следующим образом (вручную).

Сначала убедитесь, что температура тяжелого топлива в расходной цистерне нормальная.

Снизьте нагрузку двигателя до 3/4 от нормальной. Затем с помощью парового терморегулирующего клапана или ручного управления вискозиметром подогрейте дизельное топливо до температуры 60-80 °С, чтобы поддержать смазывающую способность дизельного топлива и таким образом уменьшить опасность задиров плунжера и его последующего зависания. При подогреве температура должна увеличиваться не более 2 °С в минуту.

Из-за опасности заедания топливной аппаратуры температура тяжелого топлива в расходной цистерне во время перехода не должна превышать температуру подогретого дизельного топлива в системе (60-80 °С) более, чем на 25 °С.

Примечание: Вязкость дизельного топлива не должна падать ниже 2 сСт, т.к. это может вызвать заедание и зависание плунжера топливного насоса и иглы форсунки.

Для некоторых сортов легкого дизельного топлива (газойль) верхний температурный предел составляет ниже 80 °С.

Когда температура достигнет 60-80 °С, переход на тяжелое топливо осуществляется путем поворота клапана переключения топлива. Затем продолжайте повышение температуры со скоростью около 2 °С в минуту до достижения требуемой вязкости, см. Поз. 3 "Подогрев перед впрыском".

В. Переход с тяжелого топлива на дизельное при работе

См. также Поз. 3.1 "Меры предосторожности".

В целях защиты топливной аппаратуры от резкого изменения температуры, которое может вызвать заедание форсунок, плунжеров и всасывающих клапанов ТНВД, переход на дизельное топливо осуществляется следующим образом (вручную):

- Подогрейте дизельное топливо в расходной цистерне, если возможно, до ок. 50 °С.
- Отключите подвод пара к подогревателю и спутникам.
- Снизьте нагрузку двигателя до 3/4 от нормальной МДМ.
- Перейдите на работу на дизельном топливе, когда температура тяжелого топлива в подогревателе понизится до температуры, на 25 °С выше температуры дизельного топлива в расходной цистерне, но не ниже 75 °С.

Примечание: Если после перехода температура (в подогревателе) резко падает, переход должен быть замедлен с подачей небольшого количества пара в подогреватель, где находится теперь дизельное топливо.

С. Переход с тяжелого топлива на дизельное во время стоянки

- Выключите подогрев. В части уровней температур перед переходом, см. Поз. В, "Переход с тяжелого топлива на дизельное при работе".
- Переключите клапан переключения вида топлива на топливных цистернах так, чтобы к подкачивающим насосам поступало дизельное топливо.
- Запустите подкачивающие и циркуляционные насосы (если они еще не работали).
- Переключите клапан перевода на трубе возвратного топлива так, чтобы топливо закачивалось в цистерну тяжелого топлива.
- Когда тяжелое топливо будет заменено дизельным, верните клапан переключения на трубе возвратного топлива в нормальное положение так, чтобы тяжелое топливо в вентиляционной трубе смешалось с дизельным топливом.
- Остановите подкачивающие насосы.
- Остановите циркуляционные насосы.

Для Заметок

Marine Technical Library – <http://vk.od.ua/marinelibrary>

*Manufacturer's instructions, Spare parts code books, Workshop manuals
for your success marine business*



Обозначение			CIMAC A10	CIMAC B10	CIMAC C10	CIMAC D15	CIMAC E25	CIMAC F25	CIMAC G35	CIMAC H35	CIMAC K35	CIMAC H45	CIMAC K45	CIMAC H55	CIMAC K55
Соответствует ISO 8217 (87): F-			RMA 10	RMB 10	RMC 10	RMD 15	RME 25	RMF 25	RMG 35	RMH 35	RMK 35	RMH 45	RMK 45	RMH 55	-
Характеристика	Разм.	Предел													
Плотность при 15 °C	кг/м ³	макс.	950	975		980	991		991		1010	991	1010	991	1010
Кинематическая вязкость при 100 °C	сСт ¹⁾	макс.	10		15	25		35		45		55			
			мин. ⁴⁾	6		15									
Температура вспышки		мин.	60		60	60		60		60		60	60		
Температура застывания		макс.	0 6 ³⁾	24	30	30		30		30		30	30		
Коксуемость	% (м/м)	макс.	12	14	14	15	20	18	22		22		22		
Зольность	% (м/м)	макс.	0.10		0.10	0.10	0.15	0.15		0.15		0.15		0.15	
Суммарный осадок после старения	% (м/м)	макс.	0.10		0.10	0.10		0.10		0.10		0.10		0.10	
Вода	% V/V	макс.	0.50		0.80	1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
Сера	% (м/м)	макс.	3.5		4.5	5.0		5.0		5.0		5.0		5.0	
Ванадий	мг/кг	макс.	150	300	350	200	500	300	600		600		600		
Алюмосиликаты	мг/кг	макс.	80		80	80		80		80		80		80	
Качества воспламеняемости ⁵⁾															

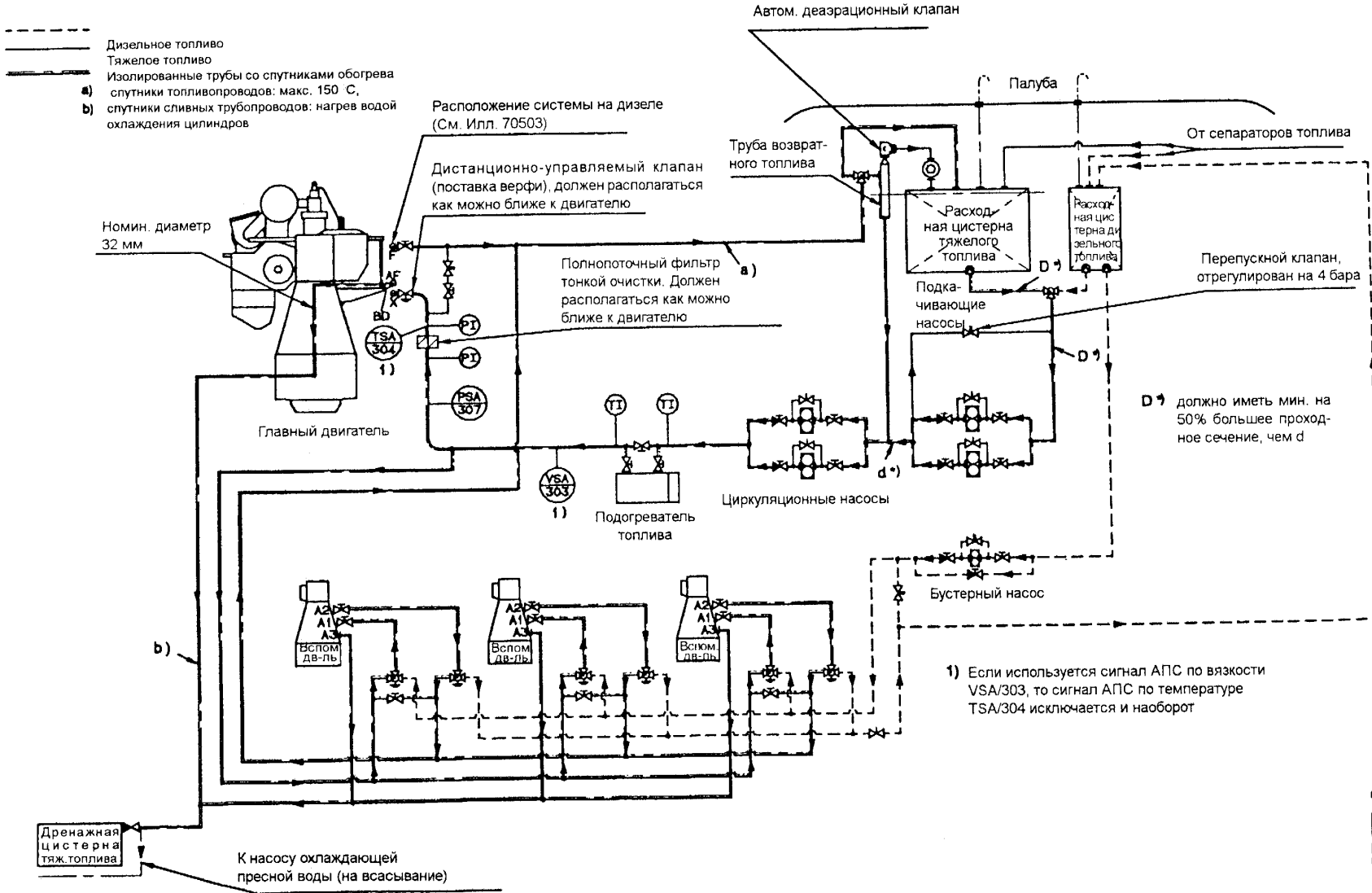
1) Примерные эквиваленты вязкостей (только для информации)
 Кинематическая вязкость (сСт) при 100 °C 6 10 15 25 35 45 55
 Кинематическая вязкость (сСт) при 50 °C 22 40 80 180 380 500 700
 Сек. Редвуда I при 100 °F 165 300 600 1500 3500 5000 7000

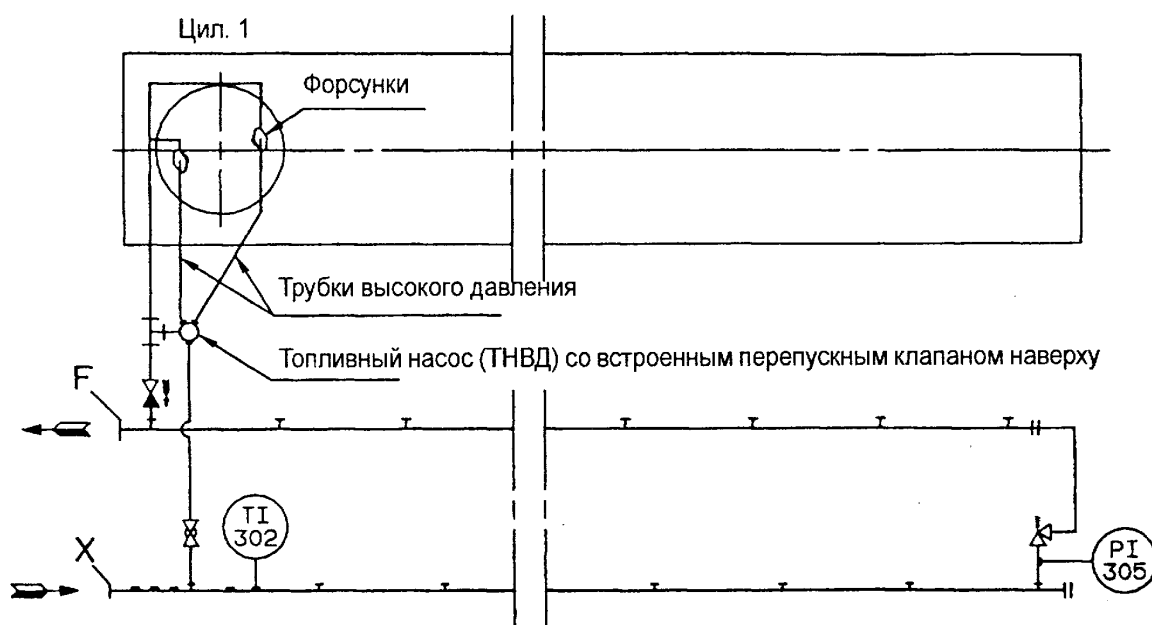
2) 1 сСт = 1 мм²/сек

3) Применяется к региону и сезону хранения и использования топлива (верхнее значение - зимнее качество, нижнее значение - летнее качество).

4) Лишь рекомендуемая величина. Может быть ниже, если плотность тоже ниже.

5) **Качества воспламеняемости**
 Нормально используемые результаты анализа топлив не содержат указаний на качества воспламеняемости, также, как и действующие спецификации и стандарты. Хотя и не является важным показателем для малооборотных и среднеоборотных дизелей, с высокими степенями сжатия, качество воспламеняемости может в известной степени прогнозироваться расчетами, базирующимися на вязкости и плотности, с использованием формул, изданных нефтяной промышленностью (CCAI фирмы Shell или CII фирмы BP). Высокая плотность в сочетании с низкой вязкостью может служить указанием на плохое качество воспламенения.





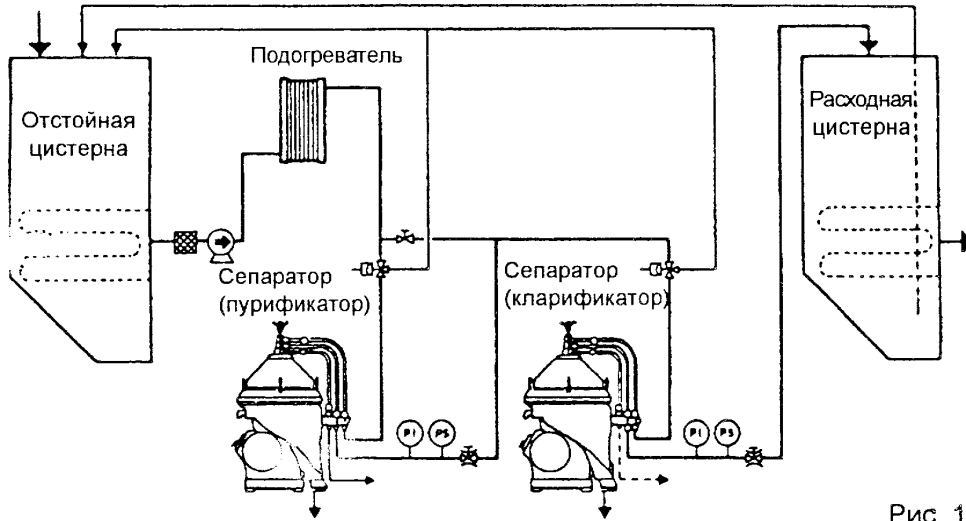


Рис. 1

Последовательная работа

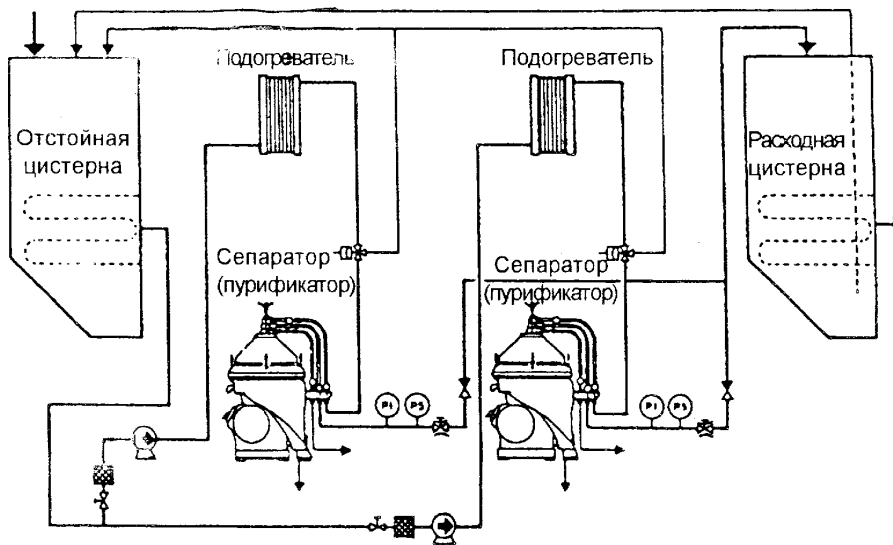


Рис. 2

Параллельная работа

С разрешения Alfa-Laval.

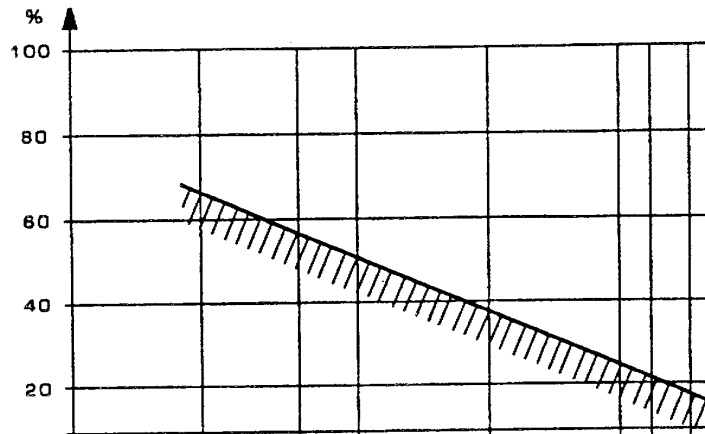


Пропускная способность сепараторов и температура сепарации (подогрев)

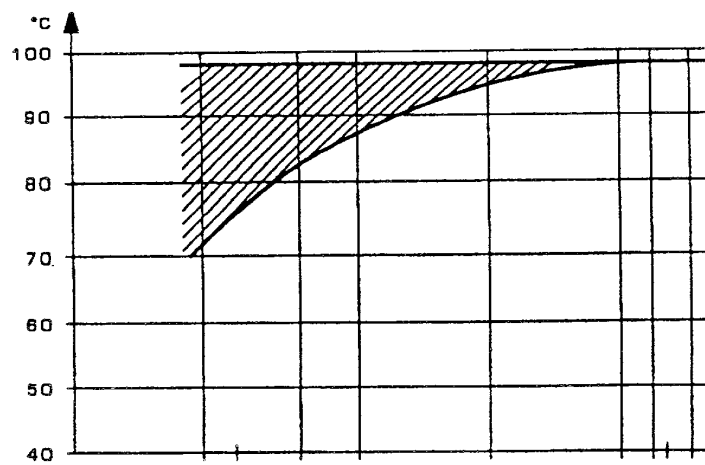
Илл. 70505-40

Пропускная способность

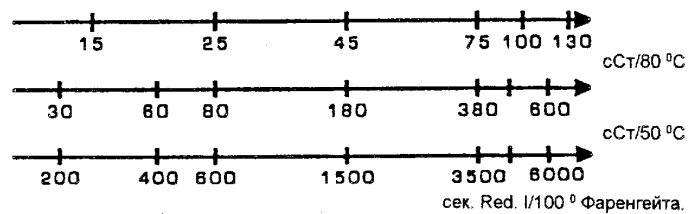
Относительная в % от производительности сепараторов

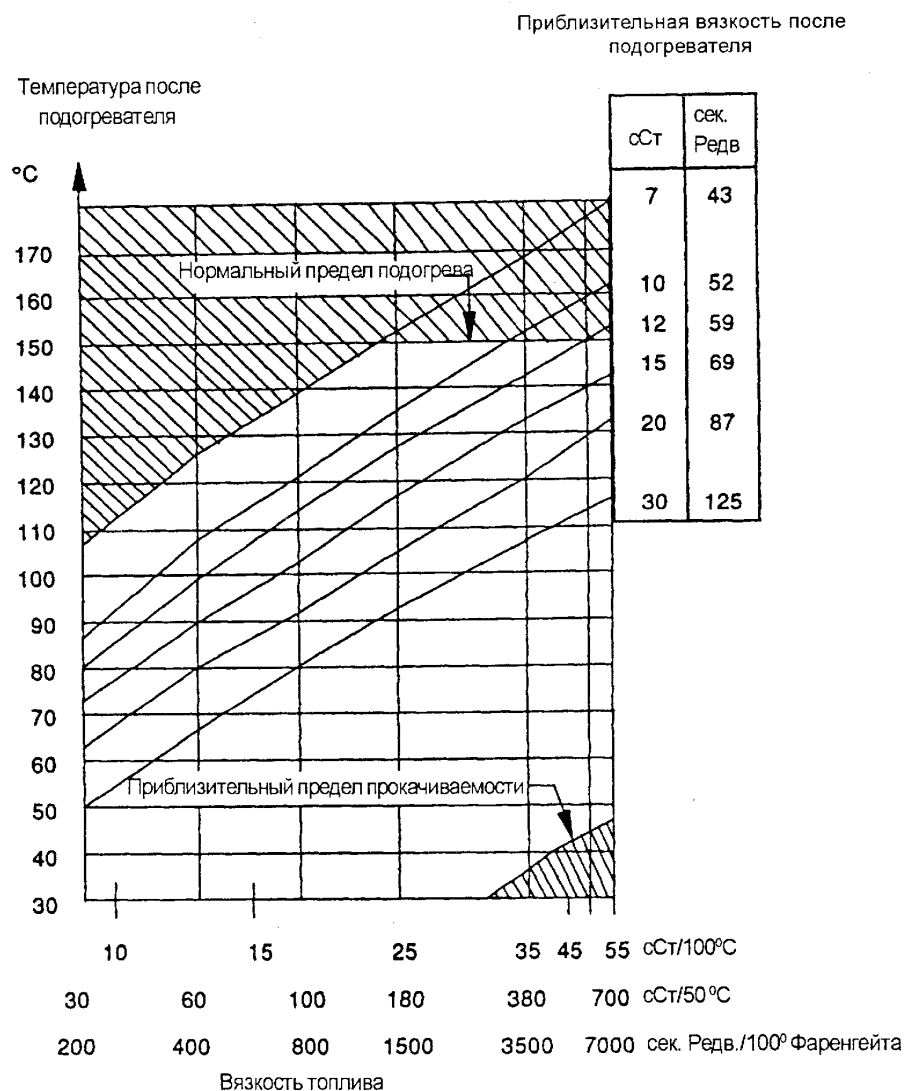


Температура сепарации



Логарифм. шкалы





Эта карта основана на информации поставщиков топлив и касается типовых судовых топлив с индексом вязкости 70-80.

Т.к. вязкость после подогревателя - регулируемый параметр, температуру подогрева можно изменять в зависимости от вязкости и индекса вязкости топлива.

Рекомендуемая уставка вискозиметра 10-15 сСт.

Оценка параметров двигателя и эксплуатация

Содержание	Стр.
Наблюдения при работе двигателя	
1. Символы и единицы измерения	706.01
2. Рабочий диапазон	706.02
2.1 Нагрузочная диаграмма	706.02
2.2 Определения	706.02
2.3 Пределы для длительной работы	706.02
2.4 Пределы для работы с перегрузкой	706.02
2.5 Рекомендации	706.02
2.6 Характеристика винта	706.02
3. Эксплуатационные наблюдения	706.03
3.1 Общее	706.03
3.2 Ключевые параметры	706.03
3.3 Измерительные приборы	706.03
3.4 Интервалы между проверками	706.03
3.5 Оценка наблюдений	706.03
Оценка записей	
1. Общее	706.05
2. Диагностика дизеля	706.05
2.1 Параметры, относящиеся к среднему индикаторному давлению p_{mi}	706.05
Средняя осадка судна	706.05
P_{mi}	706.05
$n_{дв}$ (частота вращения) - p_{mi}	706.06
$P_{max} - P_{mi}$	706.06
Индекс - p_{mi}	706.06
2.2 Параметры, относящиеся к эффективной мощности дизеля P_{me}	706.07
$T_{вып.г} - P_{me}$	706.07
$P_c - P_{me}$	706.09
3. Диагностика турбоагнетателя	706.11
$P_{int} - P_{me}$	706.11
$n_{ТН}$ (част. вращ.) - p_{int}	706.11
Δp_{ϕ} (перепад давления на фильтре) - p_{int}	706.11
к.п.д. ТН, $\eta_{ТН}$	706.11

Оценка параметров двигателя и эксплуатация

Содержание

Стр.

Оценка записей

4. Диагностика охладителя воздуха (ОХНВ)	706.12
$\Delta t_{\text{(возд.-вода)}} - p_{\text{int}}$	706.12
$\Delta t_{\text{воды}} - p_{\text{int}}$	706.12
$\Delta p_{\text{возд.}} - p_{\text{int}}$	706.12
4.1 Оценка	706.12
5. Удельный расход топлива	706.13

Очистка турбоагнетателей и охладителя воздуха

1. Турбоагнетатель	706.16
1.1 Общее	706.16
1.2 Очистка турбинной стороны	706.16
- Сухая очистка	706.16
- Водная промывка	706.16
1.3 Очистка компрессорной стороны	706.17
2. Система очистки охладителя воздуха	706.17
3. Дренажная система для водоотделителей	706.17
3.1 Конденсация влаги из атмосферного воздуха	706.17
3.2 Дренажная система	706.18
3.3 Проверка дренажной системы	706.18

Оценка параметров двигателя и эксплуатация

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Приложение 1	
Измерительные приборы	
1. Термометры и манометры	706.19
2. Индикатор	706.19
2.1 Индикаторные и развернутые индикаторные диаграммы	706.19
2.2 Уход за индикатором	706.19
2.3 Индикаторный кран	706.20
2.4 Установка индикатора	706.20
2.5 Снятие диаграмм	706.20
2.6 Погрешности диаграмм	706.21
2.7 Регулировка индикаторного привода (Дополнение)	706.22
Приложение 2	
Индикаторные диаграммы, замеры давления и расчет мощности двигателя (индикаторный привод, дополнение)	
1. Давление сжатия, Максимальное давление и погрешности	706.23
2. Площадь индикаторной диаграммы	706.24
3. Расчет индикаторной и эффективной мощности	706.24
Приложение 3	
Коррекция рабочих параметров	
1. Общее	706.26
2. Коррекция (поправка)	706.26
3. Примеры расчетов	706.27
4. Максимальная температура выпускных газов	706.27
Приложение 4	
К.п.д. турбонагнетателя	
1. Общее	706.29
2. Расчет к.п.д.	706.29
2.1 ЭУ без ТКС и байпаса на выпуске	706.29
2.2 ЭУ с ТКС и/или с байпасом на выпуске	706.31

Оценка параметров двигателя и эксплуатация

Содержание	Стр.
Приложение 5	
Оценка эффективной мощности двигателя без индикаторных диаграмм	
1. Общее	706.32
2. Методы	706.32
2.1 Индекс топливного насоса	706.32
2.2 Частота вращения турбоагнетателя	706.32
Иллюстрации	
Нагрузочная диаграмма только для хода (движения) судна	70601
Нагрузочная диаграмма для хода судна и привода валогенератора	70602
Эксплуатационные наблюдения 1-2	70603
Замеры параметров, характеризующих термодинамическое состояние	70604
Диаграммы диагностики:	
Двигатель	70605-70607
Турбоагнетатель	70608-70609
Охладитель воздуха	70610
Удельный расход топлива - поправки	70611
Сухая очистка турбоагнетателя, турбинная сторона	70612
Водная промывка турбоагнетателя, турбинная сторона (дополнение)	70613
Система очистки охладителя воздуха	70614
Нормальная индикаторная диаграмма	70615
Регулировка индикаторного привода (дополнение)	70616
Погрешности индикаторных диаграмм	70617
Информация с индикаторных и развернутых диаграмм	70618
Пользование планиметром	70619
Приведение к окружающим условиям ISO:	
$P_{\text{макс}}$	70620
$T_{\text{вып.г.}}$	70621
P_c	70622
P_{int}	70623
Пример замеров	70624
Расчет к.п.д. компрессора	70625
Расчет общего к.п.д. турбоагнетателя	70626
Определение эффективной мощности двигателя	70627

Наблюдения при работе двигателя

1. Символы и единицы измерения

Используются следующие обозначения:

Наименование параметра	Символ	1 единица	2 единица
Эффективная мощность	P_e	л.с.	кВт
Частота вращения	$n_{дв}$	об/мин	об/мин
Индикаторная мощность	P_i	и.л.с.	икВт
Индекс топливного насоса	Индекс ТНВД	No.	(мм)
Удельный расход топлива	B_e	г/л.с.ч.	г/кВт.ч.
Низшая теплотворная способность топлива	Q_p^H	ккал/кг	кДж/кг
Частота вращения ротора турбокомпрессора	$n_{тн}$	об/мин	об/мин
Атмосферное давление	$p_{баро}$	мм рт.ст.	мбар
Перепад давления на возд. фильтре ТН	$\Delta p_{ф}$	мм вод.ст.	мбар
Перепад давления на охлад. воздуха	$\Delta p_{ХНВ}$	мм вод.ст.	мбар
Давление наддувочного воздуха	p_{int}	мм рт.ст.	бар *
Среднее индикаторное давление	p_{mi}^*	бар *	бар *
Среднее эффективное давление	p_{me}	бар *	бар *
Давление в конце сжатия	p_c	бар *	бар *
Максимальное давление сгорания	p_{max}	бар *	бар *
Давление выпускных газов в коллекторе	p_{r1}	мм рт.ст.	бар *
Давление выпускных газов за турбокомпрессором	p_{r2}	мм вод.ст.	мбар
Температура воздуха перед фильтром турбоагнетателя	$t_{окр.возд.}$	°С	°С
Температура воздуха перед охладителем (ОХНВ)	$t_{возд.вх.ХНВ}$	°С	°С
Температура воды на входе в ОХНВ	$t_{вод.вх.ХНВ}$	°С	°С
Температура воды на выходе из ОХНВ	$t_{вод.вых.ХНВ}$	°С	°С
Температура наддувочного воздуха	t_{int}	°С	°С
Температура выпускных газов после выпускных клапанов	t_r	°С	°С
Температура выпускных газов на входе в ТН	t_{r1}	°С	°С
Температура выпускных газов за ТН	t_{r2}	°С	°С

Коэффициенты перевода:

1 бар	= 1,02 кгс/см ² = 0,1 МПа = 10 ⁵ Па = 10 ⁵ Н/м ²
1 кгс/см ²	= 0,9807 бар
1 кВт	= 1,3596 л.с.
1 мбар	= 10,2 мм вод.ст. = 0,75 мм рт.ст.
π	= 3,14159

* **Примечание:** Давления, приводимые в **барах** - это измеряемые величины, т.е. считываемые с обычного манометра, избыточное давление.
Учтите: официальное обозначение **бар** - это **АБСОЛЮТНОЕ ДАВЛЕНИЕ**.

2. Рабочий диапазон

2.1 Нагрузочная диаграмма

Диапазоны длительной работы приводятся на "Нагрузочных диаграммах":

- Только для работы на винт, Иллюстр. 70601.
- Для работы на винт и на валогенератор, Иллюстр. 70602.

2.2 Определения

Нагрузочные диаграммы (Илл. 70601 и/или 70602) определяют в логарифмических координатах пределы мощности и частоты вращения для длительной работы, а также пределы перегрузок двигателя, установленного на судне и имеющего точку "М" спецификационной МДМ, соответствующую спецификации судна.

Эксплуатационные точки установленного на судне двигателя включают в себя мощность двигателя, требуемую для движения судна, см. Илл. 70601, и для валогенераторной установки, при наличии, см. Илл. 70602.

2.3 Пределы длительной работы

Диапазон длительной эксплуатации ограничивается четырьмя линиями:

- Линия 3: Представляет максимальную частоту вращения, которая может быть допущена для длительной работы. Работу при малой нагрузке при частоте вращения свыше 100% номинальной для двигателя следует однако избегать на продолжительные периоды.
- Линия 4: Представляет предел, при котором еще обеспечивается достаточное воздухообеспечение для сгорания и дает ограничения для максимального сочетания крутящего момента и частоты вращения.
- Линия 5: Представляет уровень максимального среднего эффективного давления (p_{me}), допустимого для длительной работы.
- Линия 7: Представляет линию максимальной мощности для длительной работы.

2.4 Пределы для работы с перегрузкой

На характеристики двигателя влияет много параметров, и в их числе перегрузка. Эксплуатационный диапазон перегрузки ограничен следующим образом:

Линия 8: Представляет ограничения для работы с перегрузкой.

Площадь между линиями 4, 5, 7 и проведенной жирным пунктиром линией 8 является областью перегрузки, допускаемой лишь на ограниченное время (1 ч через 12 ч).

2.5 Рекомендации

Длительная работа без ограничений допускается только внутри площади, ограниченной линиями 4, 5, 7 и 3 нагрузочной диаграммы.

Площадь между линиями 4 и 1 соответствует условиям работы на мелководье, в штормовых условиях и при разгоне судна, т.е. нестационарной работе без фактического ограничения по времени.

После некоторого времени эксплуатации корпус судна и гребной винт обрастают, в результате чего работа винта утяжеляется, что требует большей мощности от двигателя. Винтовая характеристика смещается влево от линии 6 к линии 2 и для движения судна требуется больше мощности. Степень утяжеления винта укажет на необходимость очистки корпуса и возможно шлифовки гребного винта.

Примечание: Точка А нагрузочной диаграммы является исходной точкой со 100% мощности и частоты вращения. Точка М обычно совпадает с точкой А, но в особых случаях, например, при наличии валогенератора, может располагаться правее точки А на линии 7.

2.6 Характеристика винта

Опыт показывает, что суда - в большей или меньшей степени чувствительны к плохой погоде (особенно, сильному волнению и встречному ветру), плаванию с большими скоростями на мелководье и разгону. Поэтому рекомендуется отмечать на нагрузочной диаграмме сочетание мощности и частоты вращения и остерегаться приближения к ограничительным линиям.

3. Эксплуатационные наблюдения

Иллюстрации 70603 (две страницы) и 70604.

3.1 Общее

Во время работы дизеля некоторые основные параметры требуют проверки через регулярные промежутки времени.

Это делается для выявления изменений в:

- условиях сгорания,
- общем состоянии цилиндров,
- общем состоянии двигателя.

для выявления эксплуатационных нарушений.

Это позволяет принять нужные меры в начальной стадии для предотвращения дальнейшего развития неполадок.

Эта операция обеспечит оптимальное механическое состояние узлов дизеля и оптимальную экономичность установки.

3.2 Ключевые параметры

К ключевым параметрам в оценке состояния относятся:

- Барометрическое давление
- Частота вращения дизеля
- Осадка судна
- Среднее индикаторное давление
- Давление в конце сжатия
- Максимальное давление сгорания
- Индекс топливного насоса
- Давление выпускных газов в коллекторе
- Температура выпускных газов
- Давление наддувочного воздуха
- Температура наддувочного воздуха
- Частота вращения ротора турбоагнетателя
- Противодавление выпускных газов за турбоагнетателем
- Температура воздуха перед фильтрами ТН
- Δp на воздушном фильтре (если установлен манометр)
- Δp на ОХНВ
- Температура воздуха и охлаждающей воды перед и после охладителя воздуха

3.3 Измерительные приборы

Измерительные приборы для наблюдения за параметрами включают:

- термометры,
- манометры,
- тахометры,
- индикатор и планиметр.

Для правильного функционирования измерительных приборов нужно их проверять.

Некоторые рекомендации по уходу и проверке термометров и манометров, а также подробное описание, как пользоваться индикатором, приведены в приложении 1 к данной главе.

3.4 Интервалы между проверками

Постоянно:

Замеры температур и давлений следует контролировать постоянно в целях защиты двигателя от перегрева и повреждений. Для защиты предусмотрены оборудование автоматической сигнализации, системы защиты снижением частоты вращения и остановкой.

Рекомендуемые величины допустимых отклонений от нормальных эксплуатационных параметров даны в *Главе 701 "Уставки АПС"*.

Ежедневно: Заполняйте журнал результатов замеров и эксплуатационных наблюдений, *Илл. 70603*, за исключением величин, требующих снятия индикаторных диаграмм.

Раз в две недели: Снимайте индикаторные диаграммы и заполняйте журнал полных результатов замеров и эксплуатационных наблюдений за параметрами. *Иллюстр. 70603. См. также Приложение 1 к этой Главе.*

3.5 Оценка наблюдений

Сравните записи наблюдений с более ранними записями наблюдений и с данными стендовых/ходовых испытаний.

По характеру изменения параметров определите, когда следует выполнять очистку, регулировку и переборку.

См. Главу 701, в отношении нормальных эксплуатационных значений и уставок (пределов) АПС.

706.-4-40B

Не все параметры можно оценивать вне зависимости от других.

Это связано с тем, что изменение одного параметра может повлиять на другой параметр.

По этой причине, эти параметры должны сопоставляться с влияющими параметрами в обеспечение правильной оценки.

Простой метод оценки этих параметров представлен в следующем Разделе, "Оценка записей".

Оценка записей

1. Общее

Записывайте результаты эксплуатационных наблюдений за параметрами, как описано в предыдущем Разделе 3 "Наблюдения за параметрами".

Используйте *диагностические диаграммы* для получения наилучшего и наиболее простого метода интерпретации и оценки параметров:

Двигатель: Илл. 70605, 70606, 70607
Турбоагнетатель: Илл. 70608, 70609
Воздухоохладитель: Илл. 70610

Иллюстраций 70605, 70606 и 70607 достаточно для представления о состоянии двигателя в целом.

Иллюстрации включают:

Эталонная кривая: представляет параметр в виде функции параметра, от которого он в наибольшей степени зависит (основана на результатах стендовых/ходовых испытаний).

Кривая изменений во времени: показывает отклонение реальных эксплуатационных наблюдений от эталонной кривой во времени. Показаны также рекомендуемые пределы максимальных отклонений.

Пределы базируются на системе CAPA фирмы MAN B&W (Computer Aided Performance Analysis - Анализ характеристик с помощью компьютера).

По кривым изменений (отклонений) можно определить, какие из компонентов двигателя нуждаются в переборке.

По наклону кривых можно приблизительно установить, когда потребуется переборка.

Бланки: Бланки диаграмм "Отклонение во времени", которые могут быть скопированы. Используйте эти бланки для построения диаграмм величины отклонения для конкретного двигателя.

Следующие позиции описывают оценку каждого параметра в деталях.

2. Диагностика дизеля

В качестве примера использован двигатель 6L60MC.

2.1 Параметры, относящиеся к среднему индикаторному давлению (p_{mi}).

Иллюстрации 70605 и 70606 (диагностические диаграммы дизеля) показывают "эталонные" кривые параметров дизеля, которые зависят от среднего индикаторного давления (p_{mi}).

Примечание: На Илл. 70605 даны два графика для нанесения осадки судна и среднего индикаторного давления в зависимости от часов работы дизеля.

Для расчета среднего индикаторного давления, см. Приложение 2 в этой главе.

Для двигателей без индикаторного привода или системы PMI расчетное среднее индикаторное давление определяют по *Иллюстр. 70606 "Средний индекс топливных насосов"*.

Средняя осадка судна

Средняя осадка судна наносится на диаграмму потому, что для каждой частоты вращения она влияет на нагрузку дизеля.

Среднее индикаторное давление (p_{mi})

Определение средней расчетной величины среднего индикаторного давления необходимо для получения представления о нагрузке дизеля.

Регулировка двигателя: значения среднего индикаторного давления по каждому цилиндру не должны отличаться более чем на 0,5 бар от средней величины для всех цилиндров.

Примечание: Не допускается регулировать нагрузку по цилиндрам по средней температуре выпускных газов за клапанами.

Регулятор должен работать устойчиво. Неравномерности распределения нагрузки могут вызвать нестабильность в работе регулятора.

При отсутствии индикаторного привода (дополнение) рекомендуется использовать систему замера p_{mi} - PMI для облегчения получения индикаторных диаграмм P-V (рабочих диаграмм).

Частота вращения дизеля

На "эталонных" кривых приведена взаимосвязь оборотов дизеля и p_{mi} .

Частота вращения двигателя должна определяться путем подсчета оборотов в течение достаточно длительного промежутка времени.

Отклонение от эталонной кривой свидетельствует о том, тяжелый или легкий гребной винт, т.е. велик или мал крутящий момент на гребном винте для данных оборотов. Если при этом учитывать величину осадки (при тех же погодных условиях), см. примечания в поз. 2.1 "Нагрузочная диаграмма", можно определить, произошли ли эти изменения из-за:

- изменения осадки,
- или увеличение сопротивления движению, например, из-за обрастания корпуса, мелководья и т.п.

Важную информацию можно получить для определения сроков докования.

В случае значительного отклонения от эталонной кривой (например, отклонения от снятых во время стендовых и ходовых испытаний) рекомендуется наносить результаты на нагрузочную диаграмму, см. поз. 2.1 "Нагрузочная диаграмма", и по ней судить о необходимости проведения работ по дизелю и винту.

Максимальное давление сгорания (p_{max})

На эталонной кривой показана связь между средним p_{max} , приведенным к окружающим условиям ИСО и средним p_{mi} .

Примечание: Поправку на исходные условия см. Приложение 3 к этой главе.

Отклонения от кривой сравнивайте с отклонениями в давлении сжатия и индексе топливного насоса (см. далее).

На нагрузках ниже 85-90% спецификационной мощности МДМ, p_{max} увеличивается пропорционально индексу ТНВД.

При высоких нагрузках выше 85-90%, p_{max} остается постоянным.

Если p_{max} одного из цилиндров отличается от средней величины более, чем на **3 бара**, необходимо найти причину и устранить неисправность.

Индекс топливного насоса

На эталонной кривой показана связь между средним индексом и средним p_{mi} .

Отклонения от этой кривой дают информацию о состоянии топливной аппаратуры.

Износ ТНВД и протечки их всасывающих клапанов могут вызвать увеличение индекса топливного насоса относительно среднего индикаторного давления.

Однако, необходимо учитывать, что индекс ТНВД также зависит от:

- a) Вязкости топлива (т.е. вязкости при температуре подогрева). Низкая вязкость способствует усилению протечек ТНВД и тем самым требует увеличения индексов для впрыска того же объема топлива.
- b) Теплотворной способности и плотности топлива. Они будут определять количество энергии на единицу объема, и поэтому могут также влиять на индекс.
- c) Любых параметров, влияющих на расход топлива (условия окружающей среды, p_{max} и т.д.).

Т.к. существует много параметров, влияющих на индекс, в том числе и p_{max} , необходимо производить время от времени подрегулировку последнего.

Рекомендуется произвести переборку ТНВД, если при той же самой нагрузке индекс ТНВД увеличился на ок. 10%.

В случае работы с сильно изношенными ТНВД серьезно ухудшаются пусковые характеристики двигателя.

2.2 Параметры, относящиеся к эффективной мощности (P_e)

На Илл. 70607 приведены эталонные кривые для параметров дизеля, которые взаимосвязаны с эффективной мощностью P_e .

Расчет эффективной мощности приведен в Приложении 2 к данной главе.

Для двигателей без индикаторного привода расчетная эффективная мощность определяется с использованием в качестве параметров индекса ТНВД и частоты вращения ТН, см. Приложение 5 к данной главе.

Рекомендуется использовать систему РМІ для быстрого получения P-V-диаграмм и определения эффективной мощности двигателя.

Температура выпускных газов ($t_{вып.г}$)

На "эталонной" кривой приведена средняя температура выпускных газов (за клапанами) в зависимости от эффективной мощности (P_e), откорректированной с учетом эталонных условий.

Примечание: Поправку на условия ИСО см. в Приложении 3 к данной главе.

В отношении максимальных температур выпускных газов см. также Приложение 3 к этой главе.

Температура выпускных газов является важным параметром, т.к. значительная часть неполадок в подводе воздуха, процессе сгорания и отводе газов влечет за собой увеличение температуры выпускных газов.

Наиболее важные параметры, влияющие на температуру выпускных газов, перечислены в таблице (на след. странице) вместе с методом прямого диагностирования, где это возможно.

Повышенный уровень температуры выпускных газов - диагностика неисправностей

Возможные причины	Диагностика
<p>а. Топливная аппаратура:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Протечки или неправильная работа форсунок (дефектная игла и седло) - Износ ТНВД. Если наблюдается высокий износ, причина должна быть выявлена и устранена. <p>Примечание: Неудовлетворительная очистка топлива может привести к повреждению форсунок и износу ТНВД.</p>	<p>Т.к. эти неисправности имеют место в отдельных цилиндрах, сравните:</p> <ul style="list-style-type: none"> - индексы ТНВД - индикаторные и развернутые диаграммы <p>См. Приложение 2 к этой Главе.</p> <p>Проверьте форсунки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визуально - опрессовкой.
<p>б. Состояние цилиндра:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Прорыв газов в поршневых кольцах <i>См. также Главу 703 "Неисправности при работе", пункт 7.</i> - Пропуски выпускных клапанов <i>См. также Главу 703 "Неисправности при работе", пункт 6.</i> 	<p>Эти неисправности имеют место в отдельных цилиндрах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сравните давления сжатия по индикаторным и развернутым диаграммам. <i>См. Приложение 2 к этой Главе.</i> - При стоянке двигателя: Выполните осмотр через продувочные окна. <i>См. Главу 707 "Осмотр через продувочные окна".</i> Проверьте выпускные клапаны.
<p>с. Охладители воздуха:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Загрязнение воздушной стороны - Загрязнение водяной стороны 	<p>Проверьте охлаждающую способность.</p> <p><i>См. Раздел: "Оценка записей", Позиция "Диагностика охладителя воздуха" в этой Главе.</i></p>
<p>д. Климатические условия:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Предельные условия 	<p>Проверьте температуру охлаждающей воды воды и воздуха в МО.</p> <p>Приведите $T_{\text{вып.г}}$ к исходным условиям <i>См. Приложение 3, Позиции 3 и 4 в этой Главе.</i></p>
<p>е. Турбонагнетатель:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Загрязнение турбиной стороны - Загрязнение компрессорной стороны 	<p>Используйте метод диагностики ТН.</p> <p><i>См. Раздел "Оценка записей", Позиция "Диагностика ТН" в этой Главе.</i></p>
<p>ф. Топливо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Тип - Качество 	<p>Использование тяжелого топлива обычно повышает $T_{\text{вып.г}}$ на ок. 15 °С, по сравнению с газойлем</p> <p>Дальнейший рост $T_{\text{вып.г}}$ может быть связан с использованием топлив с особенно низкими качествами горения.</p> <p>В этом случае может также снизиться p_{max}.</p>

Давление сжатия (p_c)

На "эталонной кривой" приведена связь между давлением сжатия (откорректированным на условия ИСО) и эффективной мощностью.

Примечание: Поправку на исходные условия - см. Приложение 3 к данной Главе.

Отклонения от кривой могут быть вызваны:

- а) снижением давления наддувочного воздуха,
- б) - механическими дефектами узлов двигателя (прорыв газов через поршневые кольца, дефекты выпускных клапанов и т.д. (см. табл. на след. странице).
- избыточной шлифовкой шпинделя и седла клапана.

Поэтому целесообразно и полезно провести границу между а) и б) и определить, какой из факторов больше влияет на потерю компрессии.

Это различие основано на отношении абсолютного давления сжатия ($p_c + p_{баро}$) к абсолютному давлению наддувочного воздуха ($p_{int} + p_{баро}$), которое для конкретного двигателя постоянно на значительной части зоны нагрузки (площади нагрузочной диаграммы).

Это отношение вначале определяется для "нового двигателя" на основании результатов, снятых на испытательном стенде, или по "эталонной" кривой.

См. пример ниже в отношении:

- Расчетного отношения
- Определения влияния механических дефектов.

Необходимо отметить, что замеренное давление сжатия в отдельных цилиндрах может отличаться от среднего из-за колебаний воздуха/газов в ресиверах. Отклонения в некоторой степени зависят от нагрузки.

Однако, эти отклонения являются типичными для конкретных дизелей и поэтому не должны изменяться во время нормальной работы дизеля.

При оценке данных, снятых в отдельном цилиндре во время эксплуатации, сравните их с первоначальным давлением сжатия в этом цилиндре при соответствующей нагрузке.

Пример:

Следующие четыре значения можно взять по данным "эталонной" кривой:

Атмосферное давление : 1,00 бар

Давление наддувочного воздуха : 2,25 бар

Это дает абсолютное давление наддувочного воздуха : 3,25 бар

Среднее (или индивидуальное) давление сжатия было : 115 бар

что дает абсолютное давление сжатия $115 + 1 = 116$ бар

$$\frac{p_{c \text{ абс.}}}{p_{int \text{ абс.}}} = \frac{116}{3,25} = 35,7$$

Эта величина используется, как показано далее, для оценки замеров, снятых во время эксплуатации.

Данные, снятые во время эксплуатации:

p_c : 101 бар (среднее или отдельного цилиндра)
 p_{int} : 2,0 бар
 $p_{баро}$: 1,02 бар.

На основании p_{int} и $p_{баро}$ определяется абсолютное давление сжатия:

$$p_{c \text{ абс.}} = 35,7 \times (2,0 + 1,02) = 107,8 \text{ бар}$$

$$\text{т.е. } p_c = 107,8 - 1,02 = 106,6 \text{ бар}$$

Разница между ожидаемой величиной 106,6 бар и замеренной 101 бар, приходится на механические дефекты или шлифовку.

В отношении разницы давлений $p_c - p_{max}$, см. Поз. 2.1 "Максимальное давление сгорания".

Механические дефекты, способствующие снижению давления сжатия.

Возможная причина	Диагностика/меры устранения
a. Поршневые кольца: - Пропуск	<i>Диагностика: См. таблицу "Повышенный уровень температуры выпускных газов - Диагностика неисправности", пункт b), "Состояние цилиндра".</i> <i>Устранение: См. Главу 703 "Неисправности при работе", пункт 7.</i>
b. Головка поршня: - Прогорание	Проверьте с помощью шаблона головку поршня. <i>См. Том II, операция 902-3.</i>
c. Втулка цилиндра: - Износ	Обмерьте втулку с помощью измерительного инструмента. <i>См. Том II, Операция 903-2.</i>
d. Выпускной клапан: - Пропуски - Возрастает температура газов. - При малой нагрузке может быть слышен шипящий звук - Регулировка	<i>Устранение: См. Главу 703 "Неисправности при работе", пункт 6.</i> Проверьте: - Опережение кулачной шайбы - Утечку масла в гидравлич. трубе, например, из-за расцентровки труб высокого давления между приводом выпускного клапана и гидроцилиндром - Регулировку демпфера для закрытия выпускного клапана

3. Диагностика турбонагнетателя

*Иллюстрации 70608 и 70609
(Диаграммы диагностики ТН)*

Примечание: Количество заполненных листов Илл. 70608 и 70609 должно соответствовать количеству турбонагнетателей.

В отношении очистки турбонагнетателей см. Раздел "Очистка турбонагнетателей и воздухоохладителей", далее в этой Главе.

Давление наддувочного воздуха (p_{in})

На "эталонной" кривой давление наддувочного воздуха (откорректированное по эталонным условиям) дано в функции эффективной мощности дизеля (P_e).

См. Приложения 2 и 5, касающиеся эффективной мощности двигателя.

Примечание: Относительно поправки на условия ИСО см. Приложение 3 к этой Главе.

Отклонения в давлении наддувочного воздуха, подобно температуре выпускных газов, являются важным параметром для общей оценки состояния дизеля.

Падение давления наддувочного воздуха при данной нагрузке повышает термическую нагрузку деталей, образующих камеры сгорания.

Однако, трудно делать какие-либо заключения только на основании изменений давления наддувочного воздуха.

На давление наддувочного воздуха могут сильно влиять загрязнения воздушных фильтров, охладителей воздуха и турбонагнетателей.

Изменение давления наддувочного воздуха может быть следствием изменений:

- состояния охладителей воздуха
- состояния турбонагнетателей
- регулировки кулачных шайб.

Поэтому делается ссылка на разные разделы, касающиеся этих вопросов.

Частота вращения ТН (об/мин)

На "эталонной" кривой приведены обороты ТН в зависимости от давления наддувочного воздуха (p_{in}).

Корродированные сопловой венец или лопатки турбины вызывают отклонения от "эталонной" кривой в сторону снижения оборотов. То же может вызываться чрезмерным зазором между лопатками турбины и направляющим кольцом (MAN B&W)/покрывающим кольцом (BBC/ABB).

Отклонения от кривой в сторону повышения оборотов обычно вызваны загрязнением воздушного фильтра, охладителя воздуха или компрессора.

Более тщательно диагностику состояния турбонагнетателя производите в соответствии с Разделом "К.п.д. ТН", ниже.

Перепад давлений на воздушном фильтре турбонагнетателя (Δp_f)

"Эталонная" кривая показывает перепад давлений на воздушном фильтре в функции от давления наддува (p_{in}).

Отклонения этой кривой дают прямую информацию о чистоте воздушного фильтра.

Как и для воздухоохладителя, состояние фильтра является решающим для уровня давления наддувочного воздуха и температуры выпускных газов.

Элементы фильтра подлежат очистке при возрастании перепада давлений на 50% от стеновой величины.

Если манометр не предусмотрен стандартом, интервалы очистки определяются визуальным осмотром.

КПД турбонагнетателя ($\eta_{ТН}$)

На "эталонной" кривой приведены к.п.д. турбины и компрессора в зависимости от давления наддувочного воздуха (p_{in}).

Чтобы определить состояние турбоагнетателя, расчетные величины к.п.д. сравниваются с "эталонными" кривыми, и отклонения наносятся на диаграммы.

Расчет к.п.д. приведен в *Приложении 4 к этой Главе*.

Так как к.п.д. в значительной степени влияет на температуру выпускных газов, состояние турбоагнетателей следует проверять каждый раз, когда температура выпускных газов имеет тенденцию превысить рекомендуемый предел.

Снижение к.п.д. обычно связано с "ухудшением потока", которое можно устранить путем регулярной промывки турбины (и возможно компрессора).

4. Диагностика охладителей воздуха

Иллюстрация 70610 (Диаграммы диагностики охладителя воздуха).

На "эталонных" кривых даны параметры охладителя воздуха в зависимости от давления наддувочного воздуха (p_{int}).

В части очистки охладителей воздуха см. *Раздел "Очистка турбоагнетателей и охладителей воздуха", далее в этой Главе*.

Перепад температур воздуха на выпуске и воды на входе ($\Delta t_{\text{возд.-вода}}$)

На "эталонной" кривой приведен перепад температур воздуха на выпуске и охлаждающей воды на входе в зависимости от давления наддувочного воздуха (p_{int}).

Этот перепад непосредственно измеряет способность охлаждения и является важным параметром в определении термической нагрузки двигателя. Оценку данного параметра см. ниже в Поз. 4.1.

Перепад температуры охлаждающей воды ($\Delta t_{\text{вод.вх.}}$)

На "эталонной" кривой дано повышение температуры охлаждающей воды в охладителе воздуха в зависимости от давления наддувочного воздуха (p_{int}).

Оценку данного параметра см. ниже в Поз. 4.1.

Перепад давлений в охладителе воздуха ($\Delta p_{\text{возд.ХНВ}}$)

На "эталонной" кривой дан перепад давлений наддувочного воздуха в охладителе в зависимости от давлений наддувочного воздуха (p_{int}).

Оценку данного параметра см. ниже в Поз. 4.1.

4.1 Оценка

Вообще, для упомянутых выше трех параметров, их изменение на 50% по сравнению с замеренными на испытательном стенде можно считать максимальным. Однако, необходимо следить за изменением температуры также с учетом рекомендаций по температуре выпускных газов (п. 2.2 данного Раздела, выше).

В случае перепада давлений в охладителе воздуха для упрощения упомянутый "50% предел" включает отклонения, вызванные изменениями температуры на всасывании, температуры наддувочного воздуха и к.п.д. турбоагнетателей.

Из трех параметров перепад температур воздуха на выпуске и воды на входе следует считать наиболее важным.

Отклонения от "эталонных" кривых, выражающиеся в снижении охлаждающей способности, могут быть вызваны:

- a) загрязнением со стороны воздуха;
- b) загрязнением со стороны воды.

- a. Загрязнение со стороны воздуха выражается увеличением перепада давления воздуха.

Обратите однако внимание на то, что на теплопередачу может также влиять масляная пленка, образующаяся на охлаждающих трубках и ребрах, и это приводит лишь к незначительному повышению перепада давления.

Перед промывкой воздушной стороны проверьте дифманометр на плотность и визуально проверьте наличие отложений в охладителе.

Убедитесь, что нормально функционирует система дренажа из влагоотделителя, поскольку высокий уровень сконденсировавшейся влаги (конденсата) - вплоть до нижней измерительной трубки - может сильно исказить измерение Δp . См. также "Очистку турбоагнетателей и охладителей воздуха" далее в этой Главе.

- b. Загрязнение со стороны воды обычно способствует уменьшению перепада температуры охлаждающей воды, т.к. снижается теплопередача (охлаждающая способность).

Отметим, однако, что, если отложения способствуют уменьшению поперечного сечения трубок и в связи с этим уменьшается расход воды, это может не отразиться на перепаде температур охлаждающей воды и затруднит диагностику (т.е. снижается и теплопередача и расход).

Кроме этого, подобная ситуация возникает, если система забортной воды имеет дефекты (коррозия насоса, неправильная работа клапанов и т.д.). В данном случае уменьшение расхода воды почти не влияет на изменение перепада температур.

В тех случаях, когда подозреваете, что охладитель воздуха со стороны воды имеет отложения, то сопротивление через охладители может быть проверено с помощью дифференциального манометра.

Примечание: Не пользуйтесь ртутным манометром, по экологическим соображениям.

Перед демонтажем охладителя воздуха для очистки трубок рекомендуется проверить остальную систему забортной воды и охлаждающую способность других теплообменников.

Примечание: Будьте осторожны при очистке, т.к. трубки тонкостенные.

5. Удельный расход топлива

Иллюстрация 70611

Для расчета удельного расхода топлива ($r/kВт.ч.$, $г/э.л.с.ч.$) необходимо знать мощность и расход топлива (в килограммах) за определенный промежуток времени.

Метод определения мощности указан в Приложении 2, для двигателей без индикаторного привода см. Приложение 5 к этой Главе.

Количество топлива замеряется, как указано ниже.

Для обеспечения достаточной точности замера рекомендуется производить замеры продолжительное время в зависимости от используемого метода, т.е.:

- Если замеры производятся по расходной цистерне, то подойдет время расхода всей емкости.
- Если устанавливается расходомер, рекомендуется определять расход минимум за один час.

Замеры следует производить при тихой погоде.

Т.к. эти замеры производятся в объемных единицах, необходимо знать плотность топлива, чтобы можно было перевести их в единицы массы. Плотность определяется при температуре в месте замера (т.е. в цистерне или расходе-мере).

Плотность можно определить с помощью денсиметра, погруженного в пробу, взятую в точке замера; ее можно также подсчитать на основании паспорта на бункерное топливо.

Обычно в этих паспортах плотность указывается при 15 °C/60 °F.

Плотность г/см³ при температуре в точке замера определяется по кривой *Илл. 70611*, где изменение плотности дается в зависимости от температуры.

Расход топлива в килограммах определяется путем умножения замеренного расхода (в литрах) на плотность (кг/л).

Для сравнения расходов различных сортов топлива, необходимо учитывать разницу теплотворной способности различных сортов топлива (Q_p^H).

На испытательном стенде обычно используется топливо (газойль) с низшей теплотворной способностью 10200 ккал/кг, что соответствует 42707 кДж/кг. Если нет никаких иных рекомендаций, приведите другие значения к этим условиям.

Обычно низшая теплотворность топлива не указывается поставщиком, но ее можно достаточно точно определить с помощью *графика Илл. 70611* на основании удельного веса при 15 °C и содержания серы в топливе.

Далее может быть определен приведенный расход топлива, для чего необходимо умножить замеренный расход на:

$$\frac{Q_p^H}{42707} \quad Q_p^H - \text{теплотворная способность в кДж/кг бункерного топлива}$$

или на:

$$\frac{Q_p^H}{10200} \quad Q_p^H - \text{теплотворная способность в ккал/кг бункерного топлива.}$$

Пример: (6L60MC)

Эффективная мощность двигателя	:	15600 э.л.с.
Расход, Во	:	7,1 м3 за 3 часа
Температура в точке замера	:	119 °C
Данные топлива	:	Удельный вес 0,9364 г/см ³ при 15 °C, 3% серы

Плотность при 119 °C (*Илл. 70611*):

$$0,9364 - 0,068 = 0,8684 \text{ г/см}^3$$

Удельный расход:

$$\frac{Vo \times \rho_{119} \times 10^6}{h \times P_e} \quad \text{г/э.л.с.ч.}$$

где:

Vo - расход топлива за время замера, м³
 ρ₁₁₉ - плотность с поправкой, г/см³
 h - время замера, часы
 P_e - эффективная мощность, э.л.с.

$$\frac{7,1 \times 0,8684 \times 10^6}{3 \times 15600} = 131,7 \text{ г/э.л.с.}$$

Поправка на условия ИСО в части низшей теплотворной способности:

$$Q_p^H = 40700 \text{ кДж/кг (Илл. 70611).}$$

Расход, откорректированный по теплотворной способности:

$$131,7 \times \frac{40700}{42707} = 125,5 \text{ г/э.л.с.ч.}$$

или

$$Q_{p2}^n = 9723 \text{ ккал/кг}$$

по Илл. 70611.

Расход, откорректированный по теплотворной способности:

$$\frac{131,7 \times 9723}{10200} = 125,5 \text{ г/э.л.с.ч.}$$

Примечание: Окружающие условия (температура и давление на входе в компрессор и температура охладителя в охладителе воздуха) тоже повлияют на расход топлива. Поправка на окружающие условия не считается важной при сравнении эксплуатационных измерений.

Очистка турбонагнетателей и охладителей воздуха

1. Турбонагнетатель

1.1 Общее

Мы рекомендуем производить очистку турбонагнетателей при работе регулярно.

Это предотвращает накопление значительных отложений на вращающихся частях и позволяет поддерживать турбонагнетатели в хорошем рабочем состоянии между переборками с ручной очисткой.

Интервалы между очистками при работе определяются степенью загрязнения турбонагнетателя в конкретной установке.

Это связано с тем, что тенденция к образованию отложений наряду с другими факторами зависит от горючих качеств используемого топлива.

Ориентировочные интервалы между очистками даются для каждого метода очистки в нижеследующих позициях.

Примечание: если очистка производится не через регулярные интервалы, отложения могут не удалиться равномерно. Это повлечет за собой дисбаланс ротора и возникновение вибрации.

Если	То
После очистки возникла вибрация	Повторите очистку
Вибрация возникла после повторной очистки	См. Главу 704 "Аварийная работа с отключенными цилиндрами или ТН", Поз. 5 "Как отключить турбонагнетатели" Очистите турбонагнетатели вручную при первой возможности.

Ручные переборки необходимы для удаления отложений, которые не удаляются очистками при работе, особенно на неподвижных частях.

В части интервалов между ручными переборками см. инструкции изготовителя.

1.2 Очистка турбинной стороны

Сухая очистка

(Иллюстрация 70612)

Интервалы между очистками
24-50 часов работы.

Очистка осуществляется путем впрыска определенного объема дробленой ореховой скорлупы или аналогичного. Размер "зерен" около 1,5 мм.

Поскольку очистка является механической, она наиболее эффективна при полной нагрузке и не следует выполнять очистку при нагрузке ниже половинной.

Выполняйте очистку согласно инструкции на "табличке" на турбонагнетателе, см. Иллюстр. 70612. См. также Том II "Обслуживание", Глава 910.

Водная промывка

(Иллюстрация 90613)

Интервалы между очистками
приблизительно 6 дней работы

Промывка производится через газопускную полость путем впрыска воды, при сниженной нагрузке двигателя.

Выполняйте промывку в соответствии с инструкцией на "табличке", прикрепленной к турбонагнетателю, см. Иллюстр. 70613.

Учтите, что водная промывка может вызвать коррозию направляющего кольца, охватывающего лопатки ТН.

Заметьте, что во время нормальной эксплуатации часть продувочного воздуха отводится через трехходовой кран из трубы 2 в трубу 1 и выходное дренажное отверстие турбины, посредством чего эта труба очищается.

1.3 Очистка компрессорной стороны

Ориентировочные интервалы между очистками: 25-75 часов работы.

Примечание: Всегда обращайтесь к специальным инструкциям изготовителя.

Очистка осуществляется путем впрыска воды через специальное трубное устройство при работе с высокой нагрузкой и нормальной температурой.

Устройство очистки стандартно для турбо-нагнетателей BBC/ABB и MAN B&W типа NA40.

В части операции очистки см. специальную инструкцию изготовителя.

Примечание: Если отложения значительные и твердые, компрессор должен быть разобран и очищен вручную.

Если очистка при работе выполняется при значительных отложениях на компрессорной стороне, отделяющиеся отложения могут быть вовлечены в узкие проходы элементов воздухоохладителя.

Это снижает эффективность воздухоохладителя.

В части очистки охладителя воздуха см. Поз. 2 "Система очистки охладителя воздуха", ниже.

Мы рекомендуем натягивать вокруг приема воздуха турбоагнетателем тонкую пористую фильтрующую ткань, закрепленную тесьмой.

Это значительно снижает загрязнение компрессорной стороны и даже делает очистку при работе ненужной.

Заменяйте и выбрасывайте фильтрующую ткань при загрязнении.

2. Система очистки охладителя воздуха

(Иллюстрация 70614)

См. Главу 701 Поз. 420 и 421 в части основы для интервалов между очистками.

Примечание: Производите очистку только при остановленном двигателе.

Это связано с тем, что влагоотделитель не способен отделить очищающую жидкость. При этом возникает риск попадания жидкости в цилиндры и интенсивной коррозии втулок.

Очистка воздушной стороны ОХНВ осуществляется впрыском специального химреактива через "АК" в распыливающее устройство, установленное в воздушной камере над элементом ОХНВ.

Загрязненный химреактив возвращается через "АМ" на фильтр и в цистерну химической очистки.

Операция описана в *Инструкции по Обслуживанию, Глава 910.*

3. Дренажная система влагоотделителя

3.1 Конденсация влаги из атмосферного воздуха

Сочетание высокой влажности воздуха и холодных трубок охладителя воздуха вызывает отделение сконденсировавшейся влаги из продувочного воздуха во влагоотделитель.

Типичным примером является высокая температура воздуха и низкая температура охлаждающей воды.

Для представления о количестве конденсата на *Иллюстр. 70713* показаны два примера.

3.2 Дренажная система

Иллюстрация 70614

Сконденсировавшаяся вода стекает из влагоотделителя через мерное стекло, отверстие и фланец "AL" в льяла.

Размер отверстия в дренажной системе рассчитан на дренаж конденсата в средних условиях работы.

В случае эксплуатации в особых условиях с высокой влажностью, может потребоваться приоткрыть клапаны на линии спуска.

Закройте эти клапаны при возможности для уменьшения потери продувочного воздуха.

Сигнализатор уровня (*Глава 701, Поз. 434*) дает сигнал в случае чрезмерно высокого уровня воды в дренаже.

Проверяйте сигнализацию регулярно для обеспечения исправной работы.

3.3 Проверка дренажной системы по смотровому стеклу

а) Смешанный поток воздуха и влаги указывает на правильную работу системы и наличие конденсации влаги.

б) Поток одной воды свидетельствует о неисправности системы.

Проверьте отверстие (дроссель) на засорение.

Проверьте, нет ли препятствий в разгрузочной трубе от "AL".

Проверьте и переберите сигнализатор уровня.

с) Поток одного воздуха нормален в случае работы в условиях очень сухого окружающего воздуха.

Примечание: Смотровое стекло, полностью заполненное чистой водой и без воздушного потока зрительно воспринимается, как пустое смотровое стекло, заполненное воздухом.

Приложение 1 Измерительные приборы

1. Термометры и манометры

Часто показания термометров и манометров, установленных на двигателе, дублируются дистанционными показывающими приборами.

Из-за различий в установке, типе и изготовителе чувствительных элементов и конструкции карманов нельзя требовать от двух приборов одинакового назначения точного повторения замеров.

В период стендовых и ходовых испытаний замеры снимаются по локальным приборам (на двигателе). Используйте эти величины как базовые для дальнейших сравнений.

Термометры и манометры необходимо регулярно проверять по калиброванным контрольным приборам.

Термометры должны быть защищены от воздушных потоков в машинном отделении.

Карманы термометров, если позволяет температура, должны быть заполнены маслом в целях обеспечения точности показаний.

Все U-образные манометры должны быть герметичными.

Их герметичность необходимо проверять время от времени, используя мыльную воду.

Во избежание загрязнения окружающей среды не пользуйтесь ртутными приборами.

Необходимо проверять наличие воды в коленах труб, что может способствовать искажению показаний.

Если на измерительных приборах устанавливаются краны или дроссельные клапаны, перед снятием замеров проверьте их пропускную способность.

Если показания прибора внезапно стали отличаться от нормальных, проверьте прибор на

возможные дефекты. Простейшим способом проверки исправности прибора является его замена другим.

2. Индикатор

Индикатор используется для снятия индикаторных диаграмм, с помощью которых могут быть измерены давления в камере сгорания во время работы двигателя.

2.1 Индикаторные и развернутые индикаторные диаграммы

Развернутые диаграммы используются для замера давления сжатия и максимального давления и оценки характеристик воспламеняемости топлив.

Для двигателей с индикаторным приводом или системой PMI:

Индикаторная диаграмма (pv диаграмма - рабочая диаграмма) показывает процесс изменения давления в цилиндре дизеля в зависимости от положения поршня. При помощи индикаторной диаграммы, путем ее планиметрирования, определяется среднее индикаторное давление.

Умножая величину среднего индикаторного давления на число оборотов и постоянную цилиндра, определяют цилиндрическую мощность, см. Приложение 2, Поз. 3.

Чтобы обеспечить качество диаграмм и правильную оценку параметров, рекомендуется тщательно соблюдать следующее.

2.2 Уход за индикатором

Так как трение при движении поршня индикатора и люфт в записывающем устройстве могут изменить форму и площадь индикаторной диаграммы.

Индикатор проверяйте и эксплуатируйте, как описано ниже:

Трение и плотность поршня:

Снимите пружину индикатора.

Отсоедините верхнюю часть индикатора, чтобы можно было вынуть поршень из цилиндра.

Протрите чистой ветошью поршень и цилиндр. Установите верхнюю часть снова.

Примечание: Во время монтажа, проверьте, что поршень медленно опускается во втулку под действием собственного веса, когда втулка занимает вертикальное положение.

Держите индикатор вертикально.

Если закрыть днище цилиндра пальцем, поршень должен быть так плотно пригнан, что он остается в верхнем положении, а если его толкнуть вниз и быстро отпустить, он должен возвращаться в это же положение под действием пружины.

Верхний болт, который удерживает пружину, должен плотно прилегать шаровой головкой к последней.

Проверьте плотность прилегания шара к пружине (индикаторы старых типов).

Проверьте, чтобы витки пружины в соединении, которое припаивается к основанию, не имели люфта.

Перо (пишущего) механизма:

Проверьте, чтобы перо было острым.

Проверьте записывающее устройство на люфты.

Замените изношенные детали.

Записывающее устройство должно быть отрегулировано так, чтобы при легком нажатии на бумаге оставался след.

Чтобы получить достаточно четкую рабочую диаграмму, снимайте диаграмму два или три раза.

Устройство рекомендуется регулярно смазывать маловязким маслом.

2.3 Индикаторный кран

Во время работы дизеля в индикаторном канале цилиндрической крышки накапливается сажа и масло. Продуйте отверстие, открыв индикаторный кран на короткое время.

Для предотвращения прогорания:

- Кран при продувке открывайте не полностью,
- Закройте кран после одной или двух вспышек.

2.4 Установка индикатора

Снимите верхнюю часть.

Смажьте поршень цилиндрическим маслом.

Проверьте чистоту всех канавок.

В противном случае части могут быть установлены с перекосом, в результате чего поршень будет медленно перемещаться в цилиндре.

Установите верхнюю часть.

Установите индикатор и шнур.

Подсоедините привод индикатора.

Проверьте натяжение шнура.

Длину индикаторного шнура отрегулируйте так, чтобы:

- диаграмма находилась в центре бумажной ленты,
- шнур был натянут во всех положениях.

2.5 Снятие диаграмм

Описание диаграммы и номенклатуру
- см. *Иллюстр. 70615.*

1. Атмосферная линия:

Когда индикаторный кран закрыт, нанесите атмосферную линию путем прижатия записывающего устройства к бумаге и проворачивания барабана приводом один или два раза.

2. Для двигателей с индикаторным приводом/ системой PMI

Индикаторная диаграмма:

Откройте индикаторный кран.

Прижмите перо к бумаге во время проворачивания барабана приводом два или три раза.

Закройте индикаторный кран.

3. Развернутая диаграмма:

Отсоедините шнур от индикаторного привода.

Откройте индикаторный кран. Следите за движением пера записывающего устройства. В момент его движения вверх, одновременно

- Прижмите его к бумаге.
- Потяните шнур быстро, чтобы записать давления сжатия и сгорания в виде так называемой развернутой диаграммы.

Чтобы четко записать давление сжатия и сгорания, требуется мастерство.

Закройте индикаторный кран.

Если индикатор быстро нагревается, а поршень темнеет после использования, значит есть протечки.

В этом случае замените поршень и втулку. См. также Поз. 2.2 в этом Приложении.

4. Проверьте, чтобы диаграммы были правильно сняты и четко записаны.

Нормально записанные индикаторные и развернутые диаграммы приведены на Илл. 70615.

Примеры неправильных диаграмм и возможные причины указаны в Иллюстр. 70617. См. также Поз. 2.6 в этой Главе.

В отношении оценки давления и расчета мощности двигателя см. Приложение 2 в этой Главе.

5. Повторите Поз. 2.3, 2.4 и 2.5 для остальных цилиндров.

Смажьте поршень каплей цилиндрического масла после снятия ок. шести диаграмм.

Когда индицирование закончено, отвинтите головку индикатора.

Очистите и смажьте цилиндр и поршень цилиндрическим маслом.

2.6 Погрешности диаграмм

Наиболее известные погрешности приведены на Илл. 70617, Рис. 1-6.

Рис. 1 Для двигателей с индикаторным приводом: Вибрация шнура или привода дает волнистую индикаторную диаграмму, но ровную развернутую диаграмму.

Рис. 2 Для двигателей с индикаторным приводом:
и 3 Барабан останавливается в одной из конечных точек до окончания записи. Слишком длинный или слишком короткий шнур.

Рис. 4 Поршень индикатора двигается в цилиндре медленно и перемещается толчками. Если неправильно снята только кривая расширения (волнистая), причиной может быть пульсации газа в камере сгорания или индикаторном канале.

Рис. 5 Пружина индикатора ослабла. Поршень ударяется в верхнюю часть цилиндра индикатора. Замените ее более жесткой пружиной.

Рис. 6 Пропуски индикаторного крана дают неправильную атмосферную линию.

2.7 Регулировка привода индикатора (Дополнение)

Иллюстрация 70616

Барабан индикатора приводится индикаторным приводом, на который действует кулачок на распределительном вале у соответствующего цилиндра.

Привод индикатора должен быть отрегулирован так, чтобы положение барабана в любой момент соответствовало положению поршня в цилиндре двигателя при снятии диаграмм.

Этим обеспечивается правильность индикаторных диаграмм.

Проверяйте регулировку отдельных индикаторных приводов регулярно после разборки следующим образом:

1. Подготовьте индикаторный кран и индикатор к снятию диаграмм.
См. ранее Поз. 2.3 и 2.4.
2. Отключите подачу топлива в один цилиндр:
 - Снизьте нагрузку до 35-50% МДМ (70-80% частоты вращения при МДМ).
 - Переведите рейку ТНВД соответствующего цилиндра на "0" индекс.

Иначе, поднимите толкатель, как описано в Томе II, Операция 909-5. Запустите двигатель и нагрузите до 35-50% от мощности МДМ (70-80% частоты вращения при МДМ).

3. Снимите линии сжатия и расширения.
Следуйте операции в Поз. 2.5 п. 2 "Индикаторная диаграмма".
Линия сжатия прочерчивается при ходе поршня вверх, а линия расширения - при ходе поршня вниз.

4. Оцените диаграмму:

Совпадают ли линии расширения и сжатия?	
ДА	Индикаторный привод отрегулирован правильно. <i>См. также Илл. 70616, Рис. 1.</i>
НЕТ	Индикаторный привод отрегулирован неправильно. <i>См. также Илл. 70616, Рис. 2.</i> Отрегулируйте привод индикатора. <i>См. Илл. 70616, Случай А и Случай В</i>

Приложение 2

Индикаторные диаграммы, Замеры давления и Расчет мощности

В части снятия диаграмм см. Примечание 1 в этой Главе.

1. Давление сжатия, максимальное давление и неисправности

Иллюстрация 70618 (см. также Илл. 70615)

Давление сжатия и максимальное давление измеряются по диаграмме с помощью масштабной линейки, которая соответствует жесткости пружины индикатора.

Сравните результаты замера с нормальными величинами реального двигателя.

На рисунках 1-3 приведены некоторые типовые примеры некорректной регулировки двигателя и неисправностей, которые могут быть определены по индикаторным и развернутым диаграммам.

Рис. 1

Низкое максимальное давление, но давление сжатия правильное.

Впрыск топлива запаздывает, проверьте:

- давление топлива к дизелю (за фильтром), см. Главу 701 "Уставки АПС".
- работу форсунок.
- всасывающий клапан топливного насоса, перепускной клапан и демпфер.
- индекс VIT.

Если упомянутые выше узлы находятся в порядке, топливо впрыскивается слишком поздно по отношению к горючим характеристикам топлива.

Примечание: Только очень плохие сорта топлива обладают плохими свойствами воспламенения.

Увеличьте опережение ТНВД.
См. Том II, Глава 909.

Рис. 2

Высокое максимальное давление, а давление сжатия нормальное.

Очень ранний впрыск. Проверьте индекс VIT.

Если он в порядке, уменьшите опережение ТНВД. См. Том II, Глава 909.

Рис. 3

Низкие значения давления сжатия и максимального давления сгорания. Возможные причины:

- протечки через поршневые кольца *
- протечки через выпускные клапаны *
- увеличение объема камеры сгорания (прогорание головки поршня) *
- низкое давление наддувочного воздуха, например, из-за загрязнения системы газоходов и/или воздухопроводов.
- неисправно или плохо отрегулировано демпфирующее устройство выпускного канала.
- температуры охлаждающей воды и воздуха на входе отклоняются от исходных окружающих условий.

См. также Приложение 3 к этой Главе.

* См. также Раздел "Оценка записей", Поз. 2.2 "Давление сжатия", стр. 706.09.

2. Площадь индикаторной диаграммы

(Для двигателей с индикаторным приводом или системой PMI)

Иллюстрация 70619

Если планиметр регулируется, перед его использованием необходимо проверить.

Либо с помощью эталонного шаблона, либо путем замера площадей точно определенного прямоугольника или круга.

Чтобы измерить площадь индикаторной диаграммы, планиметр и индикаторную диаграмму установите на ровном картоне (но не слишком гладком), как показано на рисунке.

Обведите диаграмму, как описано в *Иллюстр. 70619*.

Примечание: Диаграмму необходимо обвести несколько раз, пока разница между двумя показаниями не будет менее "1", по шкале планиметра.

3. Расчет индикаторной и эффективной мощности

(Для двигателей без индикаторного привода или системы PMI см. Приложение 5 в этой Главе)

Расчет индикаторной и эффективной мощности дизеля состоит из следующих шагов:

Рассчитать:

- среднее индикаторное давление, p_{mi}
- среднее эффективное давление, p_{me}
- постоянную цилиндра, k_1
- индикаторную мощность дизеля, P_i
- эффективную мощность дизеля, P_e

Среднее индикаторное давление, p_{mi}

$$p_{mi} = \frac{A}{L \times Cs} \text{ (бар)}$$

где:

A (мм²) = площадь индикаторной диаграммы, определенная планиметрированием.

L (мм) = длина индикаторной диаграммы (атмосферная линия).

Cs (мм/бар) = постоянная пружины (= вертикальному перемещению пера индикатора на 1 бар роста давления в цилиндре).

p_{mi} соответствует высоте прямоугольника с той же площадью и длиной, как индикаторная диаграмма.

Т.е., если p_{mi} действовало бы в цилиндре в течение всего нисходящего хода, поршень выполнил бы ту же работу, которую он производит за полный оборот.

Среднее эффективное давление, p_{me}

$$p_{me} = p_{mi} - k_1 \text{ (бар)}$$

где:

k_1 = средняя потеря на трение.

Средняя потеря на трение показала себя практически независимой от нагрузки двигателя. По опыту k_1 определено приблизительно в 1 бар.

Постоянная цилиндра, k_2

k_2 определяется размерностью двигателя и единицами, в которых определяют мощность.

Для мощности в кВт : $k_2 = 1,30900 \times D^2 \times S$

Для мощности в э.л.с. : $k_2 = 1,77968 \times D^2 \times S$

где:

D = диаметр цилиндра в м

S = ход поршня в м

Тип двигателя	Для мощности в кВт k_2	Для мощности в э.л.с. k_2
L50MC	0.5301	0.7208
S50MC	0.6250	0.8498
L60MC	0.9161	1.2455
S60MC	1.0801	1.4685
L70MC	1.4547	1.9779
S70MC	1.7151	2.3319
L80MC	2.1715	2.9524
S80MC	2.5602	3.4809
K80MC-C	1.9268	2.6198
L90MC	3.0918	4.2037
K90MC	2.7037	3.6761
K90MC-C	2.4387	3.3157
S90MC-T	3.3802	4.5958
K98MC-C	3.0172	4.1022

Индикаторная мощность дизеля, P_i

$$P_i = k_2 \times n \times p_{mi} \quad (\text{кВт/и.л.с.})$$

где:

n (об/мин) = частота вращения двигателя.

Эффективная мощность дизеля, P_e

$$P_e = k_2 \times n \times p_{me} \quad (\text{кВт/э.л.с.})$$

где:

n (об/мин) = частота вращения двигателя.

В связи с трением в упорном подшипнике мощность на валу примерно на 1% меньше, чем эффективная мощность дизеля.

Приложение 3 Коррекция рабочих параметров

1. Общее

Некоторые замеренные эксплуатационные параметры нуждаются в приведении (коррекции) к окружающим условиям ИСО для облегчения надежной их оценки.

К этим параметрам относятся: p_{max} , $t_{вып.г}$, p_c и p_{int} . См. также "Наблюдения за параметрами", стр. 706.03.

Выполнение такой коррекции (приведения) облегчает сравнение с ранее откорректированными замерами или "эталонными" кривыми, вне зависимости от отклонений действительных $t_{окр.возд}$ и $t_{вх.вода}$ от эталонных условий.

То есть, коррекция позволяет получить величины, которые были бы замерены, если бы $t_{окр.возд}$ и $t_{вх.вода}$ были 25 °С (эталонными).

В крайних случаях расхождения могут быть большими.

Запишите откорректированную (приведенную) величину, как описано в Разделе "Оценка записей" в этой Главе. См. стр. 706.05.

Используйте следующие эталонные условия:

$t_{окр.возд}$ = Температура окружающего воздуха на входе = 25 °С

(Температура воздуха на входе может изменяться значительно в зависимости от положения, при котором она замеряется на всасывающем фильтре. Опыт показал, что два термометра, расположенные в положениях "на десять часов" и "на четыре часа" (т.е. на 180° противоположно) и в середине фильтра дают надежный результат замера средней температуры).

$t_{вх.вода}$ = Температура охлаждающей воды на входе в ОХНВ = 25 °С.
См. также Илл. 70610, в части $\Delta t (t_{int} - t_{вх.вода})$.

См. также Позицию 1 "Символы и единицы измерения", ранее в этой Главе.

2. Коррекция

Коррекция при отклонениях $t_{окр.возд}$ и $t_{вх.вода}$ от эталонных условий окружающей среды может быть произведена двумя способами:

С помощью замера

См. Иллюстр. 70624, которая показывает как пользоваться иллюстрациями 70620-70623 для определения поправок по диаграммам.

Расчетом

Поправки могут быть определены с помощью основного уравнения:

$$A_{попр} = (t_{измер} - t_{этал.}) \times F \times (K + A_{измер})$$

где:

$A_{попр}$ = величина поправки, прибавляемая к параметру, т.е. к p_{max} , $t_{вып.г}$, p_c или p_{int} .

$t_{измер}$ = измеренные температуры: $t_{окр.возд}$ или $t_{вх.вода}$.

$t_{этал.}$ = эталонные $t_{окр.возд}$ и $t_{вх.вода}$, которые при стандартных условиях равны 25°С.

F_1 и F_2 = постоянные, приведенные в табл., ниже.

K = постоянная, приведена в табл., ниже.

$A_{измер}$ = измеренный параметр, который должен быть откорректирован, т.е. p_{max} , $t_{вып.г}$, p_c или p_{int} .

См. Иллюстр. 70620, 70621, 70622 и 70623, которые показывают, как пользоваться этими формулами.

Корректируемый параметр	F1: для температуры окружающего воздуха на всасывании	F2: для температуры охлаждающей воды на входе	K
$t_{\text{вып.г}}$	$-2,466 \times 10^{-3}$	$-0,59 \times 10^{-3}$	273
p_{int}	$+2,856 \times 10^{-3}$	$-2,220 \times 10^{-3}$	$p_{\text{баро}}$ 1 бар или 750 мм рт.ст.
p_c	$+2,954 \times 10^{-3}$	$-1,530 \times 10^{-3}$	$p_{\text{барс}}$ 1 бар или 750 мм рт.ст.
p_{max}	$+2,198 \times 10^{-3}$	$-0,810 \times 10^{-3}$	$p_{\text{баро}}$ 1 бар или 750 мм рт.ст.

3. Примеры расчетов:

См. Иллюстр. 70624, которая показывает ряд эксплуатационных замеров.

1) Коррекция $t_{\text{вып.г}}$ (Иллюстрация 70621).

Измеренные:

Температура
выпускных газов за клапаном = 425 °C
Температура воздуха на впуске = 42 °C
Температура охлаждающей
воды на входе (в ОХНВ) = 40 °C

Поправка на температуру воздуха на всасывании:
 $(42 - 25) \times (-2,466 \times 10^{-3}) \times (425 + 273) = -29,3^\circ\text{C}$

Поправка на температуру охлаждающей воды на входе (в ОХНВ):
 $(40 - 25) \times (-0,59 \times 10^{-3}) \times (425 + 273) = -6,2^\circ\text{C}$

Откорректированная $t_{\text{вып.г}} = 425 - 29,3 - 6,2 = \underline{389,5^\circ\text{C}}$

2) Коррекция p_{int} (Иллюстрация 70623):

Измеренные:

Давление
наддувочного воздуха = 2,0 бар
Температура
воздуха на впуске = 42 °C
Температура охлаждающей
воды на входе (в ОХНВ) = 40 °C

Поправка на температуру воздуха на впуске:
 $(42 - 25) \times 2,856 \times 10^{-3} \times (2,0 + 1) = 0,146 \text{ бар}$

Поправка на температуру охлаждающей воды на входе:
 $(40 - 25) \times (-2,220 \times 10^{-3}) \times (2,0 + 1) = -0,10 \text{ бар}$

Откорректированное давление наддувочного воздуха p_{int}
 $2,0 + 0,146 - 0,10 = \underline{2,046 \text{ бар}}$

Или, если p_{int} в мм рт.ст., то

давление
наддувочного воздуха: $p_{\text{int}} = 1500 \text{ мм рт.ст.}$

Поправка на $t_{\text{охлажд. вода вх}}$:
 $(42 - 25) \times 2,856 \times 10^{-3} \times (1500 + 750) = 109,2 \text{ мм рт.ст.}$

Поправка на $t_{\text{охлажд. вода вх}}$:
 $(40 - 25) \times (-2,220 \times 10^{-3}) \times (1500 + 750) = -74,9 \text{ мм рт.ст.}$

Откорректированное давление наддувочного воздуха:

$p_{\text{int}} = 1500 + 109,2 - 74,9 = \underline{1534,3 \text{ мм рт.ст.}}$

p_c (Илл. 70622) и p_{max} (Илл. 70620) можно откорректировать аналогичным образом.

4. Максимальная температура выпускных газов

Дизель рассчитан на ограниченное повышение термической нагрузки, т.е. рост $t_{\text{вып.г}}$

Это позволяет двигателю работать при изменениях окружающих условий и изношенном состоянии во время длительной эксплуатации.

Может ли двигатель превысить заложенный предел надежности по термической нагрузке, определяется следующим образом:

Факторы, влияющие на повышение температуры выпускных газов (и, соответственно, термической нагрузки) и максимальные допустимые отклонения следующие:

Фактор	Макс. повышение T°
• Загрязнение ТН, включая фильтры воздуха и газоходы, см. также Главу 701, Поз. 433А	+ 30 °С
• Загрязнение ОХНВ	+ 10 °С
• Ухудшение механического состояния (оценочное)	+ 10 °С
• Изменение климатических условий (окр. среды)	+ 45 °С
• Работа на тяжелом топливе и т.д.	+ 15 °С
Итого:	+110 °С

В отношении повышения температур выпускных газов см. также "Оценку записей", п. 2.2, стр. 706.07.

Для новых двигателей не является необычным наблюдать рост температур на 50-60 °С от стендовых до ходовых испытаний.

Это связано с работой на тяжелом топливе и изменением климатических условий.

Если температура продолжает расти в эксплуатации:

- Выясните причину роста температуры.
- Очистите, отремонтируйте или переберите соответствующие узлы при первой возможности для улучшения параметров дизеля.

Примечание: Температуры выпускных газов не должны превышать уставку АПС, см. Главу 701, Поз. 427.

Чтобы правильно оценить повышение температуры выпускных газов надо делать различие между:

- действительным загрязнением и механическим состоянием дизеля от неизбежного повышения температуры из-за изменения климатических условий.

Метод определения различия между факторами влияния показан в примере:

Пример:

Температура выпускных газов по "эталонной" кривой должна быть 380 °С (при нагрузке двигателя ок. 80%).

Измеренная температура = 425 °С.

Поправка температуры t_{выпл.} согласно Илл. 70621:

Температура воздуха на впуске (t_{окр.возд.}) = 42 °С, что на 17 °С выше эталонной.

Температура охлаждающей воды 40 °С, что соответственно на 40-25=15 °С выше эталонной величины.

Используя диаграммы, получаем следующие поправки на температуры:

Поправка на повышение температуры в машинном отделении: -29,0 °С

Поправка на повышение температуры охлаждающей воды на входе: -6,0 °С

Всего: -35,0 °С

Различие между факторами:

Общее повышение температуры выпускных газов 425 °С - 380 °С = 45 °С вызвано:

- повышением температуры на 35,0 °С в связи с изменением климатических условий;
- повышением на 45 °С - 35 °С = 10 °С в связи с неизбежным загрязнением дизеля, загрязнением охладителя воздуха и работе на тяжелом топливе.

Приложение 4

Коэффициент полезного действия турбоагнетателя

1. Общее

Для регистрации к.п.д. турбоагнетателя см. "Оценку записей", п. 3 "Диагностика турбоагнетателя", ранее в этой Главе.

На Иллюстр. 70609 представлены эталонные кривые для к.п.д. компрессора и турбины в функции давления наддува.

Для общей оценки характеристик двигателя нет необходимости определять путем расчета к.п.д. турбоагнетателя.

Однако, если такие расчеты потребуются, они могут быть выполнены, как описано ниже.

2. Расчеты к.п.д.

Общий к.п.д. турбоагнетателя является производением к.п.д. компрессора и турбины, а также механического к.п.д.

Последний однако почти не влияет на расчет и поэтому не учитывается.

При расчете к.п.д. турбоагнетателя необходимо различать между:

- ЭУ без турбо-компаундной системы (ТКС) и байпаса на выпуске.
- ЭУ с ТКС/или байпасом на выпуске.

2.1 ЭУ без ТКС и байпаса на выпуске

Замерьте параметры, перечисленные в Табл. 1.

Важно, чтобы замеры выполнялись, по-возможности, одновременно.

Переведите все давления в одинаковые единицы.

Используйте следующие коэффициенты перевода:

750 мм рт.ст.	= 1000 бар = 0,1 МПа
1 мм вод.ст.	= 0,0001 бар
1кг/см ²	= 735 мм рт.ст. = 0,98 бар
1 бар	= 0,1 МПа

		Единицы	Примеры измерений		
Барометрическое давление	$p_{\text{баро}}$	мм рт.ст. или бар	766,5/750	=	1,022 бар
Перепад давления на воздушном фильтре	Δp_{Φ}	мм вод.ст. или бар	21x0,0001	=	0,002 бар
Перепад давления на ОХНВ	$\Delta p_{\text{ОХНВ}}$	мм вод.ст. или бар	168x0,0001	=	0,017 бар
Температура перед компрессором	$t_{\text{окр.возд.}}$	°C		=	21 °C
Частота вращения ТН	$n_{\text{ТН}}$	об/мин		=	13350 об/мин
Давление наддувочного воздуха	$p_{\text{нт}}$	мм рт.ст. или бар	1900/750	=	2,533 бар *)
Давление в выпускном коллекторе	$p_{\text{вып.г}}$	мм рт.ст. или бар	1795/750	=	2,393 бар *)
Давление за турбиной	$p_{\text{г,атм}}$	мм вод.ст. или бар	265/0,0001	=	0,026 бар *)
Температура перед турбиной	$t_{\text{т1}}$	°C		=	400 °C

Таблица 1: Замеры для расчета к.п.д.

- *) Избыточное давление
- Учтите, что официальное определение бара - это "абсолютное давление".

Общий к.п.д. $\eta_{\text{ТНобщ}}$ определяется уравнением:

$$\eta_{\text{ТНобщ}} = 0,9055 \frac{T_1 (R_1^{0,286} - 1)}{T_2 (1 - R_2^{0,265})}$$

	Пример расчета См. замеры в Табл. 1	
$T_1 = t_{\text{окр.возд}} + 273$	21 + 273	= 294 °K
$R_1 = \frac{p_{\text{баро}} + p_{\text{int}} + \Delta p_{\text{ХНВ}}}{p_{\text{баро}} - \Delta p_{\text{ф}}}$	$\frac{1,022 + 2,533 + 0,017}{1,022 - 0,002}$	= 3,502
$T_2 = t_{\text{возд. до ТН}} + 273$	400 + 273	= 673 °K
$R_2 = \frac{p_{\text{баро}} + p_{\text{возд. за ТН}}}{p_{\text{баро}} + p_{\text{вып.г}}}$	$\frac{1,022 + 0,026}{1,022 + 2,393}$	= 0,307
$(R_1^{0,286} - 1)^*$		= 0,4311
$(1 - R_2^{0,265})^*$		= 0,2688
$\eta_{\text{ТНобщ}} = \frac{0,9055 \times T_1 (R_1^{0,286} - 1)}{T_2 (1 - R_2^{0,265})}$	$\frac{0,9055 \times 294 \times 0,4311}{673 \times 0,2688}$	= <u>0,634</u>

К.п.д. компрессора $\eta_{\text{к}}$ определяется уравнением

$$\eta_{\text{к}} = \frac{3614400 \times T_1 (R_1^{0,286} - 1)}{\mu \times U^2}$$

μ = коэфф-т скольжения, см. табл. 2
 $U^2 = (\pi \times D \times n)^2$
 D = диаметр колеса компрессора, см.
 Табл. 2

$U = \pi \times D \times n$ есть окружная скорость на колесе компрессора.

Турбоагнетатель, использованный в этом примере, это NA57/ГО7 MAN B&W.

Из Табл. 2 берем:

$D = 0,656$ м
 $\mu = 0,77$

	Пример расчета, $\eta_{\text{к}}$ См. замеры в Табл. 1	
$T_1 = t_{\text{окр.возд.}} + 273$ °K	21 + 273	= 294 K
$R_1 = \frac{p_{\text{баро}} + p_{\text{int}} + \Delta p_{\text{ХНВ}}}{p_{\text{баро}} - \Delta p_{\text{ф}}}$	$\frac{1,022 + 2,533 + 0,017}{1,022 - 0,002}$	= 3,502
$(R_1^{0,286} - 1)^*$		= 0,4249
$U^2 = (\pi \times D \times n)^2$	$(\pi \times 0,656 \times 13350)^2$	= 757000000
$\eta_{\text{к}} = \frac{3614400 \times T_1 (R_1 - 1)}{\mu \times U^2}$	$\frac{3614400 \times 294 \times 0,4311}{0,77 \times 757000000}$	= <u>0,786</u>

* Для определения величин выражений $(R_1^{0,286} - 1)$ и $(1 - R_2^{0,265})$ используйте калькулятор или кривые в Иллюстр. 70625 и 70626.

Изготовитель ТН	Обозначение типа (м)	Диаметр D	Коэффициент скольжения μ		
			TO7	TO8	TO9
MAN B&W	NA	34	0.391	0.77	0.70
		40			
		48			
		57			
		70			
B&B/ABB	VTR	304	0.3497	-	E
		354			
		454			
		564			
		714			
			0.4157	A	E
			0.5233		
			0.6588		
			0.8294		
			0.79		

Таблица 2: Диаметр колеса компрессора и коэффициент скольжения.

К.п.д. турбины:

К.п.д. турбины определяется из

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_k \times \eta_T$$

$$\text{т.е. } \eta_T = \frac{\eta_{\text{общ}}}{\eta_k} = \frac{0.634}{0.786} = 0.807$$

2.2 ЭУ с ТКС и/или байпасом на выпуске

$$\text{Уравнение } \eta_{\text{общ}} = 0.9055 \frac{T_1 (R_1^{0.285} - 1)}{T_2 (1 - R_2^{0.265})}$$

указанное в Поз. 2.1, базируется на ситуации, когда массовый расход через турбину равен массовому расходу через компрессор плюс сгоревшее топливо.

Если имеется ТКС или байпас на выпуске газов, массовый расход через турбину уменьшается на величину массового расхода через ТКС или байпас.

Массовые расходы через турбину и ТКС или через турбину и выпускной байпас пропорциональны эффективным проходным сечениям в турбине или отверстия шайбы в выпускном байпасе.

Рассчитайте к.п.д. турбоагнетателя, как описано в Поз. 2.1 "ЭУ без ТКС и байпаса на выпуске".

Затем откорректируйте результаты в соответствии со следующим:

Общий к.п.д.:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{ТКС/байпас}} \times \frac{A_{\text{эфф}} + a_{\text{эфф}}}{A_{\text{эфф}}}$$

где

$A_{\text{эфф}}$ = эффективное сечение турбины турбоагнетателя

$a_{\text{эфф}}$ = эффективное сечение ТКС или байпаса на выпуске.

См. также "Замечания", ниже.

К.п.д. турбины:

$$\eta_k = \eta_k \times \frac{A_{\text{эфф}} + a_{\text{эфф}}}{A_{\text{эфф}}}$$

См. также "Замечания", ниже.

К.п.д. компрессора:

η_k не меняется, т.к. на него не влияет, работает ли ЭУ с ТКС/байпасом.

Замечания:

Отношение $\frac{A_{\text{эфф}} + a_{\text{эфф}}}{A_{\text{эфф}}}$ может меняться от

установки к установке, но наиболее часто составляет около 1,07. Эту величину можно использовать для оценки тенденции изменения к.п.д. в эксплуатации.

При использовании компьютерной программы,

в которую отношение $\frac{A_{\text{эфф}} + a_{\text{эфф}}}{A_{\text{эфф}}}$ не введено,

величины $\eta_{\text{общ}}$ и $\eta_{\text{ТН}}$ нужно уменьшить на вышеупомянутый коэффициент порядка 1,07.

Приложение 5

Оценка эффективной мощности двигателя без индикаторных диаграмм

1. Общее

Оценка базируется на номограммах, включающих параметры, измеренные на испытательном стенде.

Номограммы, показаны на *Илл. 70627*, где указаны следующие зависимости:

График I - индекс топливного насоса и среднее эффективное давление.

График II - среднее эффективное давление и эффективная мощность (э.л.с.) и частота вращения двигателя, как параметр.

График III - частота вращения турбоагнетателя и эффективная мощность двигателя (э.л.с.) с температурой наддувочного воздуха и давлением воздуха окружающей среды в качестве параметров.

Условием для использования этих графиков является то, чтобы регулировка двигателя и настройка турбокомпрессора были неизменными с момента стендовых испытаний.

2. Методы

(См. *Иллюстр. 70627*)

2.1 Индекс топливного насоса (приближенный способ)

График I: Проведите горизонтальную линию от измеренного индекса топливного насоса до соприкосновения с кривой номограммы и затем вертикальную вниз до линии, измеренной частоты вращения двигателя (на графике II). От найденной точки пересечения проведите горизонтальную линию до шкалы мощности и найдете искомую эффективную мощность, т.е. 16400 л.с..

Этот метод должен применяться лишь для быстрой (грубой) оценки, т.к. индекс зависит от качества топлива и состояния топливного насоса. При износе плунжерных пар или всасывающих клапанов увеличивается индекс и как результат это приведет к завышенной оценке мощности.

2.2 Частота вращения турбоагнетателя (более точный способ)

График III: Проведите горизонтальную линию от измеренной величины температуры наддувочного воздуха t_{int} и наклонную линию от измеренной частоты вращения ТН.

От точки пересечения проведите вертикальную линию вниз до кривой номограммы и затем горизонтальную линию до измеренной величины давления окружающего воздуха (точка X, на шкале барометрического давления).

Наконец, проведите линию, параллельно наклонной линии поправки на барометрическое давление. Эффективная мощность затем считывается по шкале с правой стороны, т.е. 15700 ВНР.

Этот метод является более надежным и может обеспечить ожидаемую точность в пределах +/- 3%. Однако получаемая точность будет зависеть от состояния двигателя и турбоагнетателя. Загрязненный или изношенный турбоагнетатель в большинстве случаев приводит к уменьшению частоты вращения ТН и как результат к заниженной оценке мощности.

Такая ситуация характеризуется увеличенной температурой выпускных газов и уменьшением давления наддувочного воздуха.

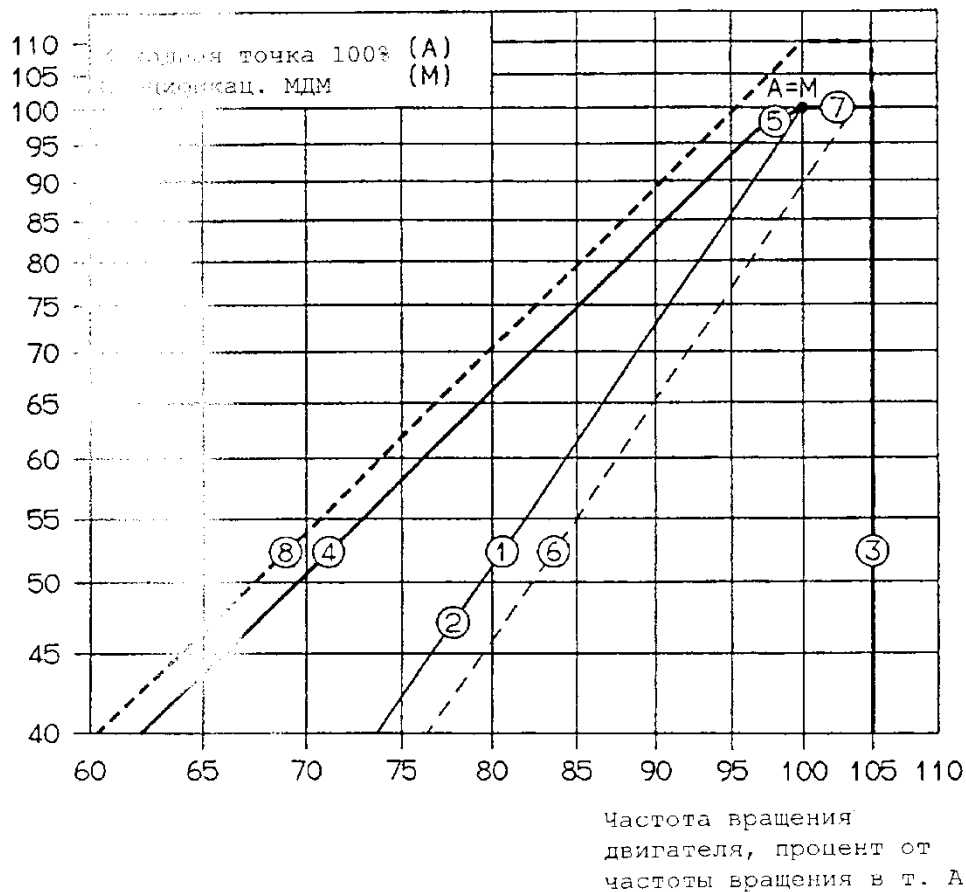
Рекомендуется использовать систему РММ, для легкого получения Р-V-диаграмм (рабочих диаграмм) для расчета мощности.

См. также Приложение 2 к этой Главе.



Нагрузочная диаграмма только для движения судна Ипл. 70601-40

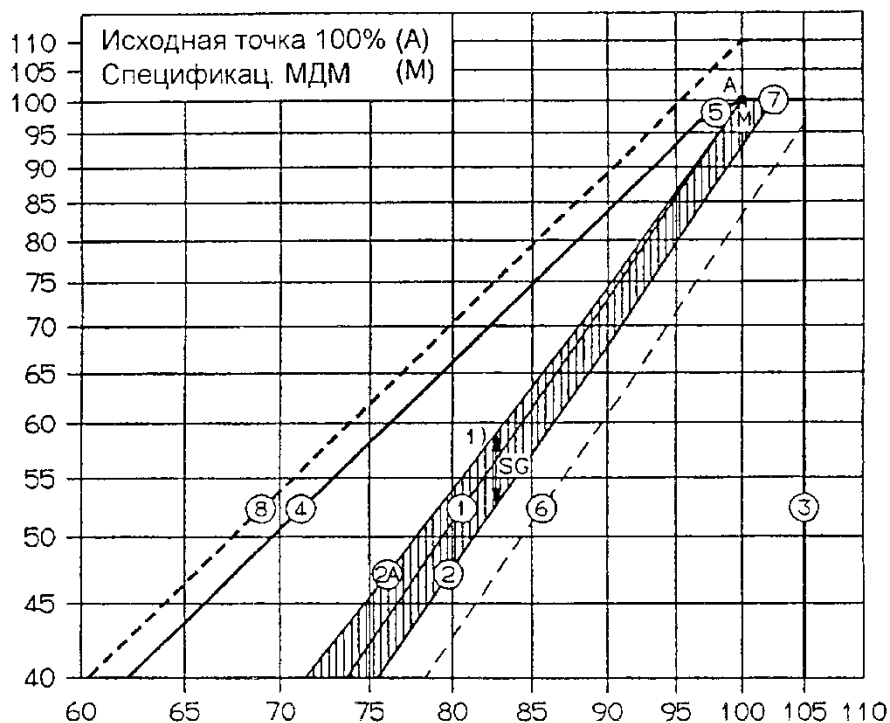
Мощность на валу двигателя,
процент от мощности А



- Линия 1: Винтовая характеристика через точку А.
- Линия 2: Винтовая характеристика - тяжелый винт, рекомендуемый предел для обросшего корпуса при тихой погоде.
- Линия 3: Предел по частоте вращения.
- Линия 4: Предел по крутящему моменту/частоте вращения.
- Линия 5: Предел по среднему эффективному давлению.
- Линия 6: Винтовая характеристика - легкий винт (диапазон облегчения: 2,5-5,0%) для чистого корпуса и тихой погоде.
- Линия 7: Ограничение по мощности для длительной работы.
- Линия 8: Ограничение перегрузки.



Мощность на валу двигателя,
процент от мощности А



Частота вращения двигателя,
процент от частоты вращения в т. А

- Линия 1 : Винтовая характеристика через точку А.
- Линия 2 : Винтовая характеристика только для движения судна - тяжелый винт, рекомендуемый предел для обросшего корпуса при тихой погоде.
- Линия 2А: Эксплуатационная характеристика двигателя для движения судна (линия 2) и валогенератора (SG).
- Линия 3 : Предел по частоте вращения.
- Линия 4 : Предел по крутящему моменту/частоте вращения.
- Линия 5 : Предел по среднему эффективному давлению.
- Линия 6 : Винтовая характеристика только для движения судна - легкий винт (диапазон облегчения 2,5-5,0%) для чистого корпуса и тихой погоде.
- Линия 7 : Ограничение по мощности для длительной работы.
- Линия 8 : Ограничение по перегрузке двигателя.

1) Примечание: Винтовая характеристика только для движения судна определяется вычитанием мощности генератора (с учетом к.п.д. генератора) из эффективной мощности при развиваемой частоте вращения



Эксплуатационные наблюдения

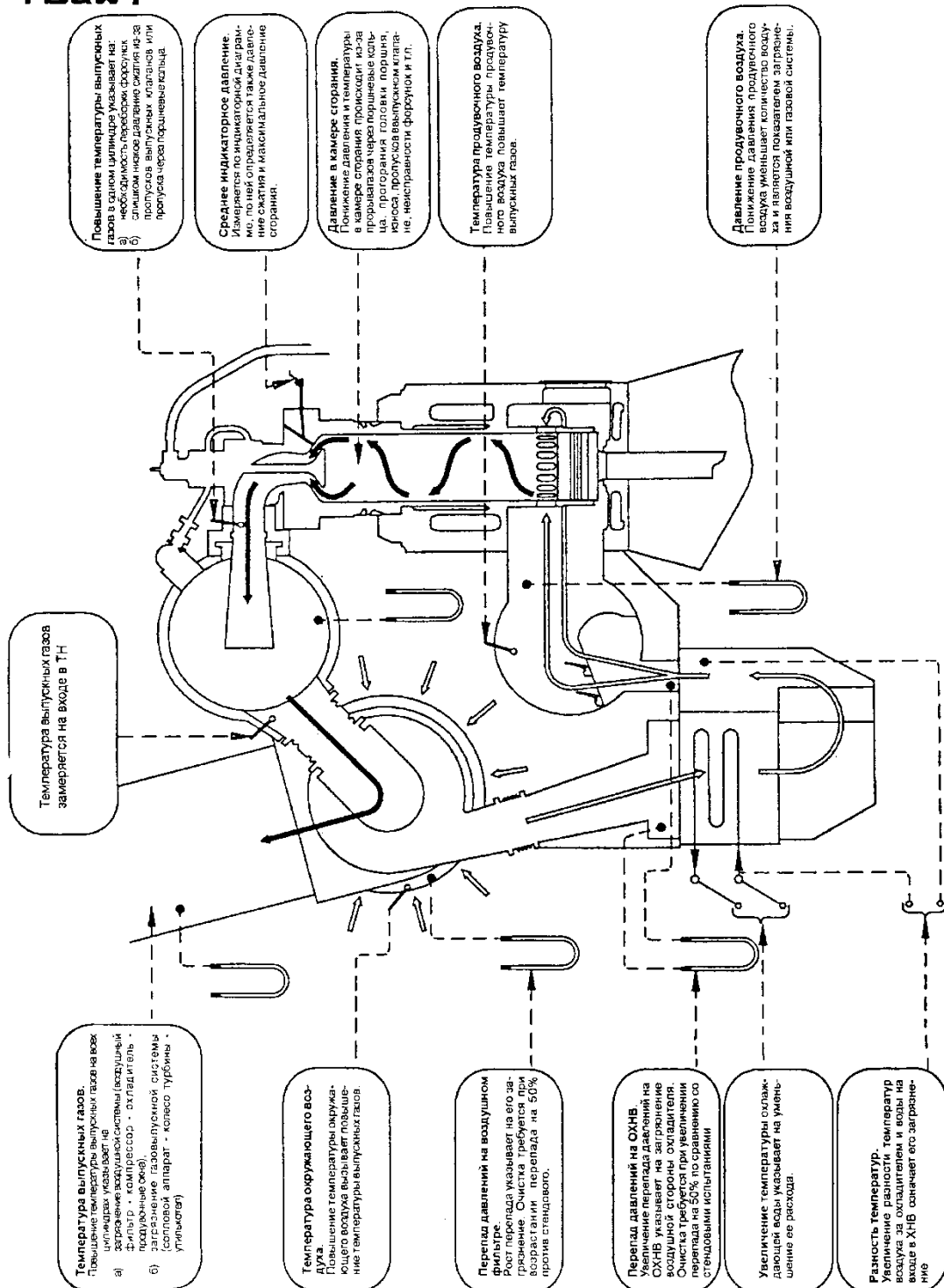
Илл. 70603-40

Стр. 1 (2)

Т/Х		Тип дизеля:			Параметры двигателя:			Проверил:									
Верфь:		Изготовитель:			Дизель			э.л.с.:									
Строит. N:		Год постройки:			N:			об/мин									
Турбонагнетатель(и):		N серии															
Изготовитель:		1			Постоянная цилиндра (п.с., бар)												
Тип:		2			Регулятор:			Тип:									
Макс. об/мин:		3			Характеристика ТН:												
Макс. темп. °С:		4															
Масляная система: Система на ГД <input type="checkbox"/> Внешняя от ГД система <input type="checkbox"/> Внешняя из гравит. цист. <input type="checkbox"/>																	
Вязкость топлива				при °С				Сорт		Тип							
Пункт бункеровки								Цилиндр. масло									
Сорт топлива				Теплотворная способность [Q _р] ккал/кг				Циркул. масло									
Плотность при 15 °С				Сера %				Турбин. масло									
Дата	Осадка носом м	Общая нагрузка, час	об/мин	ветер м/с	Направление	P _{тн} бар			P _{наг} бар			P _с бар			Индекс ТНВД		
Час	Осадка кормой м	Задание част. вращ.	кВт индикат	высота вспл. м	Направление	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
						4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Нагрузка %	Лаз. узлы	Регулятор индекса	Эффект кВт	г/лВч аффектив.		7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9
Барометр	Обсерв. узлы	P _{наг} бар	э.л.с.	г/л.с.ч.		10	11	12	10	11	12	10	11	12	10	11	12
			Среднее			Среднее			Среднее			Средний					

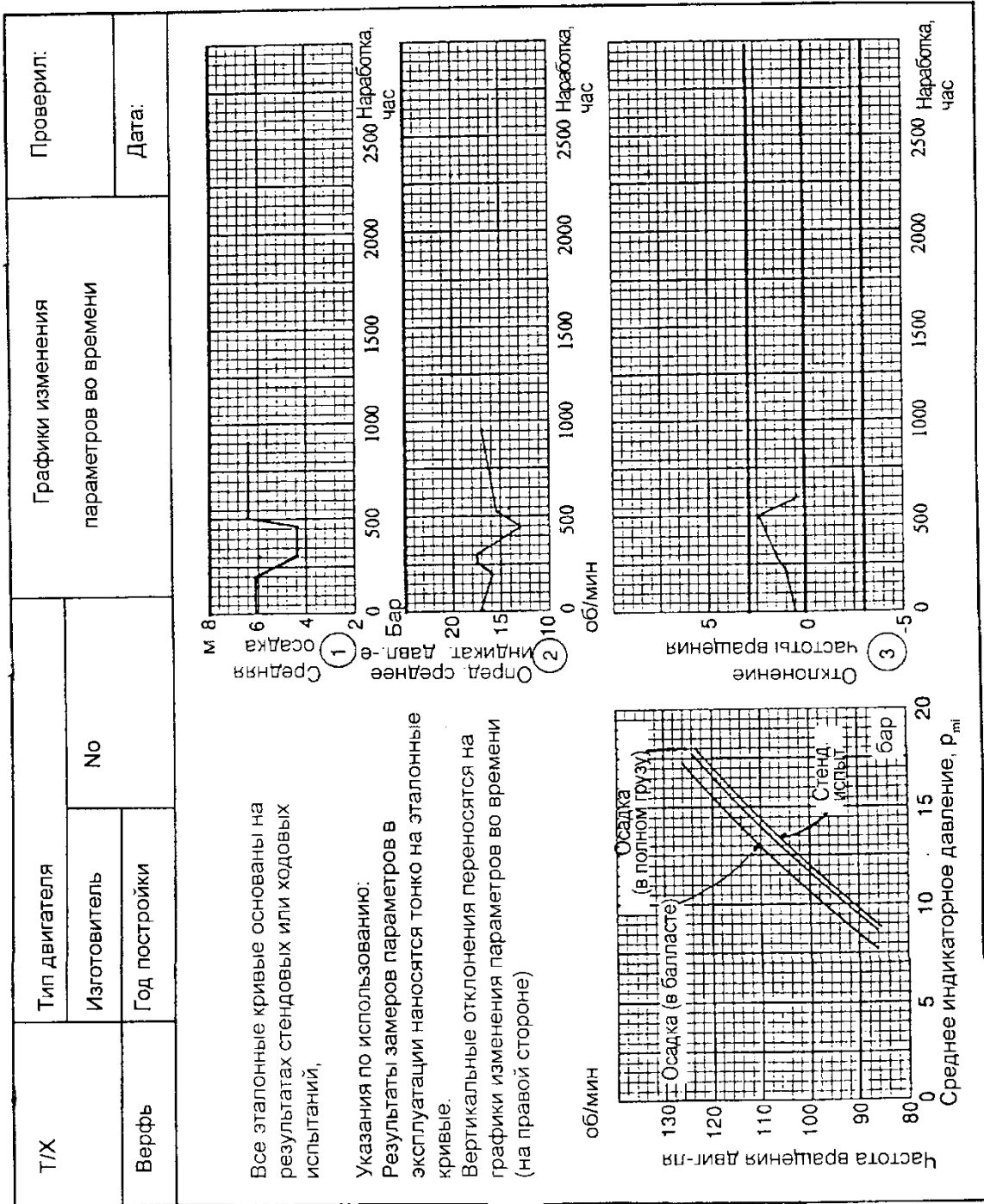
P _{наг} Регулировка индекса			Темп-ра выпуск. газ °С					Давление выпуска		ТН об/мин	Давл. продув. возд.			Темп. прод. возд.			Вспом. возд. продувка			
			Выпускн. клапан					Турбина		Коллект.	Выход из турб		Ар. фильтр мм вод.ст	Ар. ОХНВ мм вод.ст		Ресивер	вход в воздухо-дудку	вход до ХНВ	после ХНВ	
1	2	3	1	2	3	1	1	мм рт.ст.	мм вод.ст.			бар				1	1	1	вкл.	
4	5	6	4	5	6	2	2								2	2	2	откл.		
7	8	9	7	8	9	3	3					мм рт.ст.			3	3	3			
10	11	12	10	11	12	4	4					°С			4	4	4			
Средний			Средняя			Замечания														

Особые точки		Температура охлаждающей воды					Смазочное масло					Давление топлива, бар					
MAN TH	MAN TH/	ОХНВ		Главный двигатель			Турбина	Давлен. бар	Температура					до фильтра			
Ур на наружн. диам мм рт.ст	Ур на ном. диам улитки мм в.ст.	вход	выход	вход	выход из цилиндров			выход	Циркул. масло	вход в дв-ль		На выходе из поршней			ТН (и)		
1	1	1	1	Темп. заборт. воды	1	2	3	1	Охлажд. масло	вход р/вал	1	2	3	MAN TH вход/ ВВС TH стор. коп.	MAN TH выход/ ВВС TH стор. турб		
		2	2		4	5	6	2			4	5	6	1	1	после фильтра	
		3	3		7	8	9	3	р/вала масло	выход р/вал	7	8	9	2	2	Темп. перед насосами	
		4	4		10	11	12	4	турбин. масло	сегмент ГУП	10	11	12	3	3		
														4	4	На обороте	
			Средняя			Средняя											





Графики изменения во времени: средней осадки и среднего значения индикаторного давления (p_{mi}). Эталонные кривые и график изменения во времени частоты вращения (об/мин) в зависимости от p_{mi} .





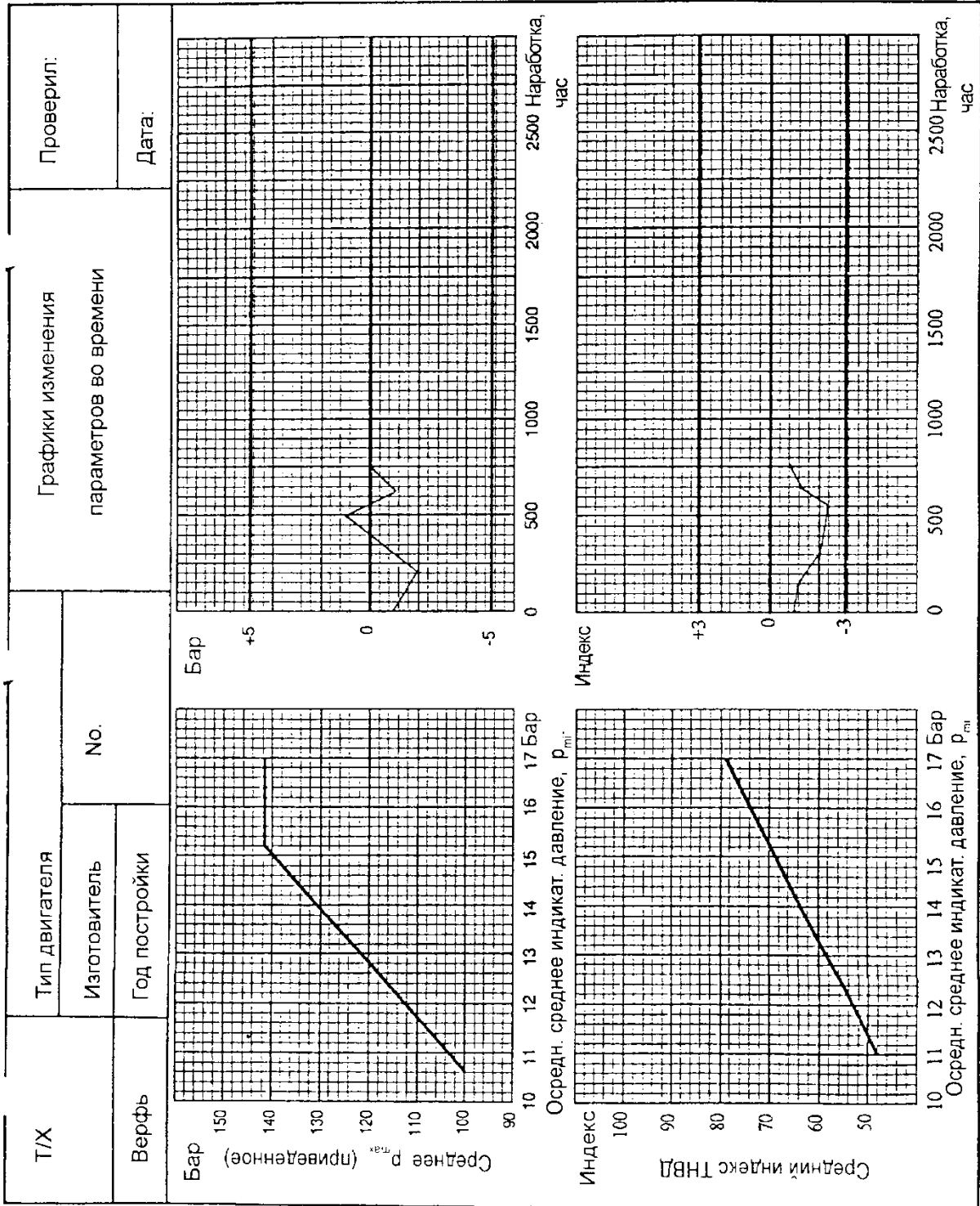
Графики изменения во времени: средней осадки, среднего индикаторного давления (p_{mi}) и об/мин.

T/X	Тип двигателя		Графики изменения параметров во времени	Проверил:
	Изготовитель	№.		
Верфь	Год постройки		Дата:	

Осредн. среднее индикат. давл. - осадка, м (1)	
Осредн. среднее индикат. давл. - не, бар (2)	
Отклонение частоты вращения дизеля, об/мин (3)	



Эталонные кривые и графики изменения во времени p_{max} и индекса ТНВД в зависимости от p_{mi} .





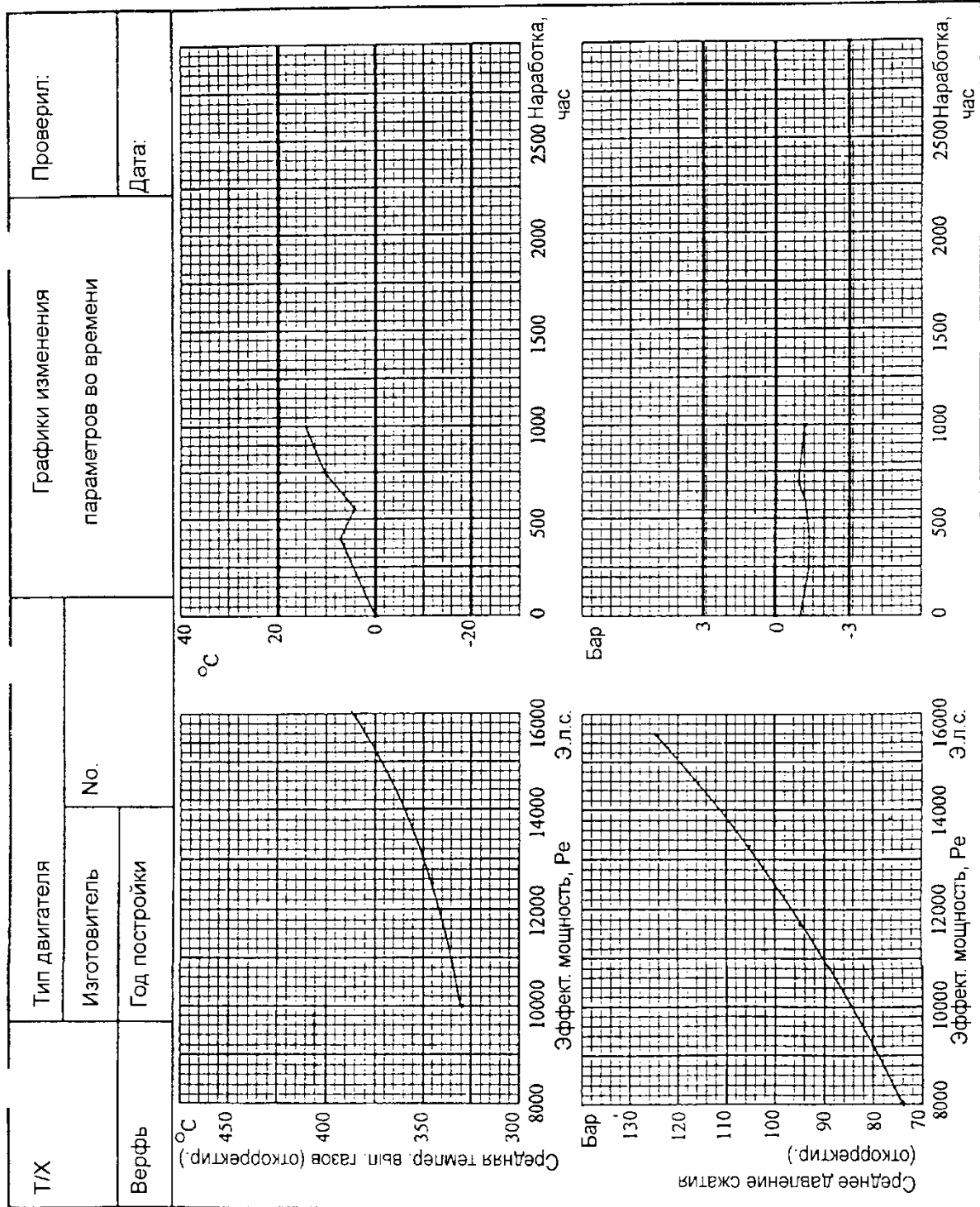
Т/Х	Тип двигателя		Проверил:
	Изготовитель	№.	
Верфь	Год постройки		Дата:
	Графики изменения параметров во времени		

Бар	+5	0	-5
Отклонение p_{max}			
Наработка, час			

Индекс	+3	0	-3
Отклонение индекса ТНВД			
Наработка, час			



Эталонные кривые и графики изменения во времени $t_{\text{выл.г}}$ и p_c в зависимости от $p_{\text{ме}}$.





Диаграммы диагностики двигателя.

Илл. 70607-40

Бланк

Графики изменения во времени $t_{\text{вып.г}}$ и p_c

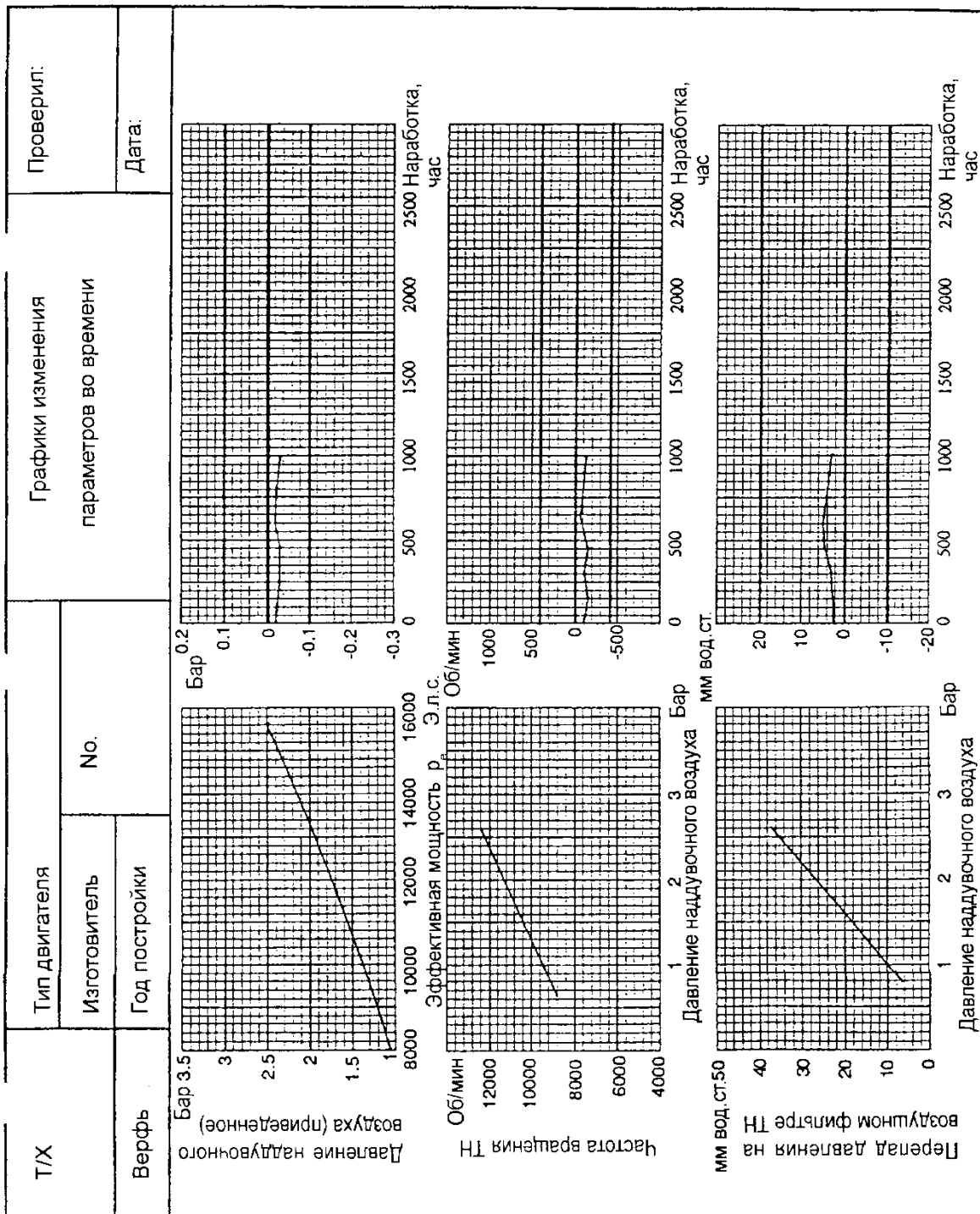
Т/Х	Тип двигателя		Проверил:
	Изготовитель	№.	
Верфь	Год постройки		Дата:
	Графики изменения параметров во времени		

Отклонение $t_{\text{вып.г}}$ °C	График		Наработка, час
	График		

Отклонение p_c Бар	График		Наработка, час
	График		



Эталонные кривые и графики изменения во времени p_{int} в зависимости от p_e , $TН$ об/мин и Δp_{ϕ} в зависимости от p_{int} .





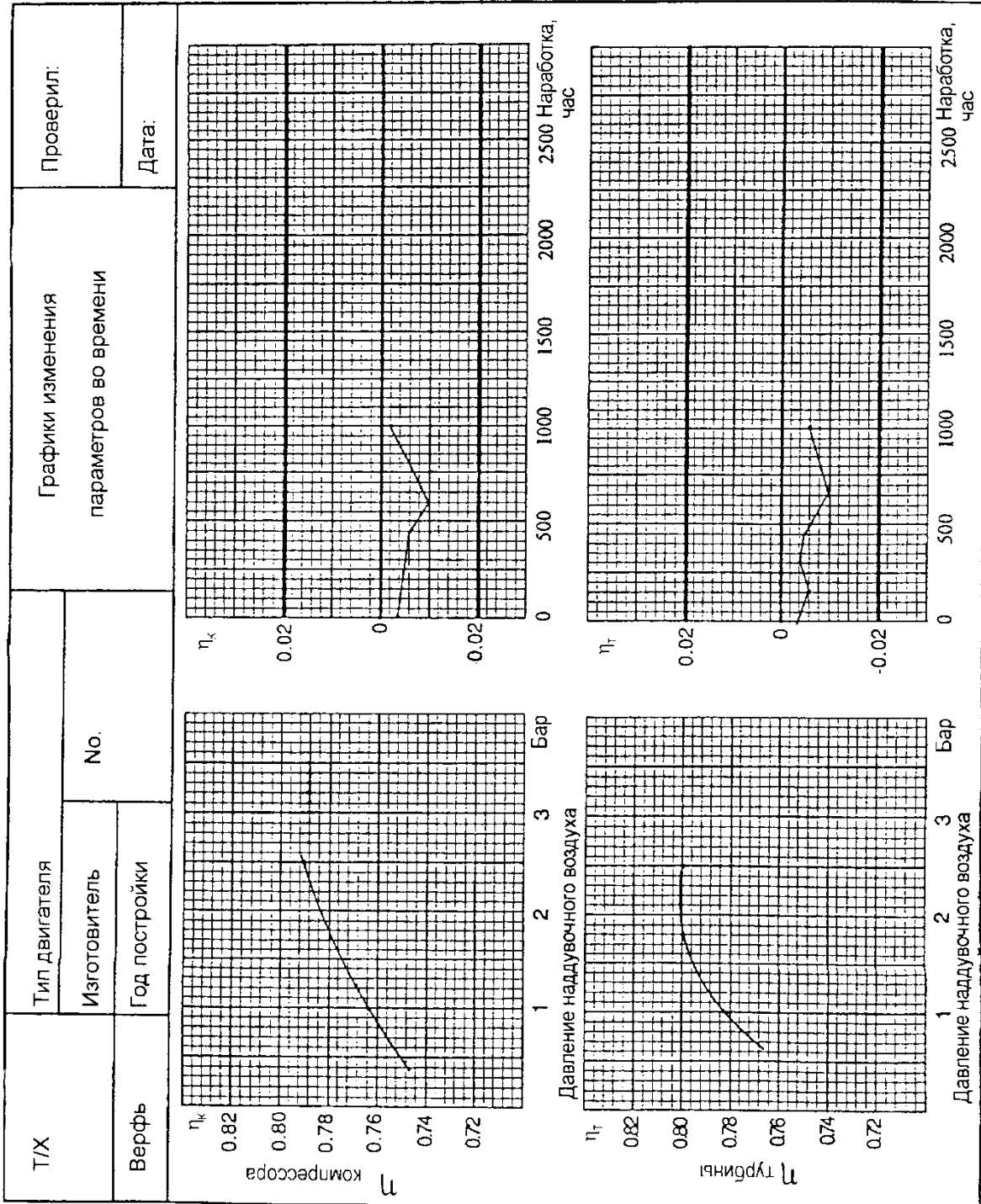
Графики изменения во времени p_{int} , n_{TH} об/мин и Δp_{ϕ}

Т/Х	Тип двигателя		Проверил:
	Изготовитель	№	
Верфь	Год постройки		Дата:
	Графики изменения параметров во времени		

Бар 0.2 0.1 0 -0.1 -0.2 -0.3	Отклонение p_{int}	Наработка, час
Об/мин 1000 500 0 -500	Отклонение n_{TH} (об/мин)	Наработка, час
мм вод.ст. 20 10 0 -10 -20	Отклонение Δp_{ϕ} - на воздушном фильтре ТН	Наработка, час



Эталонные кривые и графики изменения во времени для к.п.д. компрессора и турбины в зависимости от p_{int}





Графики изменения во времени
к.п.д. компрессора и турбины

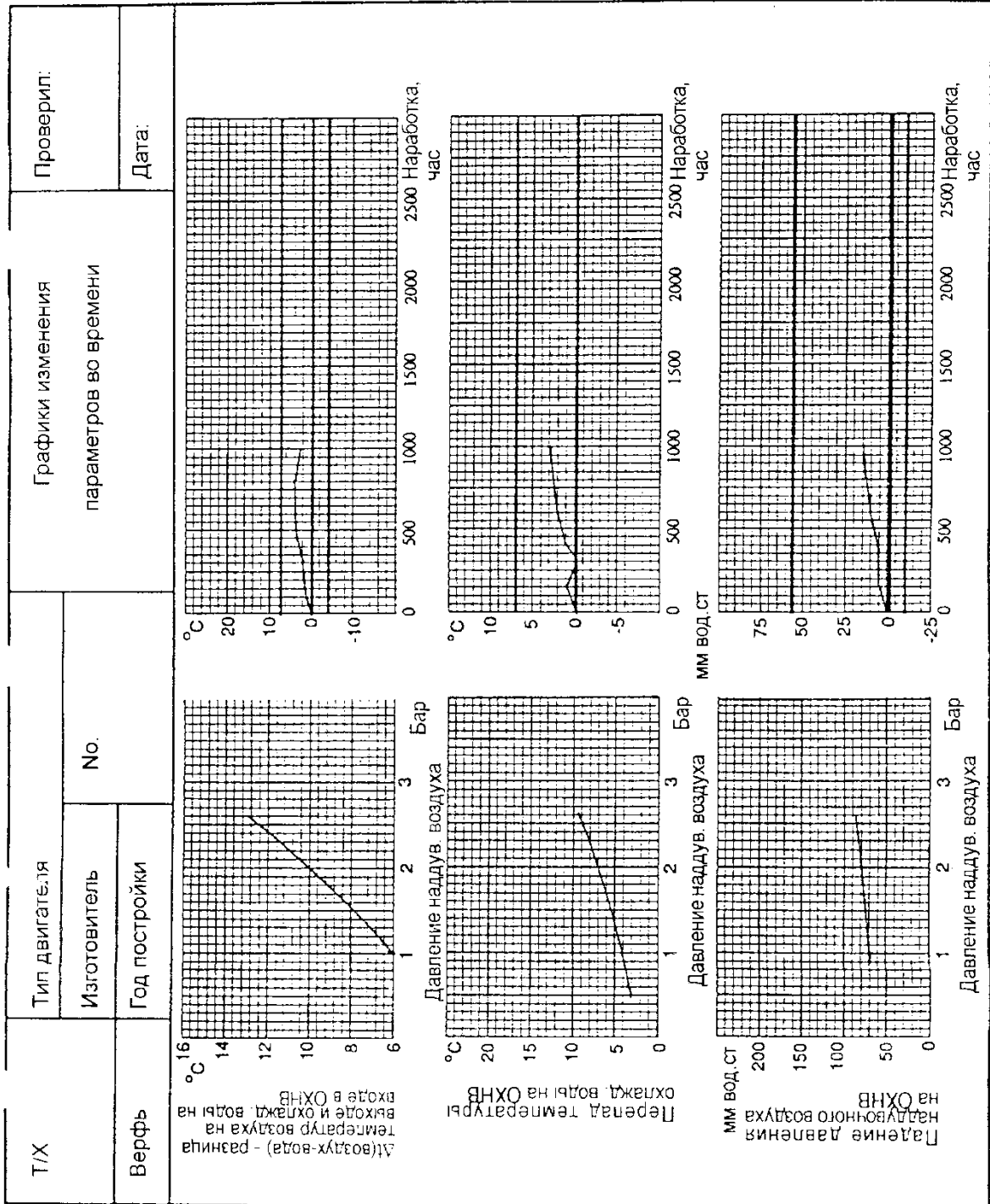
Т/Х	Тип двигателя		Проверил:
	Изготовитель	№	
Верфь	Год постройки		Дата:
	Графики изменения параметров во времени		

η_k	0.02	0	-0.02
Отклонение к.п.д. турбины			
Наработка, час			

η_r	0.02	0	-0.02
Отклонение к.п.д. компрессора			
Наработка, час			



Эталонные кривые и графики изменения разницы температур воздуха и охлаждающей воды: $\Delta t_{\text{возд.-вода}}$, $\Delta t_{\text{вода}}$ и $\Delta p_{\text{возд.}}$ в зависимости от p_{int} .





Диаграммы диагностики ОХНВ

Илл. 70610-40

Бланк

Графики изменения во времени

$\Delta t_{\text{возд.-вода}}$, $\Delta t_{\text{вода}}$ и $\Delta p_{\text{возд.ОХНВ}}$

Т/Х	Тип двигателя		Проверил:
	Изготовитель	№.	
Верфь	Год постройки		Дата:
	Графики изменения параметров во времени		

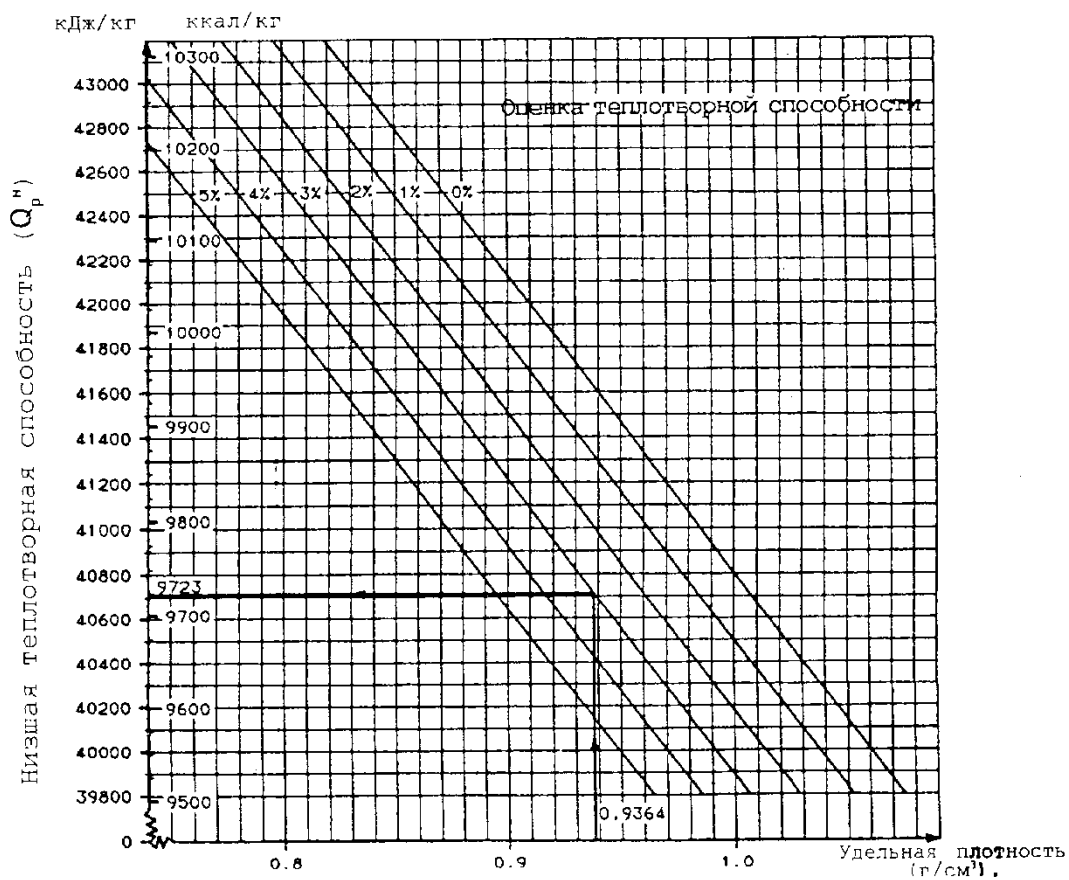
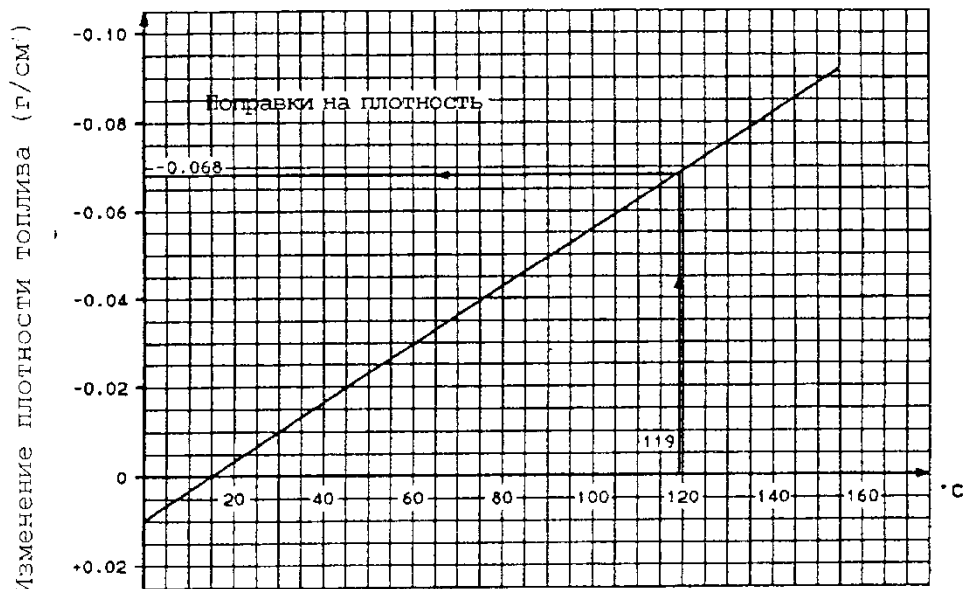
Отклонение $\Delta t_{\text{возд.-вода}}$ (°C)	График		Наработка, час
	20	10	

Отклонение $\Delta t_{\text{вода}}$ (°C)	График		Наработка, час
	10	5	

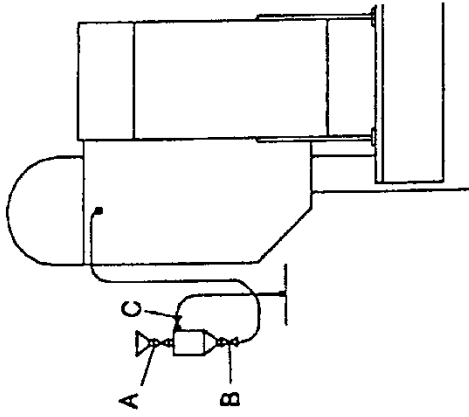
Отклонение $\Delta p_{\text{возд.ОХНВ}}$ (мм вод.ст.)	График		Наработка, час	
	75	50		25



Поправка на температуру (плотность) топлива и содержание серы (значение низшей теплотворной способности - Q_p^H)



Сухая очистка турбоагнетателя (сторона турбины)



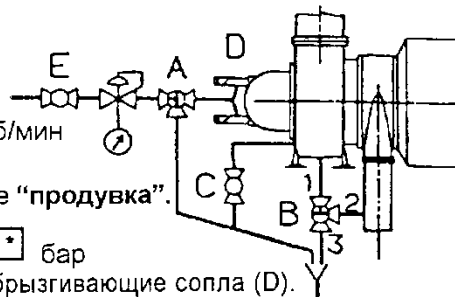
1. Проводите очистку каждые 24-50 часов работы, ориентируясь на наблюдения.
2. Очищайте турбоагнетатель предпочтительно при полной нагрузке. Не проводите очистку при нагрузке ниже половинной.
3. Закройте клапан А.
4. Откройте клапаны В и С для продувки возможных отложений и/или конденсата в соединительной трубке.
Примерно через 2 минуты закройте клапаны В и С.
5. Медленно откройте клапан А для продувания контейнера.
6. Заполните контейнер количеством гранул, оговоренным в таблице.
7. Закройте клапан А.
8. Откройте клапаны В и С для вдувания гранул.
Через 1-2 минуты закройте клапаны В и С.
9. Медленно откройте клапан А для продувания контейнера.

Тип ТН	Кол-во литрах
NA34	0.5
NA40	1.0
NA48	1.5
NA57	2.0
NA70	3.0
NA83	3.5
VTR354	1.5
VTR454	2.0
VTR564	2.5
VTR714	3.0



Промывка турбоагнетателя фирмы MAN - Сторона турбины -

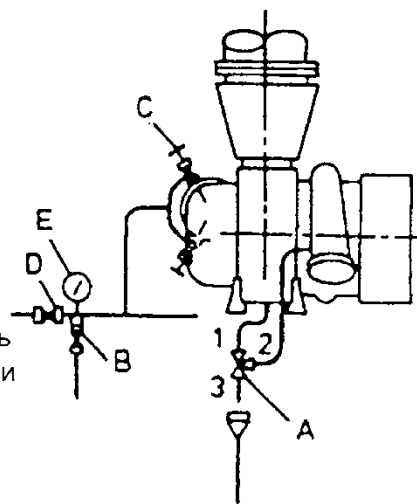
1. Уменьшите нагрузку двигателя до частоты вращения ТН = * об/мин
2. Подождите ок. 10 минут.
3. Установите трехходовой кран "А" в положение "продувка".
4. Откройте кран "Е" и установите редукционный клапан на * бар
5. Путем поворота указателей откройте все разбрызгивающие сопла (D).
6. Откройте сливной кран (В) в положение 1 - 3 и сливной кран (С).
7. Установите трехходовой кран (А) в положение "промывка".
8. Промойте водой в течение 10 минут.
9. Закройте кран (Е).
10. Установите на короткое время трехходовой кран (А) в положение "продувка", а затем переведите в **нулевое положение**.
11. Закройте все разбрызгивающие сопла (D).
12. Закройте сливной кран (В) (позиция 2 - 1) и сливной кран (С).
13. Дайте поработать двигателю на той же нагрузке в течение 10 мин. Затем медленно повышайте нагрузку и проверьте не возникла ли вибрация, которой не было раньше, или промойте вновь.
14. Незначительный шум, свидетельствующий о контакте вращающихся узлов, безвреден благодаря рабочему покрытию покрывающего кольца.
15. Время от времени проверяйте разбрызгивающие сопла.

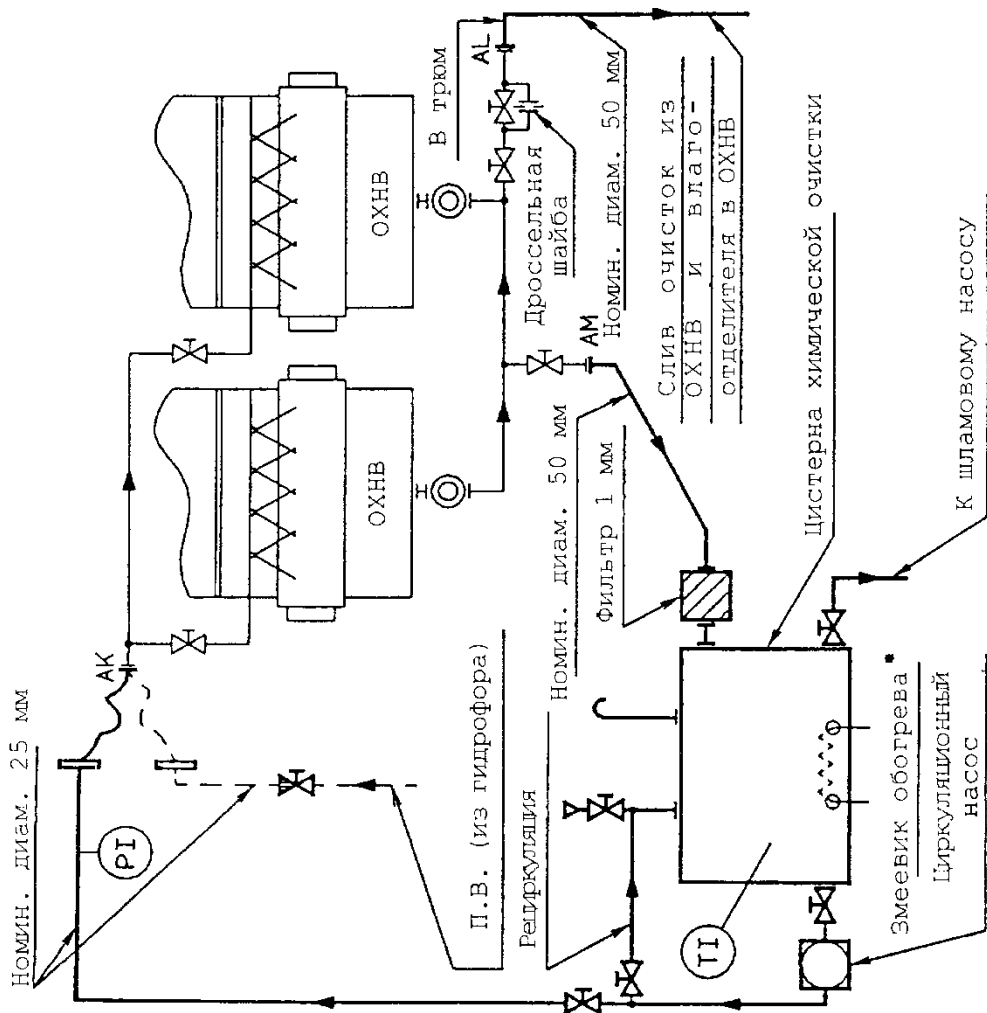


*. См. конкретные данные на табличке-инструкции, установленной на каждом ТН.

Промывка турбоагнетателя фирмы ВВС - Сторона турбины -

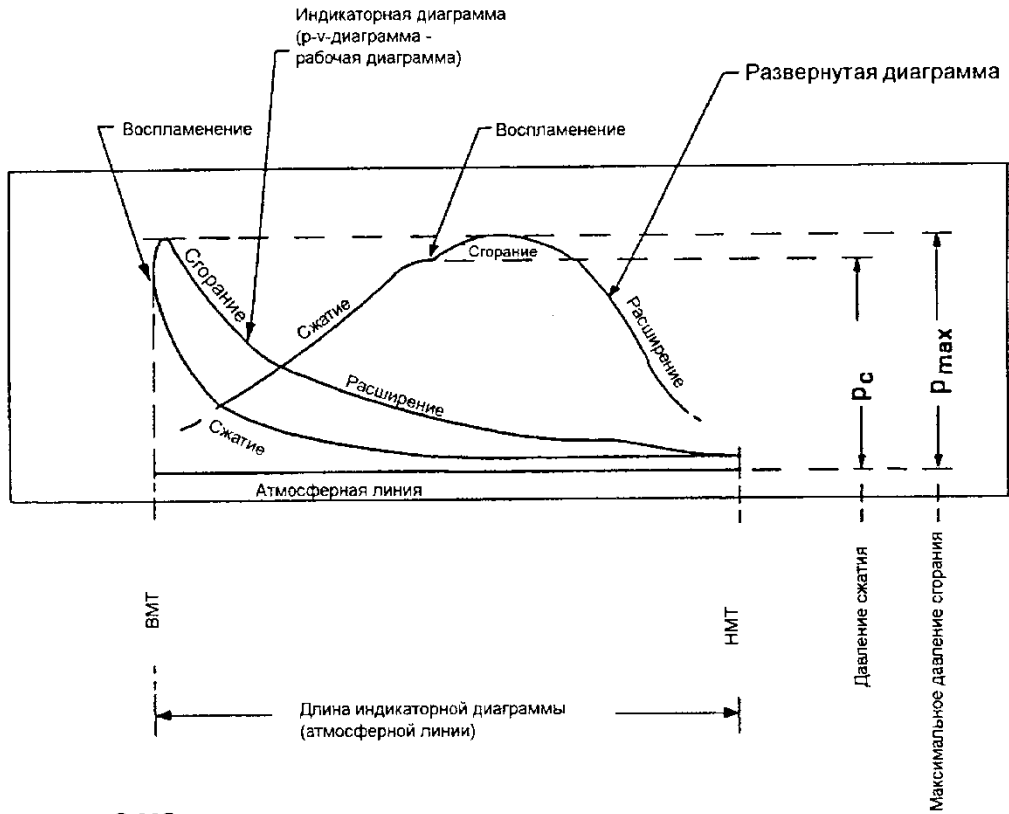
1. Уменьшите обороты до нагрузки 50%.
2. Откройте сливной кран (А) (позиция 1 - 3).
3. Закройте сливной кран (В).
4. Откройте клапан (С).
5. Медленно открывайте клапан (D) до тех пор, пока давление по манометру не будет составлять 2,5 бар.
6. Как только из сливной трубы 3 начнет вытекать чистая вода, закончите промывку (по истечении ок. десяти минут).
7. Закройте клапан (D).
8. Закройте клапан (С).
9. Откройте сливной кран (В).
10. Закройте сливной кран (А) (позиция 2 - 1).
11. По окончании промывки поработайте на той же нагрузке пять минут.
12. Прислушайтесь к работе ТН и убедитесь, что он работает ровно (без вибрации) при увеличении оборотов. Если нет, повторите промывку.





* Обогревающая способность змеевиков согласно требованиям поставщика химреактива

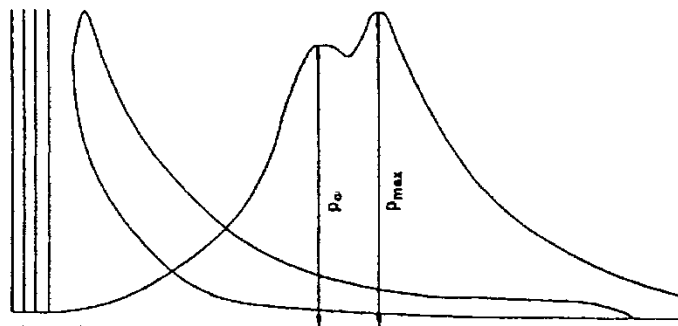
Двигатели K/L-МС



Двигатели S-МС:

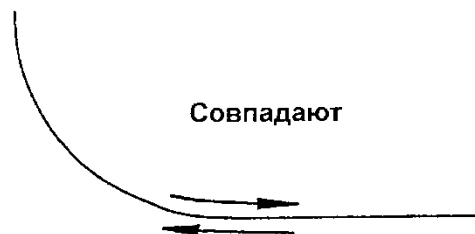
Для этого типа двигателей необходимо установить точку запаздывания воспламенения: 2-3 ° после ВМТ, чтобы сохранить повышение давления, $p_c - p_{max}$ в пределах 35 бар, в то же время сохраняя оптимальное сгорание и соответственно Ve (уд. расход топлива).

В связи с этим запаздыванием на развернутой диаграмме будут видны два пика давления, как показано на Рисунке ниже.



Правильно отрегулированный индикаторный привод/кулачок

Когда линии сжатия и расширения совпадают, нет видимой полоски между кривыми (Рис. 1).



Совпадают

Рис. 1

Неправильно отрегулированный индикаторный привод/кулачок

Линии сжатия и расширения не совпадают, между кривыми есть видимая полоска (Рис. 2)

Примечание: Линия сжатия обычно толще чем линия расширения.

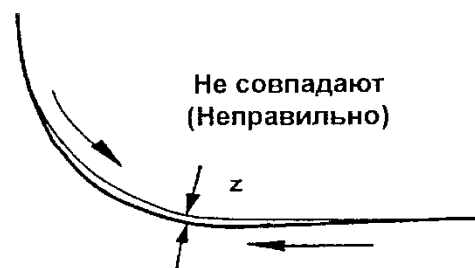
Не совпадают
(Неправильно)

Рис. 2

Случай А

Линия расширения над линией сжатия, как показано.

Разница "Z" положительна: Сместить индикаторный привод или кулачную шайбу необходимо повернуть "назад", Рис. 3.

Случай В

Линия расширения под линией сжатия.

Разница "Z" отрицательна: Кулачную шайбу необходимо повернуть "вперед" или сместить индикаторный привод, Рис. 3.

(Для $z = 1$ мм повернуть шайбу на 2 мм или сместить привод примерно на 2,5 мм при использовании индикаторной пружины 0,5 мм или 0,6 мм на 1 бар.)

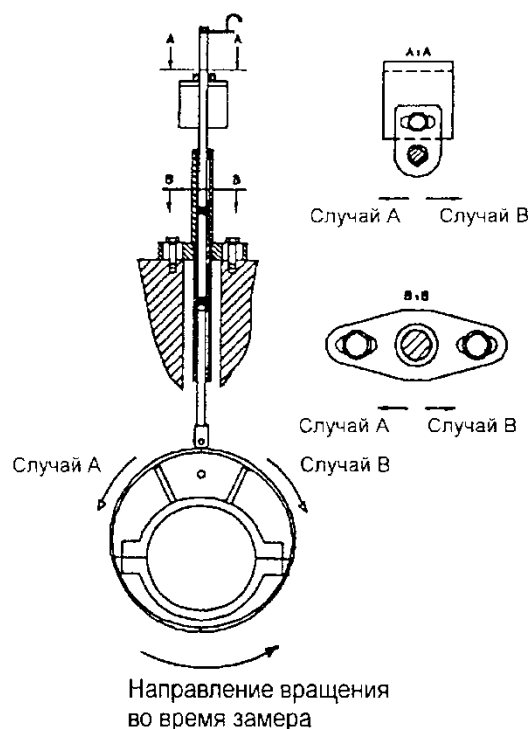


Рис. 3

-----	Правильная (истинная) диаграмма
—————	Снятая на двигателе (при индицировании)

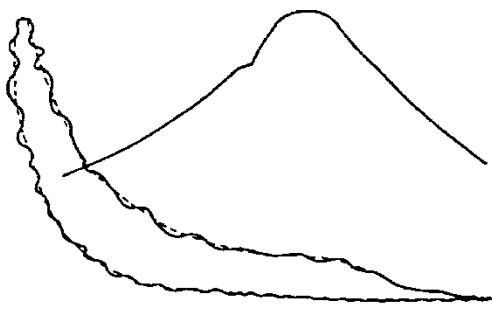


Рис. 1. Вибрация привода
Развернутая диаграмма не искажена,

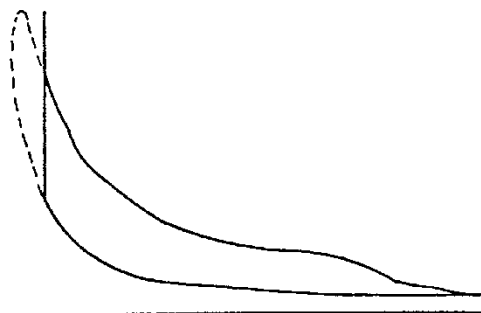


Рис. 2. Слишком длинный шнур
Участок ВМТ срезан,

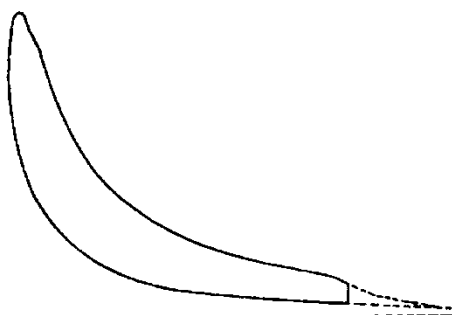


Рис. 3. Слишком короткий шнур
Участок НМТ срезан

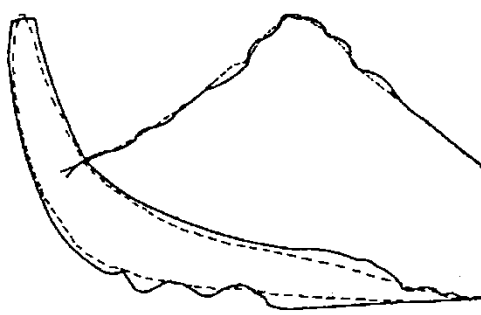


Рис. 4. Трение поршня индикатора.
Развернутая диаграмма также искажена.
Этот дефект дает увеличенную рабочую
площадь диаграммы

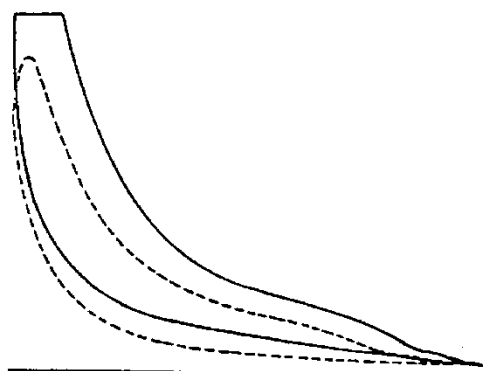


Рис. 5. Пружина слишком слабая. Поршень индикатора упирается в верхнюю часть цилиндра

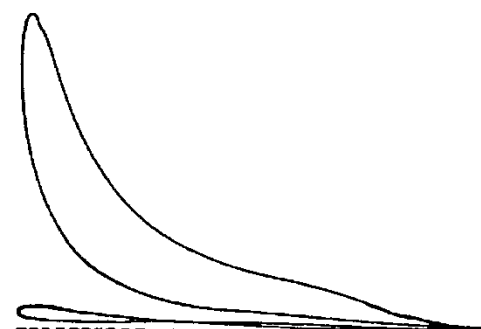


Рис. 6. Индикаторный кран пропускает.
Атмосферная линия искажена.

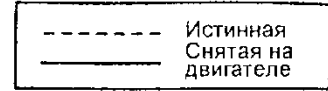


Рис. 1.
Слишком поздний впрыск топлива:

- низкое давление топлива;
- неисправна форсунка (и);
- неисправен всасывающий клапан ТНВД или демпфер ТНВД;
- топливо очень низкого качества (плохое воспламенение);
- также мало опережение топливного насоса

(см. также текст),

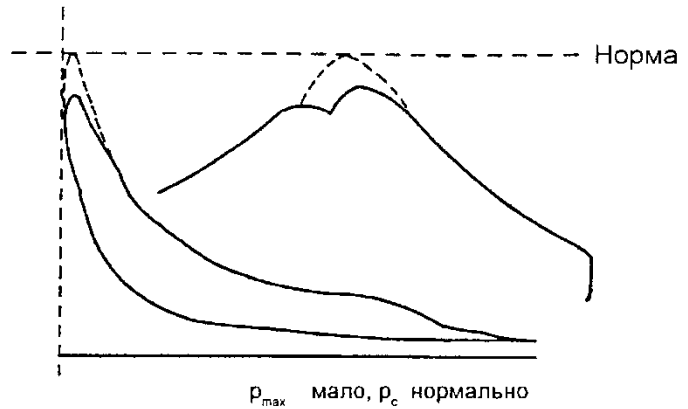


Рис. 2.
Слишком ранний впрыск топлива:

- неправильный индекс VIT;
- большое опережение топливного насоса,

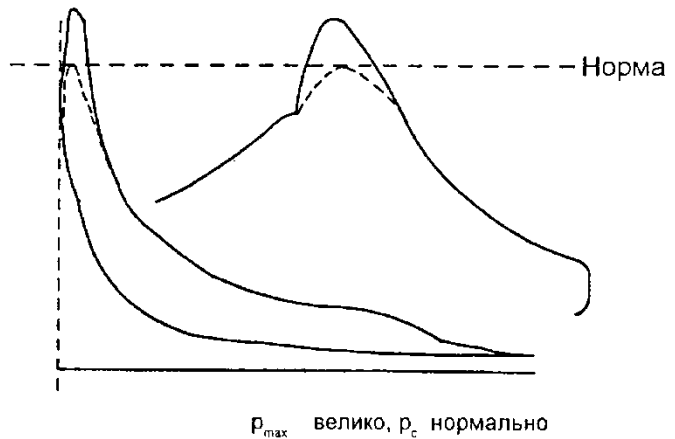
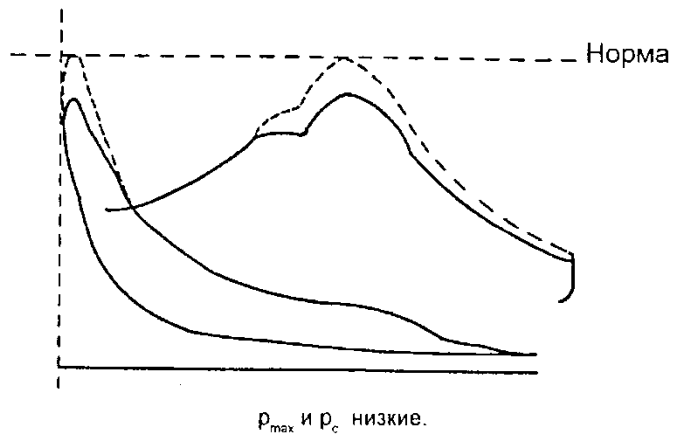
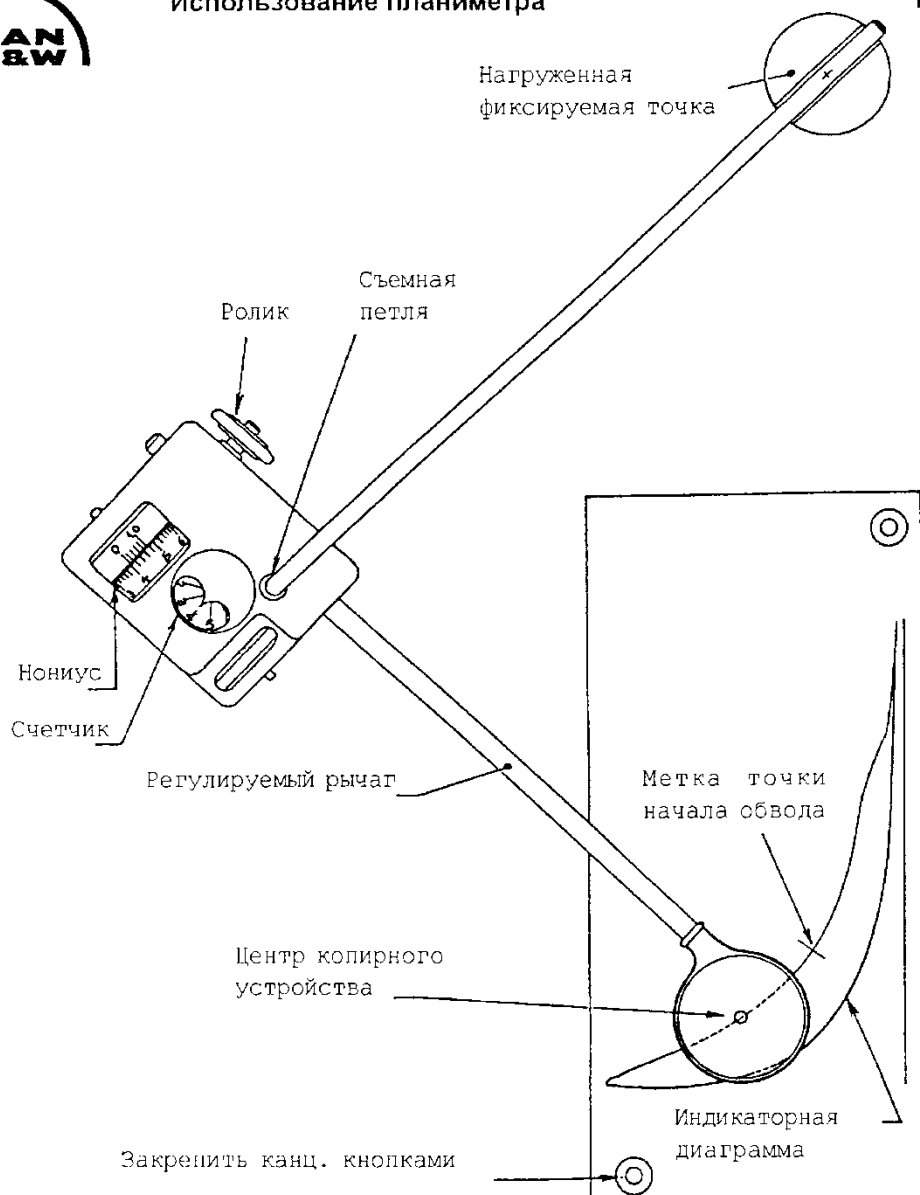


Рис. 3.
Протечки, увеличение объема цилиндра или загрязнение:

- прорыв газов через поршневые кольца;
- пропуски выпускного клапана;
- прогорание головки поршня;
- низкое давление наддувочного воздуха, загрязнение системы выпуска и/или воздушной системы.





Планиметрирование:

Установите индикатор, как показано выше.

Отметьте точку начала на линии расширения (точно расположите точки начала и конца обвода диаграммы).

Начинайте обвод с точки начала, диаграмму обводите на одинаковой скорости, но не очень медленно.

Освещение должно быть хорошим и, в случае необходимости, используйте увеличительное стекло для точного считывания показаний по нониусу до и после обвода.

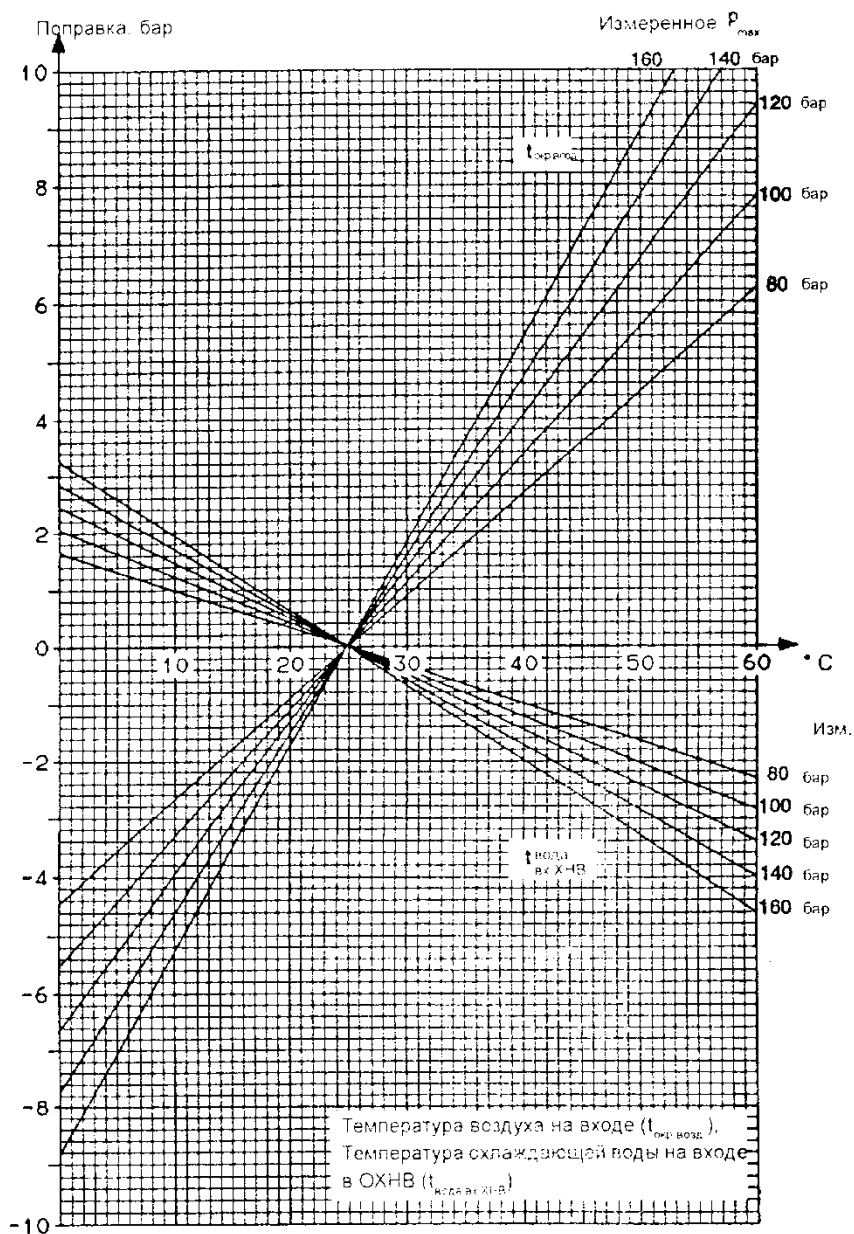
Разница в показаниях пропорциональна площади индикаторной диаграммы.

Примечание: Калибровку проверяйте путем обмера известной площади, например, тщательно вычерченного прямоугольника.



Максимальное давление сгорания

Коррекция замеренного P_{max} в связи с отклонением $t_{ср.возд}$ и $t_{вода вх.ХНВ}$ от стандартных условий



Расчет поправок:

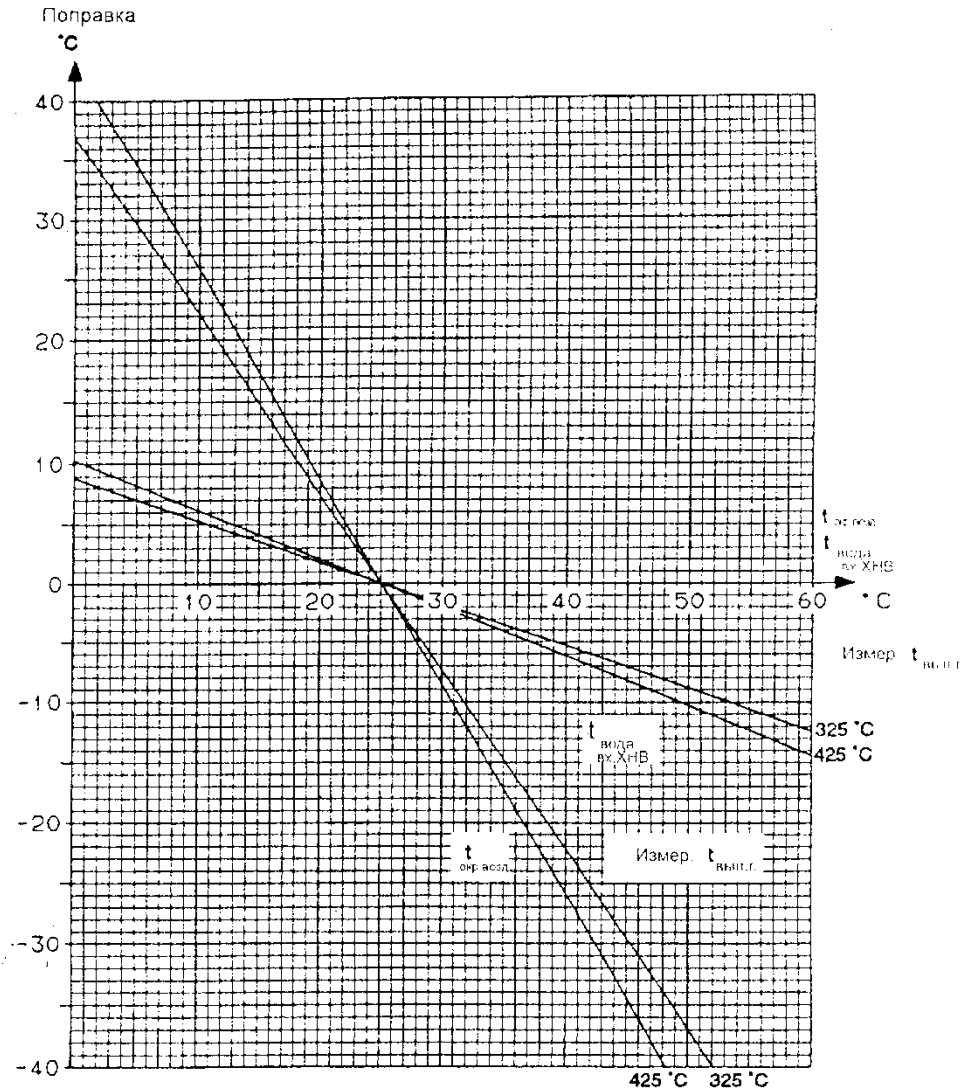
$$t_{ср.возд} : A_{попр.} = (t_{изм.} - 25) \times 2.198 \times 10^{-3} \times (1 + A_{изм.}) \text{ Бар}$$

$$t_{вода вх.ХНВ} : A_{попр.} = (t_{изм.} - 25) \times -0.810 \times 10^{-3} \times (1 + A_{изм.}) \text{ Бар}$$

См. также Илл. 70624-42



Коррекция замеренной температуры выпускных газов ($t_{\text{вып.г}}$) в связи с отклонением величин $t_{\text{окр.возд.}}$ / $t_{\text{вода вх.ХНВ}}$ от стандартных условий.



Температура воздуха на входе ($t_{\text{окр.возд.}}$),

Температура охлаждающей воды на входе в ОХНВ ($t_{\text{вода вх.ХНВ}}$)

Расчет поправок:

$$t_{\text{окр.возд.}} : A_{\text{попр.}} = (t_{\text{изм.}} - 25) \times -2.466 \times 10^{-3} \times (273 + A_{\text{изм.}}) \text{ } ^\circ\text{C}$$

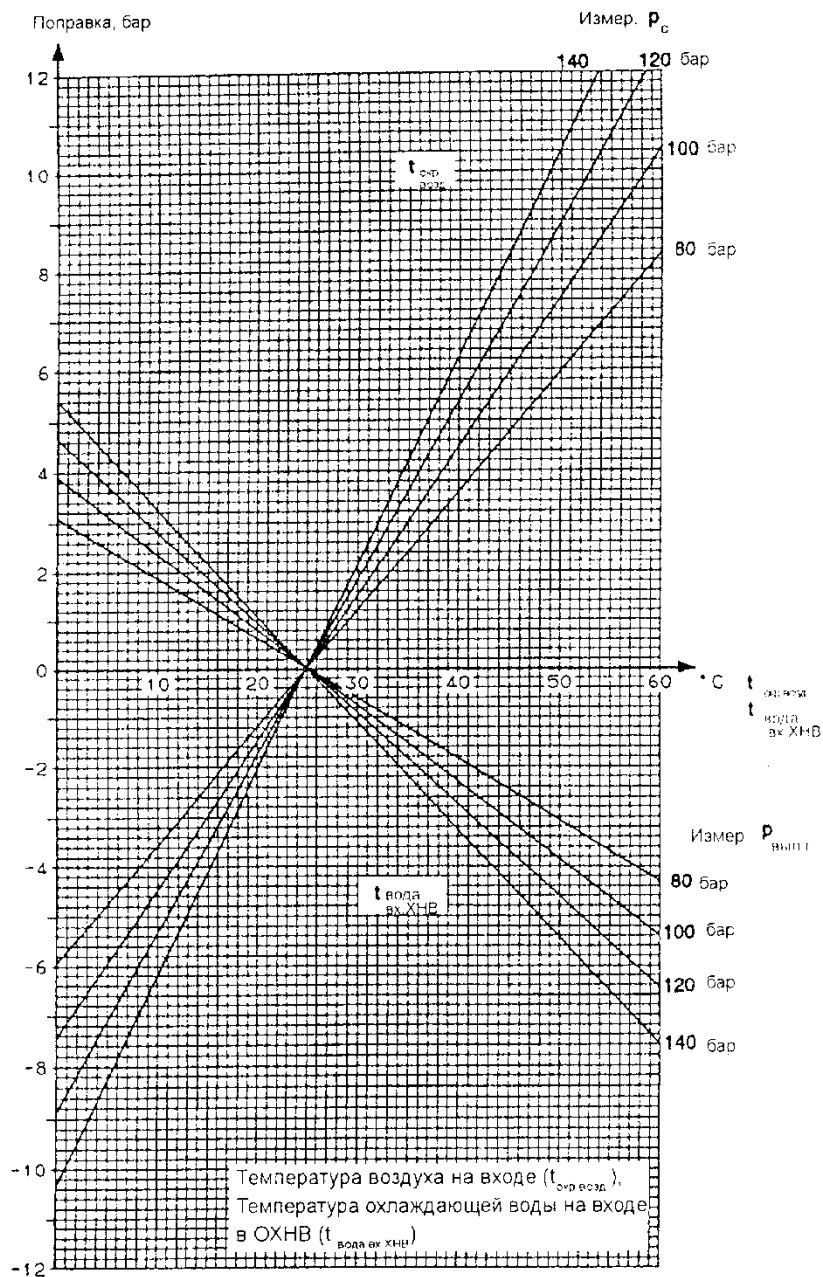
$$t_{\text{вода вх.ХНВ}} : A_{\text{попр.}} = (t_{\text{изм.}} - 25) \times -0.590 \times 10^{-3} \times (273 + A_{\text{изм.}}) \text{ } ^\circ\text{C}$$

См. также Илл. 70624.



Давление сжатия

Коррекция измеренного давления сжатия в связи с отклонением величин $t_{\text{окр.возд.}} / t_{\text{вода вх.ОХНВ}}$ от стандартных условий.



Расчет поправок:

$$t_{\text{окр.возд.}} : A_{\text{попр.}} = (t_{\text{изм.}} - 25) \times 2.954 \times 10^{-3} \times (1 + A_{\text{изм.}}) \text{ Бар}$$

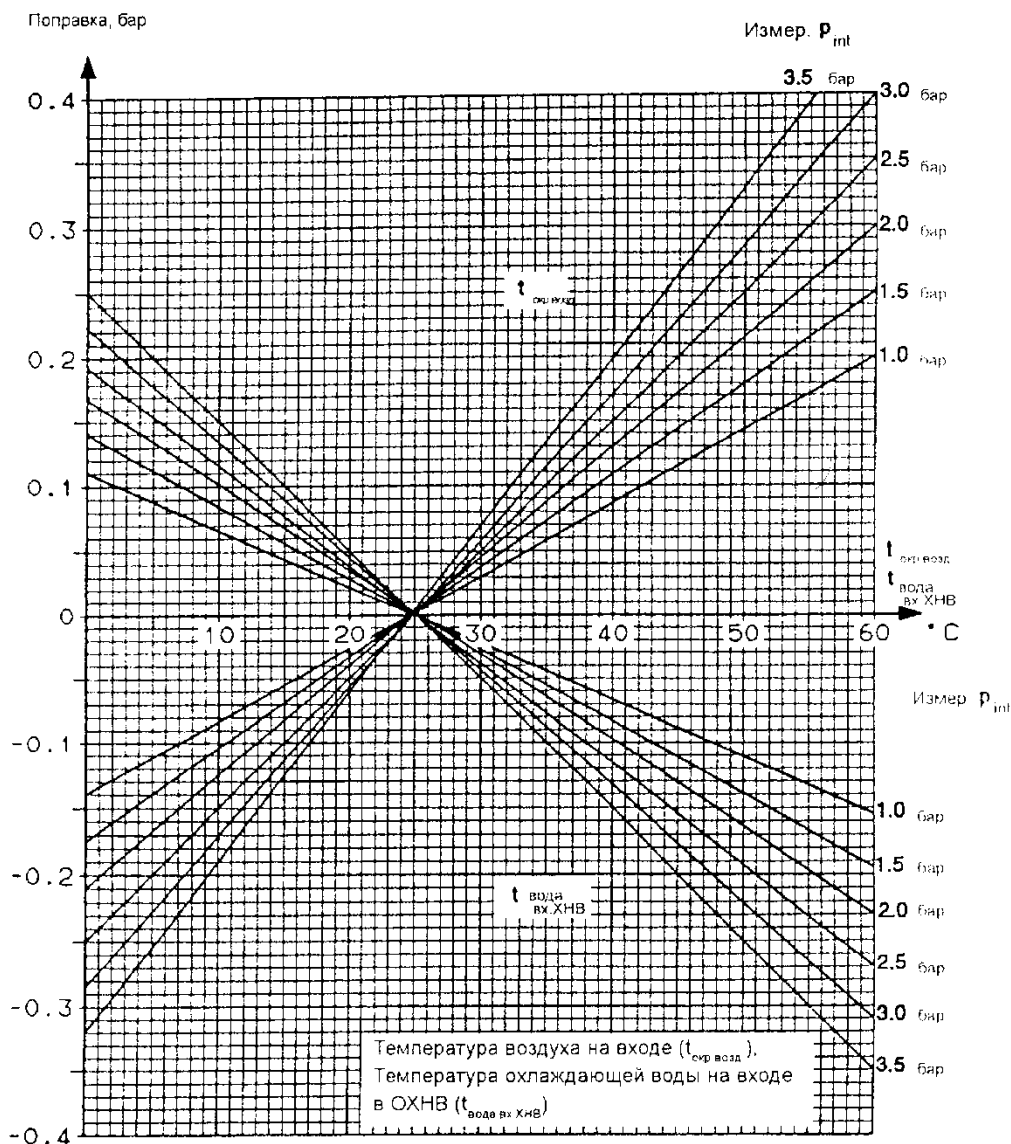
$$t_{\text{в.о.д.а вх.ОХНВ}} : A_{\text{попр.}} = (t_{\text{изм.}} - 25) \times -1.530 \times 10^{-3} \times (1 + A_{\text{изм.}}) \text{ Бар}$$

См. также Илл. 70624-42.



Давление наддувочного воздуха

Коррекция измеренного давления наддувки в связи с отклонением величин $t_{\text{окр.возд.}}$ / $t_{\text{вода вх.ХНВ}}$ от стандартных условий.



Расчет поправок:

$$t_{\text{окр.возд.}}: A_{\text{попр.}} = (t_{\text{изм.}} - 25) \times 2.856 \times 10^{-3} \times (1 + A_{\text{изм.}}) \text{ Бар}$$

$$t_{\text{вода вх.ХНВ}}: A_{\text{попр.}} = (t_{\text{изм.}} - 25) \times -2.220 \times 10^{-3} \times (1 + A_{\text{изм.}}) \text{ Бар}$$

См. также Илл. 70624



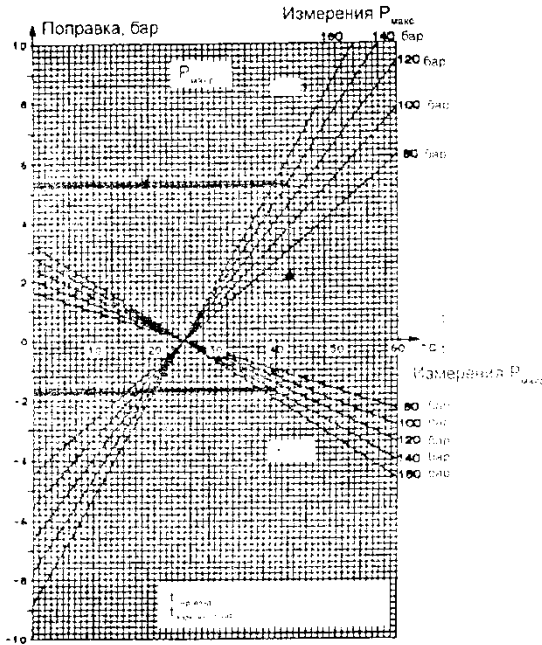
Поправка на окружающие условия по ИСО

Илл. 70624-40В

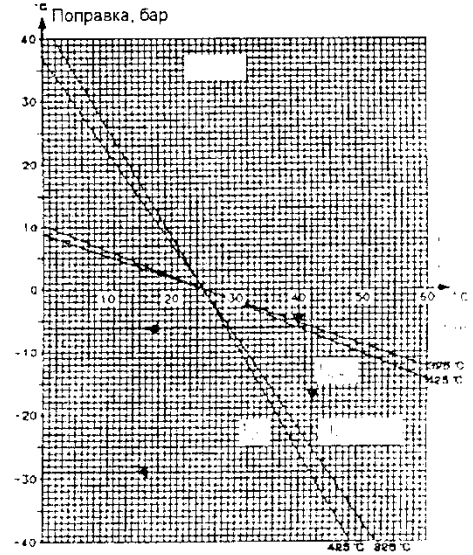
Примеры замеров:

P_{max} : 140 бар
 $t_{вып.г}$: 425 °C
 P_c : 110 бар

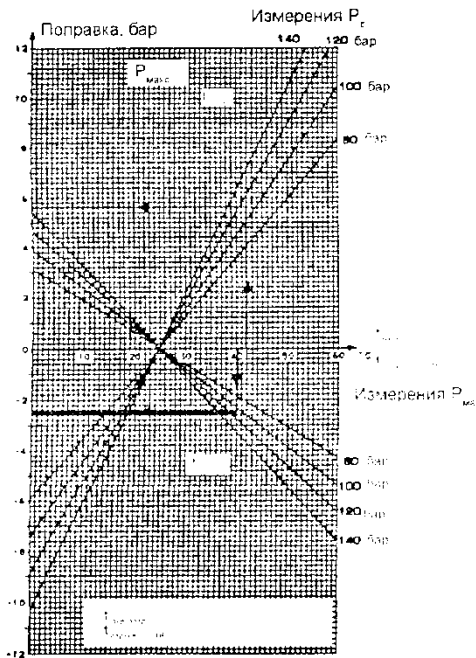
p_{int} : 2,0 бар
 $t_{окр.возд.}$: 42 °C
 $t_{вода вх.ХНВ}$: 40 °C



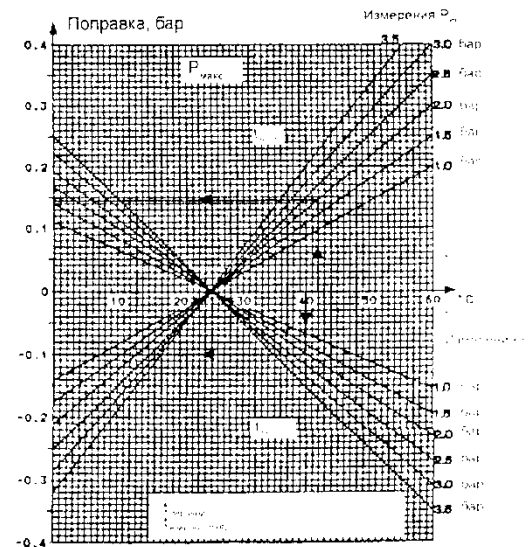
Поправка на $t_{окр.возд.}$: + 5,3 бар
 Поправка на $t_{вода вх.ХНВ}$: - 1,7 бар
 Поправка 5,3-1,7 : + 3,6 бар



Поправка на $t_{окр.возд.}$: - 29 °C
 Поправка на $t_{вода вх.ХНВ}$: - 6 °C
 Поправка -29-6 : - 35 °C



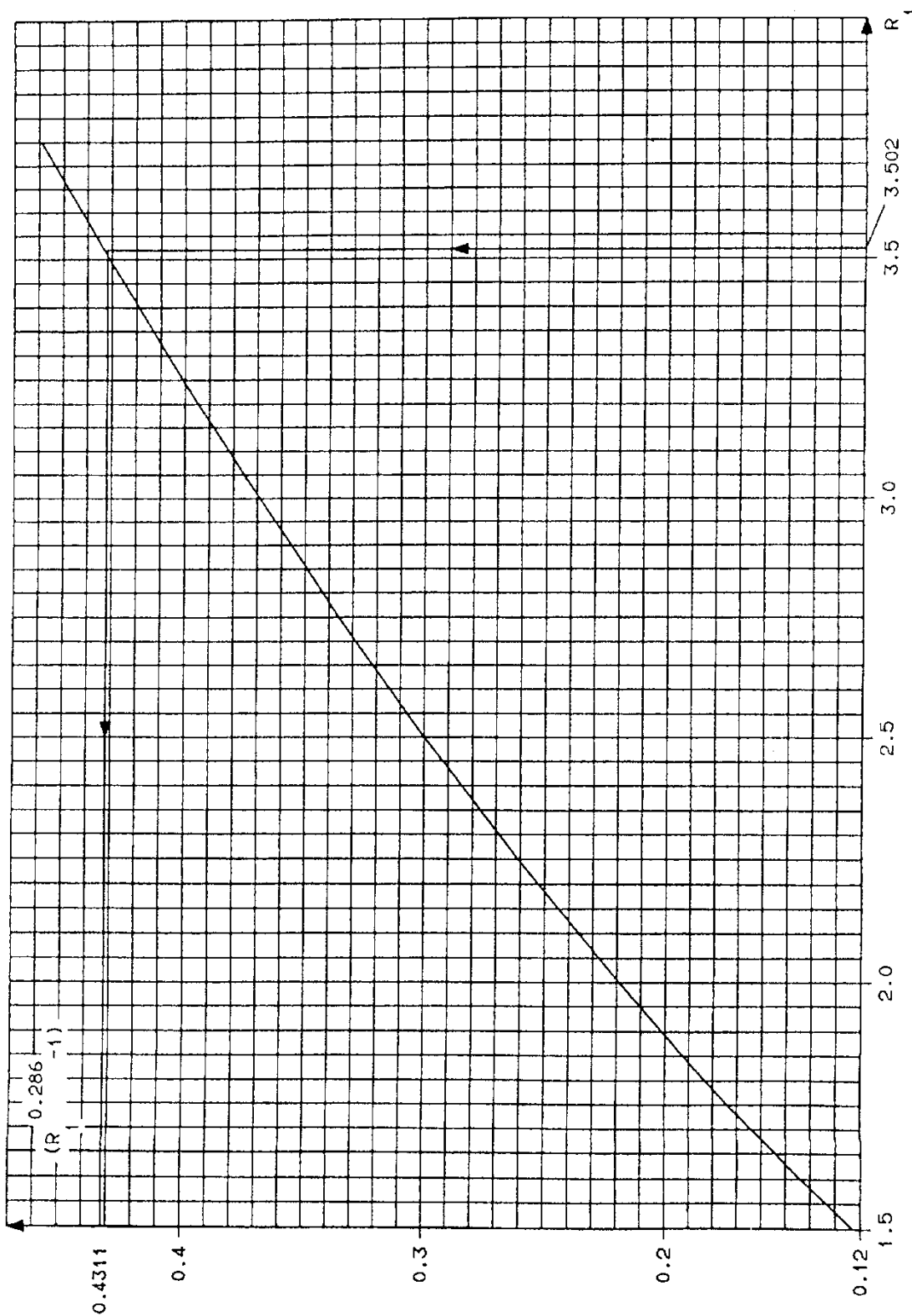
Поправка на $t_{окр.возд.}$: + 5,6 бар
 Поправка на $t_{вода вх.ХНВ}$: - 2,5 бар
 Поправка 5,6-2,5 : + 3,1 бар



Поправка на $t_{окр.возд.}$: + 0,145 бар
 Поправка на $t_{вода вх.ХНВ}$: - 0,1 бар
 Поправка 0,145-0,1 : + 0,045 бар

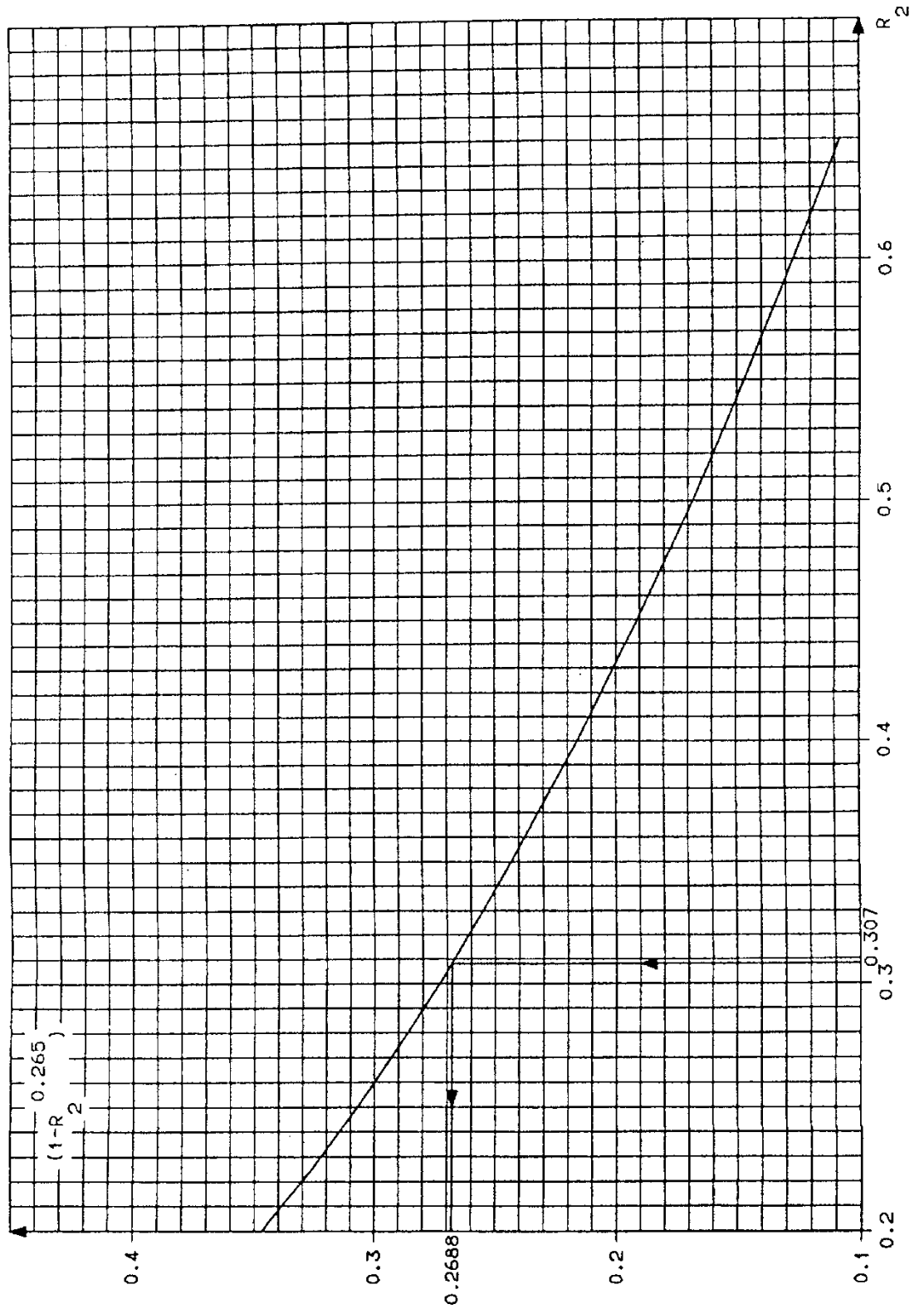


Кривая для определения коэффициента $(R_1^{0,286} - 1)$



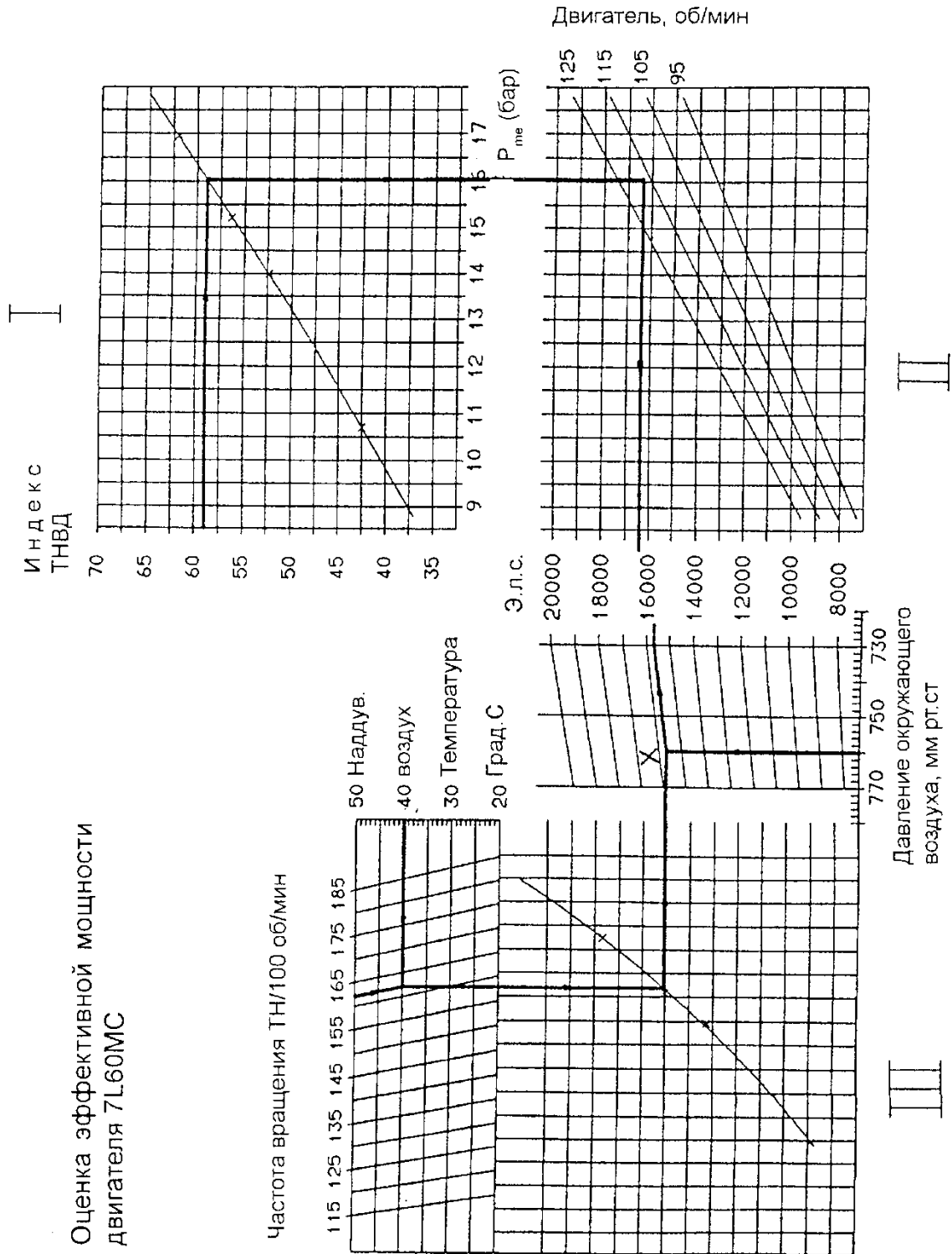


Кривая для определения коэффициента $(1 - R_2^{0,265})$





Графики и величины в приведенном ниже примере относятся к двигателю 7L60MC. Для конкретного двигателя, см. результаты стендовых испытаний.



Состояние цилиндра

Содержание	Стр.
Состояние цилиндра	
1. Общее	707.01
2. Функционирование поршневых колец	707.01
3. Осмотр через продувочные окна	707.01
3.1 Общее	707.01
3.2 Осмотр	707.02
3.3 Проверки	707.02
3.4 Замена поршневых колец	707.04
4. Переборка цилиндра	707.04
4.1 Сроки между подъемами поршней	707.05
4.2 Первичный осмотр и снятие колец	707.05
4.3 Очистка	707.05
4.4 Замеры износа колец	707.05
4.5 Осмотр цилиндровой втулки	707.05
• Замеры износа цилиндровой втулки	707.05
• Поправка к замерам износа	707.06
• Максимальный износ	707.06
• Проверка поверхности втулки	707.06
4.6 Юбка поршня, головка поршня и охлаждающая полость	707.06
4.7 Канавки для поршневых колец (кепы)	707.06
4.8 Восстановление рабочих поверхностей втулки, колец и юбки	707.07
4.9 Зазор в замке кольца	707.07
4.10 Установка поршневых колец	707.07
4.11 Зазор поршневых колец	707.07
4.12 Смазка цилиндра и монтаж	707.07
4.13 Обкатка втулок и колец	707.07
4.13.1 Обкатка втулок и колец (ЭУ с ВФШ)	707.08
• Приработка	707.08
• Обкатка	707.08
• Базовая дозировка	707.08
• Реальная подача	707.08

Состояние цилиндра

Содержание	Стр.
Состояние цилиндра	
4.13.2 Особые замечания	707.09
• Обкатка одного или двух цилиндров	707.09
• Маневрирование и малая нагрузка	707.09
4.13.3 Обкатка колец после переборки поршня (ЭУ с ВФШ)	707.05
4.13.4 Обкатка втулок цилиндра и колец (ЭУ с ВРШ)	707.09
5. Факторы, влияющие на износ цилиндровой втулки	707.10
5.1 Общее	707.10
5.2 Материалы	707.10
5.3 Цилиндровое масло	707.10
5.4 Коррозионный износ	707.10
5.5 Абразивный износ	707.11
6. Винтовая характеристика	707.13
Смазка цилиндра	
1. Лубрикаторы	707.14
2. Масляная пленка	707.14
3. Цилиндровые масла	707.14
4. Величина подачи цилиндрового масла (дозировка)	707.15
4.1 Общее	707.15
4.2 Обкатка	707.15
4.3 Базовая дозировка	707.15
4.4 Расчет дозировки при спецификационной МДМ	707.15
4.5 Расчет хода плунжера при спецификационной МДМ	707.15
• Пример: 6L60MC	
4.6 Расчет суточного расхода масла, основанный на замеренном ходе плунжера	707.16
• Пример: 6L60MC	
4.7 Расчет дозировки при частичной нагрузке	707.16
4.8 Особые условия	707.16

Состояние цилиндра

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Иллюстрации	
Проверка через продувочные окна	70701-70705
Факторы, влияющие на износ цилиндра	70706
Абразивные частицы	70707-70709
Подача цилиндрического масла в период обкатки, двигателя K/L-MC	70710A
Подача цилиндрического масла в период обкатки, двигателя S-MC	70710B
Отчет о состоянии износа цилиндра	70711
Точки замера износа втулки цилиндра	70712
Расчет количества конденсата	70713
Нагрузка при обкатке	70714
Дозировки при спецификационной МДМ	70715

Состояние цилиндра

1. Общее

Обеспечение и сохранение хорошего состояния цилиндра включает в себя оптимизацию многих факторов.

Т.к. большинство этих факторов могут изменяться во время эксплуатации и быть зависимыми от рабочих параметров, при управлении обслуживающим персоналом машинного отделения, очень важно, чтобы условия работы и обслуживания выполнялись тщательно, насколько возможно.

При постоянном контроле (параметров) можно быстро обнаружить отклонения и устранить их на ранней стадии.

В частности, рекомендуется регулярно проверять состояние цилиндра через продувочные окна, обращая особое внимание на состояние поршневых колец. См. Поз. 3.1 далее.

Чтобы охватить все аспекты, эта глава разделена на 7 основных разделов, каждый из которых несколько перекрывает смежные темы.

1. Общее
2. Функционирование поршневых колец
3. Осмотр через продувочные окна
4. Переборка цилиндра
5. Факторы, влияющие на износ цилиндра
6. Винтовая характеристика

и отдельный раздел, посвященный Смазке цилиндра.

2. Функционирование поршневых колец

Поршневые кольца предназначаются для обеспечения газовой плотности зазора между поршнем и втулкой цилиндра.

Это уплотнение создается давлением газов сверху и изнутри поршневого кольца, которые прижимают его к нижней части кольцевой канавки и в сторону, к стенке цилиндра.

Для обеспечения эффективного уплотнения очень важно, чтобы форма поршневых колец,

канавок и цилиндровой втулки была надлежащей и, чтобы кольца были подвижны в канавках (поскольку поршень совершает также незначительные горизонтальные перемещения при своем ходе вверх и вниз).

Смазка поршневых колец влияет как на уплотнение, так и на износ.

Опыт показал, что неудовлетворительное функционирование поршневых колец является возможно одним из главных факторов, влияющим на плохое состояние цилиндра. *Поэтому регулярное обследование через продувочные окна рекомендуется как необходимое средство для оценки его состояния и изменения во времени, см. Поз. 3.1 ниже.*

3. Осмотр через продувочные окна

3.1 Общее

В части сроков между осмотрами через продувочные окна, см. Том II, 900-1, "Программа проверок и ухода".

Этот осмотр дает полезную информацию о состоянии цилиндров, поршней и колец при незначительных затратах.

Ревизия заключается в визуальном осмотре поршня, поршневых колец и нижней части втулки цилиндра непосредственно через продувочные окна.

Для уменьшения опасности пожара в продувочном ресивере, удаляйте масляный шлам и нагар из подпоршневой полости и ресивера в период ревизии.

Осмотр через продувочные окна следует проводить при первой остановке после длительного перехода, например, если возможно, на якорной стоянке, для получения наиболее надежных результатов в отношении эффективности и достаточности смазки цилиндра и полноты сгорания (полное или неполное).

Результаты, вводящие в заблуждение, могут быть получены при осмотре через окна, выполняемом после прихода в порт, т.к. маневрирование у причала и работа на малых нагрузках, например, при проходе по реке или каналу, требует увеличенной дозировки цилиндрического масла, т.е. цилиндры будут избыточно смазаны.

Далее, при малой нагрузке рабочий цикл может быть не столь эффективным и полным, как ожидается, в связи с реальными качествами топлива и эксплуатационным (рабочим) состоянием топливной аппаратуры. Всячески рекомендуется учитывать эту информацию.

3.2 Осмотр

Осмотр через продувочные окна лучше всего выполнять вдвоем, причем более опытный специалист осматривает поверхности и сообщает свои наблюдения помощнику, который их регистрирует. Помощник также управляет валоповоротным механизмом.

Во время осмотра необходимо, чтобы охлаждающая вода и масло продолжали циркулировать для обнаружения протечек.

Перекройте подачу пускового воздуха к главному пусковому клапану и воздухораспределителю.

Откройте индикаторные краны. Введите в зацепление валоповоротный механизм.

Снимите смотровые лючки со стороны распределения на картере и очистите отверстия. Снимите лючки с ресивера продувочного воздуха.

Примечание: Не влезайте в ресивер продувочного воздуха до тех пор, пока он не будет тщательно провентилирован.

Осмотр начинается с цилиндра, в котором поршень находится около НМТ.

- Осмотрите поршень, кольца и стенки цилиндра.

Для тщательного осмотра поршневых колец необходимо протереть рабочие поверхности чистой ветошью.

Для лучшего освещения используйте мощную лампу.

- Поршень, кольца и стенки цилиндра проверяются в порядке, указанном на Илл. 70701. В части описания состояния, см. Поз. 3.3, пункты от А) до Н).
- Записывайте результаты по Илл. 70702 "осмотр через продувочные окна".
- Для облегчения оценки показаний, предлагается использовать обозначения, приведенные на Илл. 70703.
- Храните записи результатов осмотра в "формуляре" состояния цилиндра.

Затем осмотр продолжается на следующем цилиндре, поршень которого находится ближе к НМТ, и т.д. с учетом порядка вспышек. Для удобства порядок осмотра следует записать, чтобы можно было его использовать при последующих осмотрах.

Одновременно с осмотром цилиндра проверяется невозвратные клапаны системы вспомогательных воздуходувок, их функционирование и возможные повреждения.

Удалите шлам и сажистые отложения из подпоршневых полостей и ресивера. Запишите наблюдения согласно Илл. 70702.

3.3 Наблюдения

А) Поршневые кольца: в хорошем состоянии

После достижения хороших условий работы двигателя рабочие поверхности поршневых колец и цилиндрической втулки становятся полированными (это также относится к нижним поверхностям колец и канавок поршня, которые, однако, не видны). К тому же, кольца свободно перемещаются в канавках, хорошо смазаны и не имеют следов интенсивного износа.

Кромки колец могут быть острыми со сработанными первоначальными закруглениями, но без заусенцев.

В) Поршневые кольца: Микрозадиры

Если с течением времени масляная пленка частично исчезает и на стенке цилиндра образуются сухие участки, последние и поверхности поршневых колец под действием трения упрочняются и подвергаются микрозадирам и на них появляются темные пятна, т.е. зеркальная поверхность нарушается (см. Илл. 70704 и 70705).

В случае появления обширных микрозадилов, на кромках поршневых колец могут появиться острые заусенцы.

Поверхность с микрозадирами, признаком которых являются вертикальные полосы, становится относительно твердой и может вызвать усиленный износ цилиндра.

В связи с повышенной твердостью поврежденные участки на поверхности медленно исчезают (вновь прирабатываются), если и восстанавливается масляная пленка. Если же микрозадиры прогрессируют, местный износ становится большим.

Первоначально микрозадиры появляются только на части окружности кольца, но, т.к. кольца свободно "поворачиваются" в канавках, они могут распространяться по всей рабочей поверхности кольца.

В связи с перемещением колец в канавках создается возможность распространения местных задилов по всей поверхности втулки.

Если обнаружены микрозадиры, рекомендуется постепенно увеличивать подачу цилиндрического масла (см. п. 4.12 и раздел "Цилиндрическая смазка" в этой Главе).

С) Поршневые кольца: Риски

Илл. 70704, 70705.

Причиной рисков являются твердые абразивные частицы, происходящие от самого кольца, либо которые обычно попадают в цилиндр с топливом. Что касается износа втулки и колец, то риски не всегда носят серьезный характер, но частицы могут вызвать серьезные последствия на других узлах. (См. п. 5.5, охватывающий "Абразивный износ").

Д) Поршневые кольца: Заедание

Если из-за своей толщины и твердости отложения нагара мешают свободно перемещаться поршневым кольцам в канавках, на верхней части стенки цилиндра появляются темные участки (иногда не видны при осмотре через продувочные окна).

Это свидетельствует о недостаточном уплотнении, т.е. о прорыве газов между поршневыми кольцами и цилиндрической втулкой.

Прорыв газов может способствовать разрушению масляной пленки, что, в свою очередь повышает цилиндрический износ. Заедание часто ведет к поломке колец. Свободное движение колец в канавках можно проверить либо путем прижатия деревянной палочкой (через продувочные окна), либо путем проворачивания двигателя попеременно "вперед" и "назад" для проверки свободного вертикального перемещения.

Е) Поршневые кольца: Поломка/Коллапс

Поломку поршневых колец можно заметить при осмотрах через продувочные окна по:

- Отсутствию упругости, путем прижатия кольца к канавке палочкой,
- Видимому почернению,
- Трещинам,
- Отсутствию колец.

Поломка поршневых колец вызывается, в основном, явлением именуемым "коллапс". Однако причиной может быть длительное их ударение о выступы, появившиеся в результате износа, или других погрешностей поверхности стенки цилиндра.

Коллапс появляется, когда давление газа внутри кольца растет очень медленно и поэтому не противодействует наружному давлению. В таком случае между втулкой и кольцом проникают продукты сгорания и сильно воздействуют на кольцо, заталкивая его в канавку. Такой внезапный удар ведет к поломкам, особенно в тех случаях, когда концы кольца ударяются между собой.

Причинами такого медленного нарастания давления за кольцами могут быть:

- закоксовывание поршневой канавки,
- слишком малый вертикальный зазор между кольцом и канавкой поршня,
- частичное заедание,
- плохое уплотнение между кольцом и нижней частью канавки,
- износ типа "клеверный лист" (см. ниже),
- кольцевые фаски (см. ниже),
- большой радиус закругления кромок
- и т.д..

Износ "клеверный лист" - термин, который используется для названия продольного коррозионного износа в нескольких отдельных точках по окружности втулки, т.е. в некоторых случаях диаметр втулки приобретает форму "клеверного листа", см. Поз. 5.4 D.

Фаски на краях колец совсем не необходимы и даже вредны для двигателей MAN B&W, т.к. продувочные окна расположены так, чтобы избежать "схватывание" концов колец.

Ф) Поршневые кольца: Прорыв

Протечка продуктов сгорания через поршневые кольца (прорыв) является естественным следствием их заедания, коллапса или поломки, (см. пункты D и E).

На последующей стадии, когда прорыв усиливается, причиной может быть прогрессирующая поломка колец в результате коллапса.

О прорыве свидетельствуют темные сухие участки на кольцах и темные сухие участки больших размеров на верхней части втулки цилиндра, которые однако, можно увидеть только при переборке поршня (или при замене выпускного клапана). См. также Главу 704 ("Вывод цилиндров из эксплуатации", случай А) и Главу 706 "Оценка записей", Поз. 2.2, Таблицу диагностики неисправностей.

Г) Отложения на поршнях

Обычно отложения образуются на боковой стороне верхней части головки поршня (верхняя поверхность). Отложения нагара на перемычках между кольцами указывают на отсутствие газоплотности соответствующего кольца, см. Илл. 70703.

Если отложения имеют большую толщину, их поверхность становится гладкой и блестящей в результате контакта с цилиндрической втулкой. Это приводит к частичному удалению масляной пленки, образованию микрорадиусов и увеличенному износу втулок и колец.

В некоторых случаях возникает "механический клеверный лист", т.е. вертикальные впадины несколько повышенного износа между смазочными отверстиями.

Такие условия могут также быть результатом условий сгорания с перегревом масляной пленки. Это может вызываться неисправным или дефектным соплом форсунки и недостаточным к.п.д. турбонагнетателя.

Н) Условия смазки

Проследите, чтобы масляная пленка была одинаковой как на стенке цилиндра, так и на поршневых кольцах. На кромках всех поршневых колец, кроме верхнего, должно быть масло. Однако, см. также п. 3.1.

Иногда на поверхности втулки видны белые или потемневшие участки. Это свидетельствует о коррозионном износе в результате попадания серной кислоты (см. также п. 5.4), который нельзя путать с серовато-черными участками, указывающими на прорыв газов.

В таких случаях необходимо решить, следует ли ввести повышенную подачу цилиндрического масла, чтобы приостановить коррозию (см. п. 5.4 и раздел "Смазка цилиндра" в данной главе).

3.4 Замена поршневых колец

Рекомендуется при каждой переборке поршня заменять полный комплект поршневых колец для обеспечения работы колец в оптимальных эксплуатационных условиях, обеспечивающих их наилучшие характеристики.

4. Переборка цилиндра

Примечание: Для обеспечения правильного учета всей имеющейся информации мы рекомендуем использовать наш "Отчет о состоянии цилиндра" (Илл. 70711 и 70712).

4.1 Сроки между переборками поршней

В части рекомендуемых средних сроков, см. Том II "Обслуживание" "Программа проверок и обслуживания".

Переборки поршней производятся на основе предыдущих замеров износа и проверок через продувочные окна, дополненных замерами давления по индикаторным диаграммам.

В части операций демонтажа и монтажа поршней см. Том II, Операции 902-2.1 и 902-2.2.

Примечание: Тщательно очистите верхнюю часть втулки от нагара до подъема поршня.

4.2 Первичный осмотр и снятие колец

Когда поршень вынут для переборки, до очистки и снятия поршневых колец, необходимо проверить их вместе с цилиндровой втулкой по пунктам А) - Н) предыдущего подраздела 3.3.

Замерьте зазор в замке кольца в свободном состоянии и сравните с новым кольцом, что позволит определить потерю упругости. Запишите замеры по Илл. 70711.

Снимите поршневые кольца.

Примечание: Для снятия поршневых колец и установки колец используйте стандартное направляющее кольцо MAN B&W.

Оно предотвращает создание местных высоких напряжений в материале кольца, которые способствуют деформации, которая может привести к прорыву газа и поломке колец. Нельзя использовать распорки, расширяющие кольцевой зазор, и приспособления, работающие по тому же принципу.

Очень важно, чтобы поршневые кольца демонтировались специальным приспособлением, если они подлежат повторной установке после ревизии. Однако см. Поз. 3.4 выше.

4.3 Очистка

Очистите поршневые кольца. Тщательно очистите все кольцевые канавки. Если остались сажистые отложения, то они будут препятствовать плотному прилеганию колец к нижней части канавки.

Удалите все отложения нагара с головок поршней и кольцевых перемычек.

Верхнюю часть втулки также надо тщательно очистить от нагарообразования.

4.4 Замер износа колец

См. также Илл. 70711 и 70712.

Замерьте и запишите радиальную ширину и высоту колец. Сравните замеренный износ с допуском (см. Главу 902 в Томе II "Обслуживание").

Если достигнута эта величина, кольцо рекомендуется забраковать. Однако, см. Поз. 3.4 выше.

Используйте эти замеры в качестве базы для решения об оптимальных сроках переборки, см. Поз. 4.1.

4.5 Осмотр цилиндровой втулки

См. также Илл. 70711 и 70712

Замеры износа цилиндровой втулки

Примечание: До замера износа втулки цилиндра:

- обеспечьте близкое температурное состояние втулки и приспособления
- запишите температуры втулки и приспособления по Илл. 70711 в обеспечение коррекции.

Износ замеряется специальным приспособлением в замаркированных на приспособлении точках по вертикали. Измерения выполняются в поперечном и в продольном направлениях. Это обеспечивает замер износа в одних и тех же положениях. См. также Том II, Операция 903-2.

Износ обычно записывается в положениях согласно Илл. 70711.

Поправки к замерам износа

Откорректируйте фактические замеры износа умножением на следующие коэффициенты в случае, если температура втулки цилиндра выше, чем температура измерительного приспособления.

Это обеспечивает возможность сравнения с ранее сделанными замерами износа.

Δt °C	Коэффициент
10	0.99988
20	0.99976
30	0.99964
40	0.99952
50	0.99940

Пример (S/K/L90MC):

Замеренная величина : 901.3 мм

Дельта t замеренное : 30 °C

(откорректированная

величина : $901.3 \times 0.99964 = 900.98$

(т.е. уменьшение на $901.3 - 900.98 = 0.32$ мм)

Максимальный износ

Максимальный износ втулок цилиндров может находиться в диапазоне от 0.4% до 0.8% номинального диаметра, в зависимости от реального цилиндра и характеристик поршневых колец.

Овальность втулки цилиндра, например, может сильно осложнить работу деталей цилиндра до опасных пределов, и в таком случае упомянутую втулку цилиндра следует заменить.

Проверка поверхности втулки

Проверьте втулку на наличие рисок, микрозадилов, износных уступов, следов коллапса, коррозионного износа и т.д.

Если подозревается коррозионный износ или если обнаружена поломка колец, то это может послужить причиной для снятия дополнительных замеров износа по всей окружности верхней части втулки. Это можно сделать путем установки нового поршневого кольца в цилиндре и проверки с помощью щупа "неравномерного" коррозионного износа (см. пункты 3.3.E, 3.3H и 5.4).

4.6 Юбка поршня, головка поршня и охлаждающая полость

Илл. 70711 и 70712

Очистите и проверьте наличие задиров и заусенцев на юбке поршня.

В случае задиров шлифуйте поверхность для удаления участков повышенной твердости.

С помощью шаблона проверьте форму головки поршня, обмерьте участки, где произошло прогорание.

Если участки прогорания превышают по своим размерам максимально допустимые, направьте поршень на восстановление.

В части максимально допустимого прогорания см. Том II, Операция 902-3.

Головку необходимо также проверить на наличие трещин.

Опрессуйте поршень в сборе на наличие протечек, см. Том II, Операция 902-4.3.

Если из-за протечек масла поршень вынимается из двигателя, необходимо проверить соединение между головкой, поршневым штоком и юбкой поршня.

Одновременно необходимо проверить охлаждающую полость и очистить ее от коксовых и сажистых отложений.

При каждом выеме поршня, необходимо заменять уплотнительные O-кольца. Поверхность O-колец должна быть гладкой, чтобы исключить их скручивание и повреждение колец.

После сборки поршня испытайте его на плотность под давлением.

4.7 Кольцевые канавки поршня

См. также Илл. 70711 и 70712.

Проверьте поршневые канавки, как описано в Томе II, Операция 902-3.

Если износ кольцевых канавок превышает величины, указанные в Операции 902.3, головку рекомендуется отослать на берег для восстановления поверхности (нового хромирования).

4.8 Восстановление рабочих поверхностей втулки, колец и юбки

Если на втулке или юбке появились участки с микрозадирами, их необходимо обдрать вручную (в поперечном направлении, под углом 20-30 град. к горизонтали) крупнозернистым шлифовальным камнем.

Таким образом удаляются участки (глянцевидной поверхности) высокой твердости.

Оставьте, по возможности, крупные риски.

Нет необходимости полностью удалять все "вертикальные риски" (микрозадиры).

Если на цилиндрической втулке обнаружены горизонтальные уступы износа, например, в верхней части и/или внизу, где кольца останавливаются, их необходимо тщательно зачистить с помощью ручной шлифовальной машинки.

4.9 Зазор в замках колец (Новые кольца)

Т.к. поршневые кольца работают в более высокотемпературном режиме по сравнению со втулкой, важно, чтобы они имели зазор, достаточный для дополнительного термического расширения.

Зазор проверяется путем установки кольца в специальном приспособлении ("направляющем кольце"), которое используется при монтаже поршня в цилиндрической втулке. Можно также использовать верхнюю часть чистой новой втулки (выше места остановки колец).

Кольцевой зазор должен соответствовать указанному в *Томе II, Операция 902-3*.

4.10 Установка поршневых колец

Установите поршневые кольца.

Примечание: Установку поршневых колец необходимо производить только с помощью специального приспособления, см. также п. 4.2.

Когда кольцо установлено, проверьте его свободное перемещение в канавке.

4.11 Зазор поршневых колец

После установки новых колец необходимо записать вертикальный зазор между кольцом и канавкой.

Также рекомендуется провести щуп (соответствующий зазору кольца) над и под каждым кольцом по всей окружности. Его свободный проход засвидетельствует минимальные зазоры и степень очистки.

4.12 Смазка цилиндра и монтаж

Проверьте систему смазки цилиндра.

Для этого вручную прокачайте лубрикатор. При этом проверьте герметичность всех трубок и соединений и подачу смазочного масла ко всем точкам смазки втулки.

Если во время одного из выше упомянутых осмотров окажется, что необходимо увеличить или уменьшить подачу масла; отрегулируйте лубрикатор в соответствии с инструкцией на лубрикатор.

Для расчета хода плунжеров лубрикатора см. раздел "Смазка цилиндра" далее в этой главе.

Смажьте поршень чистым маслом.

Примечание: Перед монтажом перебранного поршня удалите оставшиеся отложения с верхней части цилиндрической втулки.

Установите поршень.

См. *Том II, Операция 902-2.3*.

4.13 Обкатка втулок и колец

После восстановления или замены цилиндрических втулок и/или поршневых колец необходимо дать некоторое время на их приработку, см. *Позиции 4.13.1-4.13.4*.

Примечание: Обращайтесь к Главе 703 "Проверки при нагружении", Проверка 9 "Порядок прощупывания", касающуюся ощупывания при обкатке.

4.13.1 Обкатка втулок и колец (ЭУ с ВФШ)

Иллюстрации 70710A, 70710B, 70714

Приработка:

Отрегулируйте лубризаторы на Базовую Подачу, см. Раздел "Дозировка цилиндровой смазки", Поз. 4.3.

Установите лубризаторы на максимальную дозировку:

- Используйте Лубризаторы с подачей, зависимой от изменения нагрузки (LCD), в режиме фиксированной подачи в положении "+6 мм".

Это нормально означает увеличение более, чем на 100%.

Примечание: Если перебирались только один или два цилиндра, см. Поз. 4.13.2.

Запустите двигатель.

Увеличивайте постепенно частоту вращения до 55% от частоты при МДМ.

Увеличьте частоту вращения до 100% от МДМ за следующие 20 часов, как показано в Илл. 70714.

Примечание: См. также Поз. 4.13.2 в части маневров и работы на малых нагрузках.

По окончании 20-24-часового периода "приработки", остановите двигатель и выполните осмотр через продувочные окна.

Если состояние цилиндра окажется удовлетворительным, уменьшите дозировку до соответствующей избытку 150%:

- Зафиксируйте лубризаторы LCD в положении "+3 мм".

Обкатка:

Поддерживайте дозировку 150% в течение следующих 600 часов эксплуатации.

Выполните осмотр через продувочные окна. Если состояние цилиндра окажется удовлетворительным, уменьшите дозировку до величины, соответствующей избытку 125%:

- Зафиксируйте лубризаторы LCD в положении "+1.5 мм".

Сохраняйте подачу 125% в течение следующих 600 часов эксплуатации.

Выполните осмотр через продувочные окна. Если состояние цилиндров окажется удовлетворительным, уменьшите дозировку до Базовой установки:

- Отпустите лубризаторы LCD так, чтобы они работали в режиме LCD (см. также Раздел "Дозировка цилиндровой смазки", Поз. 4.8, стр. 707.16).

Сохраняйте эту уставку в течение следующих 600 часов эксплуатации.

Базовая дозировка:

По окончании периода обкатки следует сохранять базовую дозировку, см. Раздел "Дозировка цилиндровой смазки", Поз. 4.4.

Действительная подача:

Если состояние цилиндра стабилизировалось и представляется удовлетворительным при осмотре через продувочные окна, могут быть проведены регулировки действительной подачи:

- Сделайте повторные осмотры через продувочные окна.
- Если состояние цилиндра оказывается удовлетворительным, уменьшите дозировку на **максимум** 0.05 г/л.с.ч через интервалы в **минимум** 600 часов работы, см. Илл. 70710A, 70710B.

Увеличивайте или уменьшайте дозировку при длительной работе, основываясь на регулярных:

- осмотрах через продувочные окна, см. Том II, ал. 900, и

- переборках поршней/втулок, см. Раздел "Состояние цилиндра", Поз. 4.1 "Интервалы между выемами поршня".

См. также раздел "Состояние цилиндра", Поз. 4.8 "Особые условия".

4.13.2 Особые замечания

См. также Поз. 4.13.1.

Обкатка одного или двух цилиндров:

Если обновлялись или проходили восстановление один или два цилиндра, индекс топливных насосов рассматриваемых цилиндров может быть уменьшен пропорционально требуемому уменьшению нагрузки. Перед пуском двигателя зафиксируйте рейки топливных насосов соответствующих цилиндров на индексе 16% от МДМ. Повышайте индекс ступенями в соответствии с программой "приработки", см. Илл. 70714.

В отношении повышения давления $p_c - p_{max}$ см. Главу 703 "Неисправности при работе, Дополнительные замечания", пункт 7.

Примечание: Если двигатель оборудован турбокомпаундной системой (ТКС), ТКС должна быть выведена из работы, если для защиты привода принята обкатка с пониженным индексом.

Маневрирование и малые нагрузки:

На практике, естественно, двигатель должен иметь возможность свободно эксплуатироваться во всем диапазоне рабочих режимов.

В программе "приработки" должна быть учтена и ситуация, при которой малые нагрузки должны выдерживаться длительный период, например, в связи с ходом по реке/каналу.

В качестве примера, на случай, когда первая "приработка" должна иметь место при длительном ходе по реке, мы предлагаем следующую программу, (См. также Илл. 70714):

	% об/мин	% нагрузки	Длит. (ч)
Повышение до:	55	16	0.5
Ход по реке :	55	16	5.5
Ход в море :	70	34	2.0
-	80	51	2.0
-	85	61	2.0
-	87.5	67	2.0
-	90	73	2.0
-	92.5	79	2.0
-	95	86	2.0
-	97.5	93	2.0
-	100	100	2.0
Общее время обкатки:			24.0

Примечание: Не работайте менее 2 часов при 55% об/мин (16% нагрузки).

4.13.3 Обкатка колец после переборки поршня (ЭУ с ВФШ)

Во время обкатки поршневых колец в уже обкатанной втулке цилиндра время "приработки" может быть сокращено до примерно 10-14 часов, например, в соответствии с пунктирной линией в Илл. 70714 "Нагрузка при обкатке".

Дополнительная смазка должна программироваться примерно так же, как при обкатке новых втулок, однако длительность ступеней 150% и 125% может быть сокращена до интервалов между осмотрами через продувочные окна, см. Илл. 70710А и 70710В.

4.13.4 Обкатка втулок цилиндра и поршневых колец (ЭУ с ВРШ)

В отношении обкатки в случае, если перебирались только один или два цилиндра, см. операцию, описанную в Поз. 4.13.2.

В отношении дозировки цилиндрической смазки в период "приработки" и обкатки, см. операцию, описанную в Поз. 4.13.1.

Примерно за полчаса до ожидаемого маневрирования в гавани, запустите двигатель и выведите на номинальную частоту вращения при нулевом шаге винта.

Подключите валогенератор (при наличии) на сеть и переведите на генератор нагрузку.

707.10-40B

Это делается для повышения температуры двигателя в направлении нормальной эксплуатационной величины до начала маневрирования в гавани.

По окончании маневрирования постепенно повышайте шаг винта до величины, соответствующей примерно 50% нагрузки МДМ.

Повышение нагрузки до 100% следует выполнять постепенно в течение последующих 20 часов. См. Илл. 70714.

При обкатке поршневых колец в уже обкатанных втулках, период "приработки" можно сократить до около 10 часов.

5. Факторы, влияющие на износ цилиндровой втулки

5.1 Общее

На Илл. 70706 дается обзор наиболее часто встречающихся причин износа цилиндровой втулки.

Ниже дается краткое объяснение наиболее важных причин и мер их предупреждения.

5.2 Материалы

Материалы для поршневых колец и цилиндровой втулки должны выбираться в строгом соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя дизелей.

5.3 Цилиндровое масло

Качество и величина подачи должны соответствовать рекомендациям "Смазка цилиндра" - см. дальше в этом разделе.

Также смотрите в Поз. 4.13 в отношении обкатки.

5.4 Коррозионный износ

А) Влияние содержания серы в топливе

Коррозионный износ вызывается конденсацией и образованием серной кислоты на стенках цилиндра.

В целях противодействия конденсации и коррозии, на новейших двигателях ряда МС оптимизирован температурный уровень стенок, примени-

тельно к реальным номинальным параметрам.

Если коррозия все-таки возникает, может быть предусмотрена изоляция втулок и/или изолированные стальные трубы в охлаждающих каналах.

Для снижения риска коррозионного воздействия:

- Поддерживайте температуру охлаждающей воды на выходе в пределах оговоренного диапазона, см. Главу 701, Поз. 387.
- Поддерживайте перепад температур на блоках цилиндров между 12 ° и 18 °С при МДМ.
- Используйте щелочные цилиндровые масла, см. также Поз. 5.3, "Цилиндровое масло".
- Прогревайте дизель перед пуском, как описано в Главе 703.
- Проверяйте, чтобы дренаж из влагоотделителя функционировал исправно во избежание попадания капелек воды в цилиндры, см. также Поз. 5.4D.

Важно, чтобы любая тенденция к коррозии выявлялась своевременно.

Если коррозия существует:

- Проверьте дозировку цилиндрового масла, см. Поз. 5.3.
- Повысьте дозировку, как описано в Разделе "Смазка цилиндра", Поз. 4.8, "Особые условия".
- Проверьте щелочность, см. Поз. 5.3.
- Проверьте "согласование", см. Главу 701, стр. 701.13 "Журнал регулировок".
- Проверьте температуры охлаждающей воды и слив из влагоотделителя, как описано выше. Количество конденсата можно прочитать в Илл. 70713.
См. также Главу 706, "Очистка Турбоагрегатов и Охладителей Воздуха", Поз. 3.

В случае слишком малой дозировки или малой щелочности, щелочные присадки могут быть быстро нейтрализованы или неравномерно, при распределены масла по всей периферии стенки цилиндра.

Это систематическое изменение щелочности может привести к "неравномерному" коррозионному износу втулки, например, к *появлению "клеверного листа"*, см. п. 3.3E и 5.4D.

В) Хлористый натрий

Морская (или соленая) вода в входящем воздухе, топливе или цилиндрическом масле может способствовать развитию коррозионного износа цилиндрической втулки.

Причиной коррозии может служить хлористый натрий (соль), который образует соляную кислоту.

Чтобы предотвратить попадание забортной воды в цилиндр с топливом и цилиндрическим маслом:

- необходимо устранять протечки различных цистерн,
- тщательно сепарировать топливо,
- не использовать топливные цистерны для балластной воды.

С) Моющие средства (охладитель воздуха)

Воздушная сторона ОХНВ при наличии необходимого оборудования может очищаться очищающими реактивами, растворяемыми в пресной воде.

Дозировка таких средств и оборудование систем должны строго соответствовать рекомендациям поставщика.

После использования химических реактивов промойте охладители на судне чистой водой для полного удаления из воздушных трактов моющих средств.

Примечание: Очистка воздушной стороны ОХНВ должна выполняться **только** при стоянке.

См. также Главу 706 "Очистка турбоагнетателей и охладителей воздуха" и Инструкцию по обслуживанию, Глава 910.

Д) Конденсация воды на трубках охладителей воздуха

В зависимости от температуры и влажности окружающего воздуха и температуры морской воды, может происходить конденсация воды на самых холодных трубках ОХНВ.

Влагоотделители устанавливаются на всех дизелях MC MAN B&W сразу за охладителями воздуха для предотвращения заноса капель в цилиндры.

Если капли воды попадут с воздухом в цилиндр, масляная пленка может быть разрушена, что вызовет износ на поверхности втулки между масляными штуцерами ("клеверный лист").

Очень важно содержать влагоотделители в хорошем рабочем состоянии и постоянно сливать скопившуюся воду.

См. Главу 706, "Очистка турбоагнетателей и охладителей воздуха", Поз. 3. См. также Илл. 70713 о количестве конденсата.

5.5 Абразивный износ

Иллюстрации 70705, 70707, 70708 и 70709.

А) Частицы

Абразивный износ цилиндра может вызываться твердыми частицами, которые попадают в цилиндр с:

- Топливом, например, частицы катализатора (см. также п. 5.5С, "Топливоподготовка").

Частицы, присутствующие в топливе, могут также попасть во всасывающий клапан топливного насоса. В этом случае на седлах всасывающих клапанов возникает интенсивный питтинг (Илл. 70709, Фото 4), клапан начинает протекать, и это влечет за собой понижение максимального давления и повышение индекса топливного насоса.

Присутствие частиц не предсказуемо. Поэтому топливо должно как можно более длительно сепарироваться с целью удаления абразивных частиц.

- Воздухом, например, песок.

Содержите всасывающий фильтр турбоагнетателя в исправном состоянии. См. также Главу 706, "Очистка турбоагнетателей и охладителей воздуха", Поз. 1.3, касающуюся использования пенообразного тонкого фильтра.

См. также Главу 701, "Чистота".

Абразивный износ может происходить на:

1. Рабочих поверхностях втулки и поршневых колец.

Одним из первых признаков присутствия абразивных частиц является появление рисков на поршневых кольцах, их можно заметить при осмотре через продувочные окна или во время переборки поршней.

Риски часто видны в виде большого числа достаточно глубоких "в форме раструба" канавок (см. Илл. 70705 и 70708).

Обычно, не появляются микрозадиры, т.е. поверхность кольца остается мягкой. Твердость поверхности можно проверить напильником. См. Илл. 70704.

2. Верхняя и нижняя стороны поршневых колец.

Частицы, когда они попадают между горизонтальными поверхностями кольца и канавки, вызывают питтинг - "оспины" - на верхней поверхности кольца (Илл. 70707 и 70708). "Оспины" могут также возникать за длительный период коллапса кольца.

Даже, если рабочая поверхность верхнего кольца находится в хорошем состоянии, по состоянию верхней поверхности кольца (и седел всасывающих клапанов) можно судить о наличии абразивных частиц.

3. Верхняя кромка поршневых колец.

Когда частицы попадают через кольцевые зазоры, они вызывают износ, напоминающий эффект "пескоструйки" на верхней кромке кольцевого пояса, выдающейся из канавки (кепа), т.е. это видно только на кольцах N2, 3 и 4.

В) Микро-задир

Абразивный износ может быть результатом образования задиров - микро-задиров.

Помимо факторов, о которых говорилось в п.3.3 (прорыв газов, отложения, отсутствие цилиндрического масла и т.д.) на абразивный износ могут влиять:

- неудовлетворительные условия приработки (особенно в тех случаях, когда предыдущие микрозадиры не были полностью устранены во время переборки цилиндра). Приработку см. п. 4.13.
- неудовлетворительная центровка узлов (включая погрешности машинной обработки).

С) Топливоподготовка

(См. также Главу 705).

Наиболее важными факторами для обеспечения нормального состояния цилиндра, выпускных клапанов и топливной аппаратуры являются топливopодготовка и правильный уход за сепаратором.

Вода и абразивные частицы удаляются сепараторами:

- 1) Способность отделения воды в значительной степени зависит от плотности топлива относительно воды при температуре сепарации. Другие влияющими факторами являются вязкость топлива (при температуре сепарации) и величина пропускной способности.

Поддерживайте температуру сепарации возможно более высокой, например, 95-98 °C для топлива вязкостью 380 сСт при 50 °C.

- 2) Способность отделять абразивные частицы зависит от размера и удельного веса мельчайших частиц, которые необходимо удалить, и особенно от вязкости топлива (при температуре сепарации) и пропускной способности сепаратора.

Поддерживайте пропускную способность возможно низкой.

6. Винтовая характеристика

Как указано в *Главе 706, раздел 2*, особо суровые метеорологические условия могут вызвать утяжеление характеристики винта. В случаях, когда сочетание мощности/частоты вращения сдвинулось слишком далеко влево на нагрузочной диаграмме (см. *Главу 706, поз. 2.1, т.е. за линию 4*) длительная эксплуатация может вызвать тепловую перегрузку узлов, образующих камеру сгорания и привести к образованию трещин.

Смазка цилиндра

1. Лубрикаторы

Каждая цилиндровая втулка имеет несколько смазочных отверстий, через которые масло поступает из цилиндрических лубрикаторов с подачей, зависящей от изменения нагрузки (LCD), как описано в инструкции Том III "Компоненты".

Масло подается в цилиндр (через невозвратные клапаны), когда поршневые кольца, при ходе вверх, открывают смазочные отверстия.

Для проверки функционирования, см. Главу 702, Поз. С5).

Обычно лубрикаторы заполняются маслом из напорного бака; они оборудованы встроенным поплавком, который поддерживает постоянный уровень масла.

Лубрикаторы оборудованы АПС по низкому уровню и недостаточному потоку масла.

2. Масляная пленка

Для обеспечения удовлетворительного состояния цилиндра очень важно, чтобы масляная пленка не была нарушена. Поэтому необходимо выполнять следующие условия:

- a. Правильно отрегулируйте цилиндрические лубрикаторы (см. о регулировке Главу 701 и Том II, Главу 903 в инструкции по обслуживанию);
- b. Выбирайте сорт цилиндрического масла и TBN в соответствии с топливом (см. п.3 ниже);
- c. Тщательно обкатайте новые втулки и поршневые кольца в соответствии с пунктом 4.13 в предыдущем разделе;

d. Величина подачи масла (дозировка) в условиях нормальной работы должна соответствовать рекомендациям завода-изготовителя. Кроме того дозировка должна быть отрегулирована в зависимости от типа и назначения судна, полагаясь на опыт, (полученный осмотрами через продувочные окна).

e. Увеличивайте подачу масла в ситуациях, описанных в Поз. 4.8 "Особые условия".

3. Цилиндрические масла

Мы рекомендуем использовать цилиндрические масла с вязкостью класса SAE 50.

Во время стендовых, а также ходовых испытаний мы рекомендуем использовать цилиндрическое масло с высоким очищающим уровнем.

Используйте TBN ("общее основное число") 70, т.к. TBN 70 обычно дает хорошие результаты. При работе на сортах топлива с высоким содержанием серы используйте масла с более высоким TBN.

Примечание: Некоторые высокощелочные масла несовместимы с:

- определенными сортами топлива с низким содержанием серы (с плохими свойствами воспламенения),
- с некоторыми сортами дизельного топлива.

Если при осмотре через продувочные окна обнаружена такая несовместимость масла и топлива, выражающаяся в плохом состоянии цилиндра, рекомендуется перейти на цилиндрическое масло с более низким TBN.

Все перечисленные ниже в таблице цилиндрические масла давали удовлетворительные результаты работы на двигателях фирмы "MAN B&W" (работа на тяжелом топливе).

Не считайте перечень полным, т.к. масла других фирм могут быть также пригодны.

Фирмы	Цилиндровое масло SAE 50/TBN 70-80
Elf-Lub. BP Castrol Chevron Exxon Fina Mobil Shell Texaco	Talusia XT 70 CLO 50-M Cyltech 80 Delo Cyloil Special Exxmar X 70 Vegano 570 Mobilgard 570 Alexia 50 Taro Special

Другие интересующие сведения можно получить у дизелестроительной фирмы или фирмы "MAN B&W Diesel" A/S, Копенгаген.

4. Величина подачи цилиндрикового масла (дозировка)

4.1 Общее

Нижеследующие рекомендации основаны на опыте эксплуатации и учитывают особенности конструкции двигателей МС (такие как среднее давление, максимальное давление, площадь смазываемой части втулки, а также качество современных сортов топлива и условия эксплуатации).

Рекомендации распространяются на установки как с ВРШ, так и ВФШ, а также стационарные установки (генераторного назначения).

Этот Раздел основывается на нашем Сервисном Письме 94-318/HRJ, которое рекомендует:

- Регулировку лубрикаторов на базовую уставку.
- Избыточную смазку при приработке и обкатке.
- Постепенное уменьшение дозировки, базирующееся на осмотрах через продувочные окна.

4.2 Обкатка

В части увеличенной дозировки в период приработки и обкатки и ступенчатого уменьшения для достижения реальной подачи, см. Раздел "Состояние цилиндра", Поз. 4.13 "Обкатка".

4.3 Базовая дозировка

Базовая величина для двигателей K/L-МС составляет 1,0 г/э.л.с.ч, см. Илл. 70710А.

Базовая дозировка для двигателей S-МС составляет 1,2 г/э.л.с.ч, см. Илл. 70710В.

Используйте эти величины для расчета подачи при спецификационной МДМ, см. Поз. 4.4.

4.4 Расчет дозировки при спецификационной МДМ

Используйте для расчета дозировки при спецификационной МДМ следующее уравнение:

$$Q = BS \times Pe \times 24 \times 10^{-3} \quad (\text{кг/сутки})$$

где

Q = Дозировка при спецификационной МДМ

BS = Базовая дозировка, см. Поз. 4.3.

Pe = Эффективная мощность двигателя (спецификационная МДМ).

Смотрите Поз. 4.5 для расчета соответствующего хода плунжера.

4.5 Расчет хода плунжера при спецификационной МДМ

Ход плунжера может быть определен из следующего общего уравнения:

$$S = \frac{Q \times 4 \times 10^6}{\rho \times \pi \times D^2 \times 0,9 \times G \times N \times 60 \times 24 \times C} \quad (\text{мм})$$

где постоянная:

$$\frac{4 \times 10^6}{0,94 \times \pi \times 0,9 \times 60 \times 24} = 1045,1$$

$$\text{т.е. } S = \frac{1045,1 \times Q}{D^2 \times G \times N \times C} \quad (\text{мм})$$

- S = Ход плунжера (мм)
 Q = Дозировка (кг/сутки), см. Поз. 4.4
 ρ = Удельная плотность (средняя для цилиндрических масел SAE50: 0,94 кг/л)
 D = Диаметр плунжера лубрикатора (мм)
 0,9 = Объемный к.п.д.
 G = Число масляных штуцеров на цилиндр
 N = Частота вращения лубрикатора (об/мин) (частота вращения лубрикатора = частоте вращения дизеля)
 C = Число цилиндров

Регулируйте ход плунжеров лубрикатора в соответствии с особыми инструкциями изготовителя.

Примечание: При регулировке хода плунжеров лубрикатора:

- приводы LCD (зависимого от изменения нагрузки) должны быть в режиме LCD и не должны быть задействованы.

Пример:

Приводимый ниже пример - для двигателя 6L60MC, оборудованного лубрикаторами "Hans Jensen",

D = 4 мм, G = 6, N = 123 об/мин,
Q = 374,4 кг/сутки, см. Илл. 70715.

$$S = \frac{1045,1 \times 374,4}{4^2 \times 6 \times 123 \times 6} = \underline{5,52 \text{ мм}}$$

4.6 Расчет суточного расхода масла, основанного на замере хода плунжера

Замерьте свободный ход индивидуальных регулировочных винтов регулярно в период эксплуатации, см. Главу 703, "Проверки при пуске", Проверка 8.

Рассчитайте дозировку согласно этому общему уравнению:

$$Q = \frac{S \times D^2 \times G \times N \times C}{1045,1} \text{ (кг/сутки)}$$

Если требуется дозировка в объемных величинах:

$$Q = \frac{S \times D^2 \times G \times N \times C}{1045,1 \times 0,94} \text{ (л/сутки)}$$

См. Поз. 4.5 в отношении объяснения уравнения и отдельных коэффициентов.

Пример:

6L60MC

D = 4 мм, G = 6, N = 123 об/мин,
замеренный ход: 5,52 мм

$$Q = \frac{5,52 \times 4^2 \times 6 \times 123 \times 6}{1045,1} = \underline{374,2 \text{ кг/сутки}}$$

4.7 Расчет дозировки при частичной нагрузке

При частичной нагрузке дозировка в кг/сутки может быть уменьшена пропорционально снижению среднего эффективного давления ($p_{\text{ме}}$).

В случае переменного спектра режимов учитывайте **наивысшее** $p_{\text{ме}}$ для расчета новой дозировки.

Примечание: Не забудьте отрегулировать дозировку на нормальный уровень после прекращения работы на малой нагрузке.

$$Q_{\text{част. нагр.}} = Q_{\text{специф.}} \times \frac{p_{\text{ме част. нагр.}}}{p_{\text{ме специф.}}} \text{ (кг/сутки)}$$

См. Илл. 70715.

Примечание: При длительной работе на малых нагрузках ход плунжеров не должен падать ниже 40% от величины при МДМ, см. Поз. 4.5.

Посмотрите на Поз. 4.5 в отношении расчета нового хода плунжера.

4.8 Особые условия

Мы рекомендуем повышать фактическую дозировку в следующих случаях:

- При ПУСКЕ, маневрах и внезапных изменениях нагрузки;
- увеличьте на 50%.

Это должно быть сделано в связи с тем, что в этих условиях нарушается функционирование верхнего поршневого кольца и кольцо может начать действовать, как "маслосъемное".

Это увеличение осуществляется автоматически, когда лубрикаторы с подачей, зависящей от изменения нагрузки (LCD) работают в режиме LCD с силовыми приводами, отрегулированными на положение "+3 мм".

- Если выявляются ненормальные состояния цилиндра;
 - перестройте лубрикаторы LCD на базовую дозировку и эксплуатируйте в режиме постоянной подачи в положении "+3 мм".

Сохраняйте эту избыточную смазку, пока не будет устранена причина ненормальности, а осмотр через продувочные окна покажет, что благоприятные состояния восстановлены.

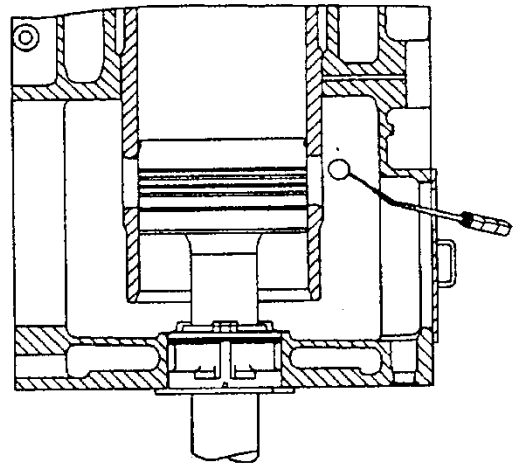
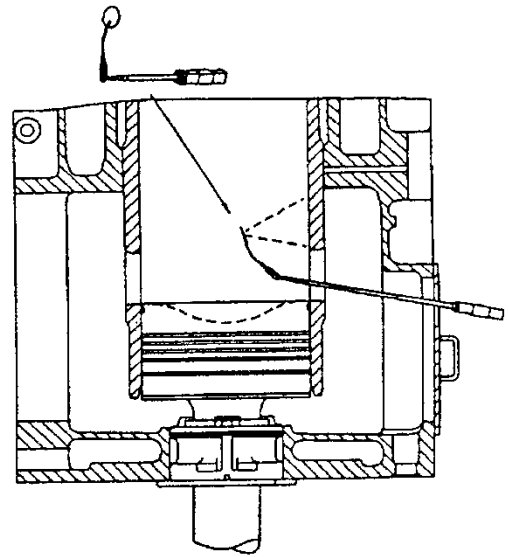
Эксплуатируйте цилиндр(ы), как описано в Разделе "Состояние цилиндра", Поз. 4.13.

- Если изменился спектр нагрузок или качество топлива ухудшилось;
 - переведите лубрикаторы на Базовую дозировку.

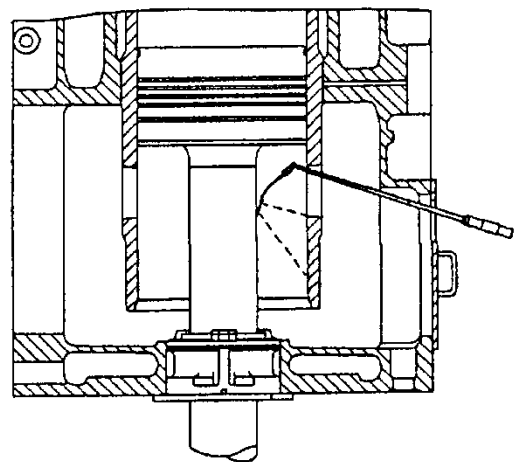
Подберите новую действительную дозировку, повторяя ступенчатое снижение, описанное в Разделе "Состояние цилиндра", Поз. 4.13, "Обкатка".

В отношении регулировки и эксплуатации лубрикаторов и их неисправностей, см. специальные инструкции изготовителя.

- 1) Демонтируйте крышки на блоке цилиндра и очистите отверстия.
- 2) Когда поршень займет положение ниже продувочных окон, проверьте стенки цилиндрической втулки и головку поршня.
- 3) Можно использовать поворотное зеркало на телескопическом стержне, как показано. Используйте мощную лампу на штоке для осмотра.
- 4) Для проверки большей площади цилиндрической втулки и поршня, целесообразно залезть в ресивер продувочного воздуха и выполнить осмотр со "стороны выпуска". Это необходимо делать каждый раз, когда удаляется шлам из ресивера продувочного воздуха и подпоршневой полости.
- 5) Когда поршень проходит продувочные окна, проверьте головку поршня, кольца и юбку. Для эффективности проверки рабочих поверхностей поршневых колец протрите их ветошью.



- 6) Когда поршень пошел вверх, пройдя продувочные окна, проверьте поршневой шток.

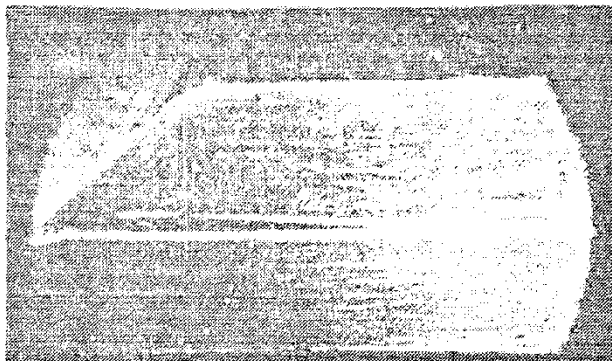


Обозначение	Состояние осмотренной поверхности		
•	Удовлетворительно	Отложения, и т.д.	
C	Нагар		
BU	Прогорание		
LO	Течь масла		
LW	Течь воды	Отложения	
•	Удовлетворительно		
LC	Малые отложения нагара		
EC	Большие отложения нагара		
PC	Толстые отложения нагара, полированные от трения о цилиндр	Поломано	
•	Не повреждено		
BO	Поломка против замка		
BN	Поломка у замка		
SP	Поломка на несколько кусков	Заедание	
M	Утеряно		
•	Свободно		
SL	Мало подвижно		
ST	Заедание	Состояние поверхности	
V	Рабочая пов-сть черная, полн.		
(V)	Рабочая пов-сть черная, частич.		
•	Чистая, гладкая		
S	Вертикальные риски (от абразивных частиц)	Состояние смазки	
mz	Микрозадиры, местные (пятна)		
MZ	Микрозадиры, везде		
MAZ	Микрозадиры активные		
OZ	Старые, (почти восстановл.) MZ		
WR	Уступы от износа около прод. окон продувочных окон		
CO	Коррозия		
CL	Износ "клеверный лист"		
•	Масляная пленка нормальная	Состояние смазки	
O	Много масла		
D	Сухое масло		
DD	Очень сухое масло		

Точка (•) всегда означает удовлетворительное состояние: незначительные отложения, отсутствие протечек и заеданий, чистая поверхность и т.д.. Ставить ее следует для того, чтобы показать, что осмотр произведен.

Рабочая поверхность поршневых колец
(см. также Илл. 70705)

Примечание: Для испытания поверхностей пользуйтесь новым напильником с мелкой насечкой.

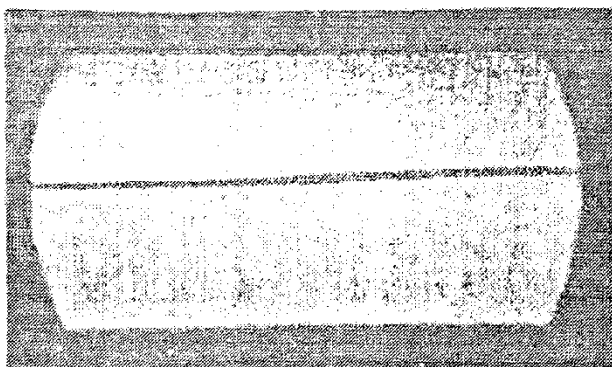


“Зеркально отполированная поверхность”

Фото 1 (около X3)

Нормальная, хорошо приработанная поверхность. Поверхность гладкая и чистая, без рисков.

Горизонтальная линия - след пробы напильником, которая показала, что поверхность не упрочнена.



“Вертикальные риски”

Фото 2 (около X3)

Рабочая поверхность с рисками от острых твердых частиц, например, песчинок.

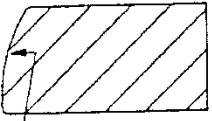



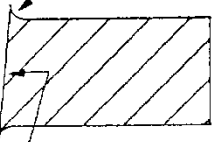

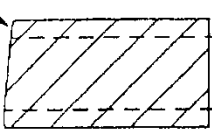

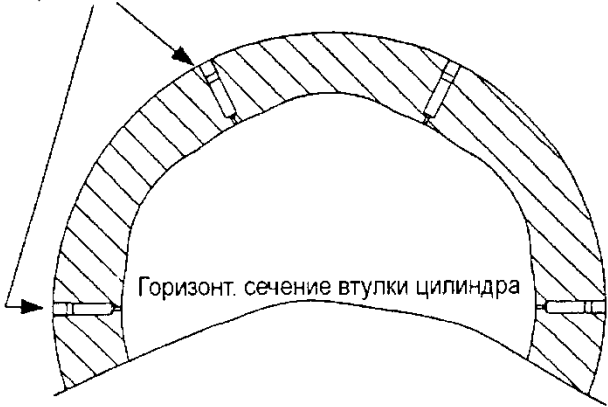
Проба напильником показывает, что поверхность не упрочнена.



“Микрозадиры”

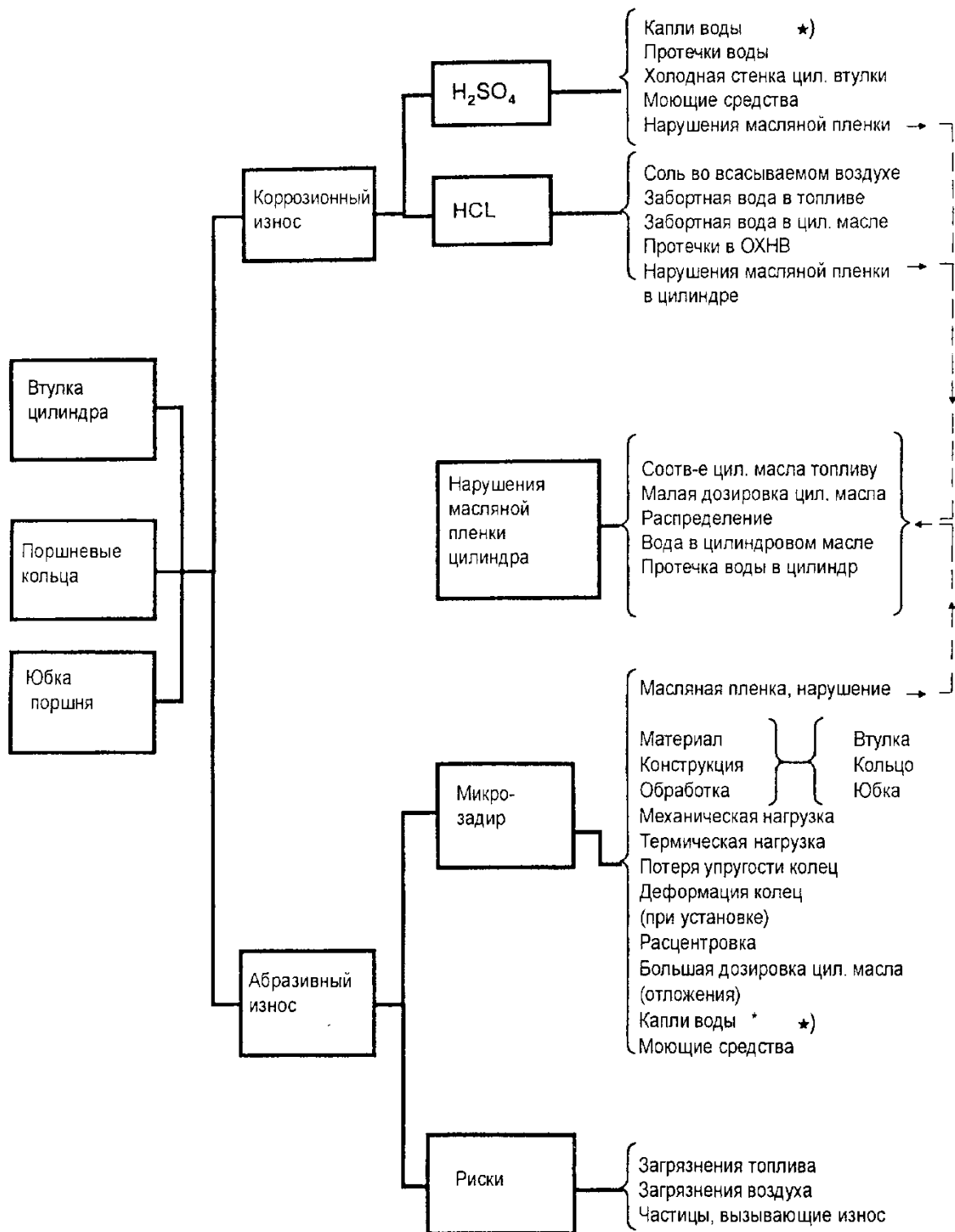
Фото 3 (около X3)

Показана поверхность с микрозадирами. Проба напильником почти не оставляет горизонтального следа, что свидетельствует об упрочнении поверхностного слоя из-за микрозадириков.

Состояние поверхности	Профиль	Рабочая поверхность
<p>Нормальная, хорошая зеркальная поверхность</p> <p>"•"</p>	 <p>Бочкообразная форма</p>	 <p>Чистая, гладкая, мягкая</p>
<p>Риски, вызванные твердыми абразивными частицами</p> <p>"S"</p>		 <p>Равномерные риски, тусклая, мягкая</p>
<p>Новые микрорадиры (еще активные)</p> <p>"MAZ"</p>	 <p>Плоская</p>	 <p>Острые заусенцы</p> <p>Неравномерные риски затвердевшие (отметины)</p>
<p>Старые микрорадиры (восстановление началось)</p> <p>"OZ"</p>	 <p>Острые кромки, указывают, что началось восстановление</p>	 <p>Гладкая и мягкая вдоль кромок</p> <p>Еще твердая в середине</p>
<p>Образование износа типа "клеверный лист": большой износ в нескольких местах втулки цилиндра, на рисунке эти места располагаются между смазочными отверстиями.</p> <p>"CL"</p>	 <p>Смазочные отверстия</p> <p>Горизонт. сечение втулки цилиндра</p>	

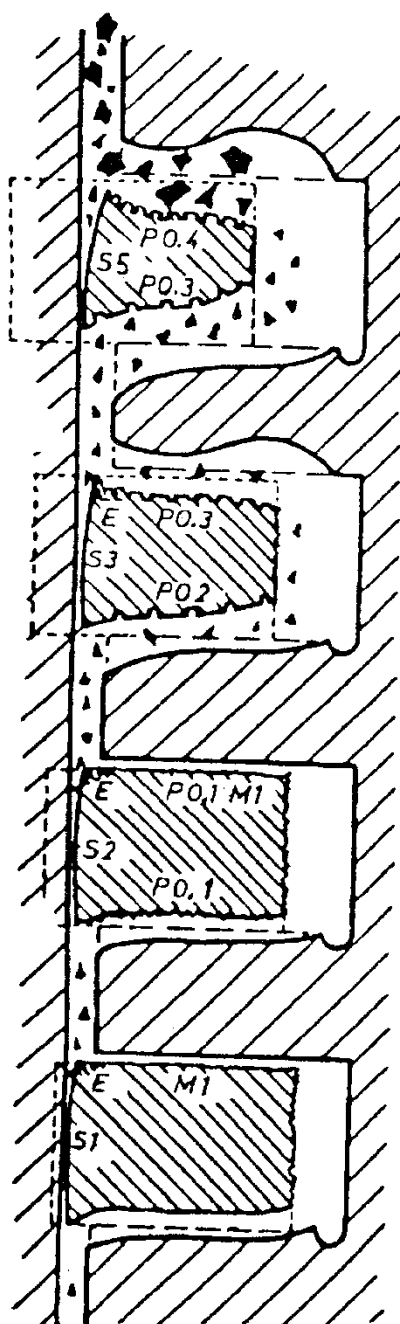


Схематическая иллюстрация большинства широко известных причин износа цилиндра.



★) Засорен или не функционирует дренаж сконденсированной воды в ресивере продувочного воздуха. См. также Главу 706, "Очистка турбоагнетателей и охладителей воздуха", поз. 3.

Характерный вид поверхностей при попадании частиц из камеры сгорания в зону поршневых колец.



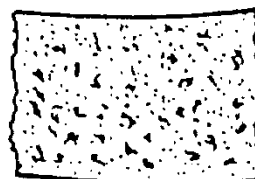
Увеличенное изображение "изношенных и эродированных" поршневых колец N 1-4, в "изношенных" канавках. Типично для абразивного износа, который чрезмерно действует на верхнее кольцо (как на рабочую, так и горизонтальные поверхности), а также канавку. Несколько микрорадиов иногда появляется и в нижних кольцах, уменьшаясь по направлению вверх. Это противоположно глубине рисок (или шероховатости), которая уменьшается от кольца к кольцу по направлению вниз.

Если абразивный износ превалирует, скорость износа цилиндровой втулки обычно увеличивается до 0.30 и 0.50 мм / 1000 часов работы.

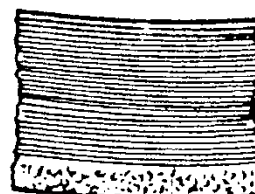
Рабочая поверхность кольца N 1
Риски в форме "раструба" показывают, что твердые частицы проникли сверху.



Верхняя сторона верхних колец
Горизонтальные поверхности, особенно верхние, часто имеют "оспины" ("отметины") в результате размельчения твердых частиц, когда кольца прижимаются кверху под действием газов, проходящих между кольцами. Однако такой же вид может также быть результатом мех. воздействия при коллапсе кольца.



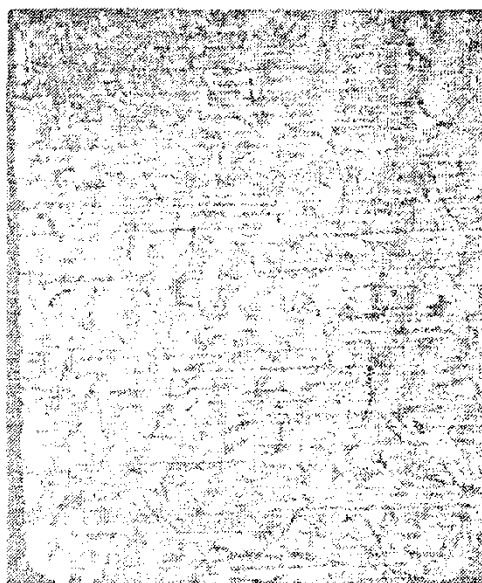
Верхняя сторона нижних колец
На части кольца, заходящей в канавку, видны следы механической обработки. Наружная часть кольца, выступающая из канавки, как бы пескоструится твердыми частицами, продуваемыми сверху через кольцевой зазор.



Обозначения:

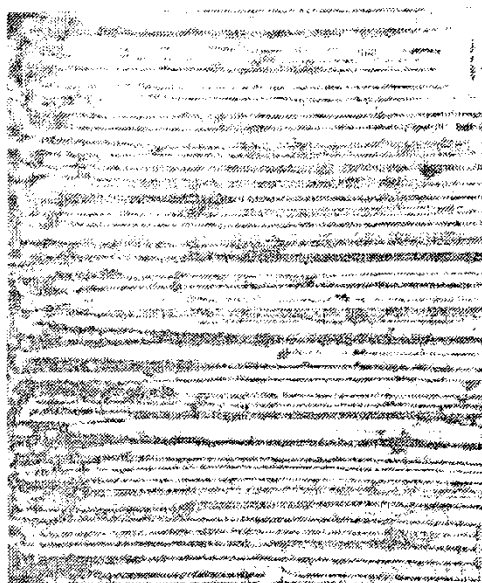
- "P" - Рабочая поверхность с рисками,
- "O" - "Оспины",
- "Э" - Эрозия. Наружная кромка пескоструится.
- "МО" - Следы механической обработки.

Числа от 1 до 5 обозначают степень повреждения (дефекта), причем 5 - наибольшая.



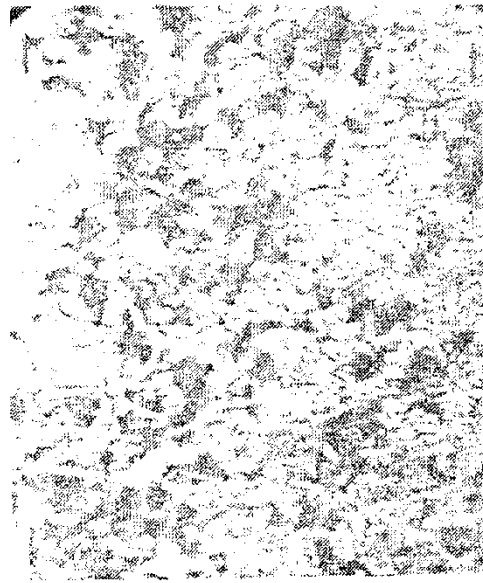
Микрофото 2 (X30)
Типичные "старые".
Более обработанные
риски. То, что
восстановление
происходит при работе
видно из того, что
отчетливо выявлены
чешуйки графита.
Обозначение: R2Cстар.

Микрофото 1 (X30)
Грубые риски
(степень 5) на
рабочей поверхности
верхнего поршневого
кольца. На фото
показана верхняя
кромка, где твердые
частицы входят
между кольцом и
цилиндром. Эти
риски совсем свежие,
т.е. восстановление
еще не началось.
Обозначение: R5Нов.



Микрофото 4 (X30)
Это фото показывает,
как мелкие частицы
чугуна "вырываются"
из верхней поверх-
ности кольца вслед-
ствие перемалывания
их твердыми частица-
ми. Отрыв частиц
происходит, вероятно,
под действием поле-
речных сил, которые
вызывают разрыв в
материале между
зернами (чешуйками)
графита. Коллапс
кольца тоже может
вызывать "вырыв"
материала.

Микрофото 3 (X30)
Типичные "оспины"
(вырывы) на верхней
плоскости колец,
вызванные твердыми
частицами, проникающими
в зазор над кольцом и
раздробленными. Это
наиболее часто
отмечается на двух
верхних кольцах, которые
в конце хода расширения
прижимаются к верхней
плоскости кепла
(канавки) под действием
газов, проникающих между
кольцами.



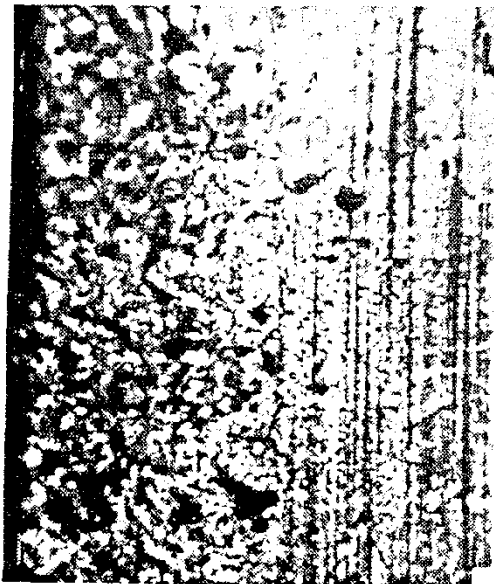


Микрофото 2 (X30)
Твердые частицы (песок), образовавшиеся из отложившегося нагара на головке поршня. Масло и кокс удалены путем их сжигания. Другие вещества - растворением в кислоте, магнитной сепарацией и фильтрацией.
Теоретически эти частицы могут проникнуть в камеру сгорания либо с воздухом, либо с топливом.



Микрофото 4 (X30)
Тарелка всасывающего клапана ТНВД после нескольких часов эксплуатации (еще видны следы притирки). Вмятины на поверхности в большинстве случаев образованы действием одной и той же частицы (т.к. вмятины совпадают по форме и размерам).
Края вмятин обычно несколько приподняты, а на их дне видны следы притирки.

Микрофото 1 (X30)
Типичная эрозия или воздействие частиц песка (пескоструйной обработки) части верхней плоскости кольца, которая выступает из канавки. Это происходит из-за того, что твердые частицы выдуваются через замок поршневого кольца, расположенного выше.
(Примечание: Кольца "поворачиваются" в канавках), такая эрозия заметна только на кольцах 2, 3 и 4.



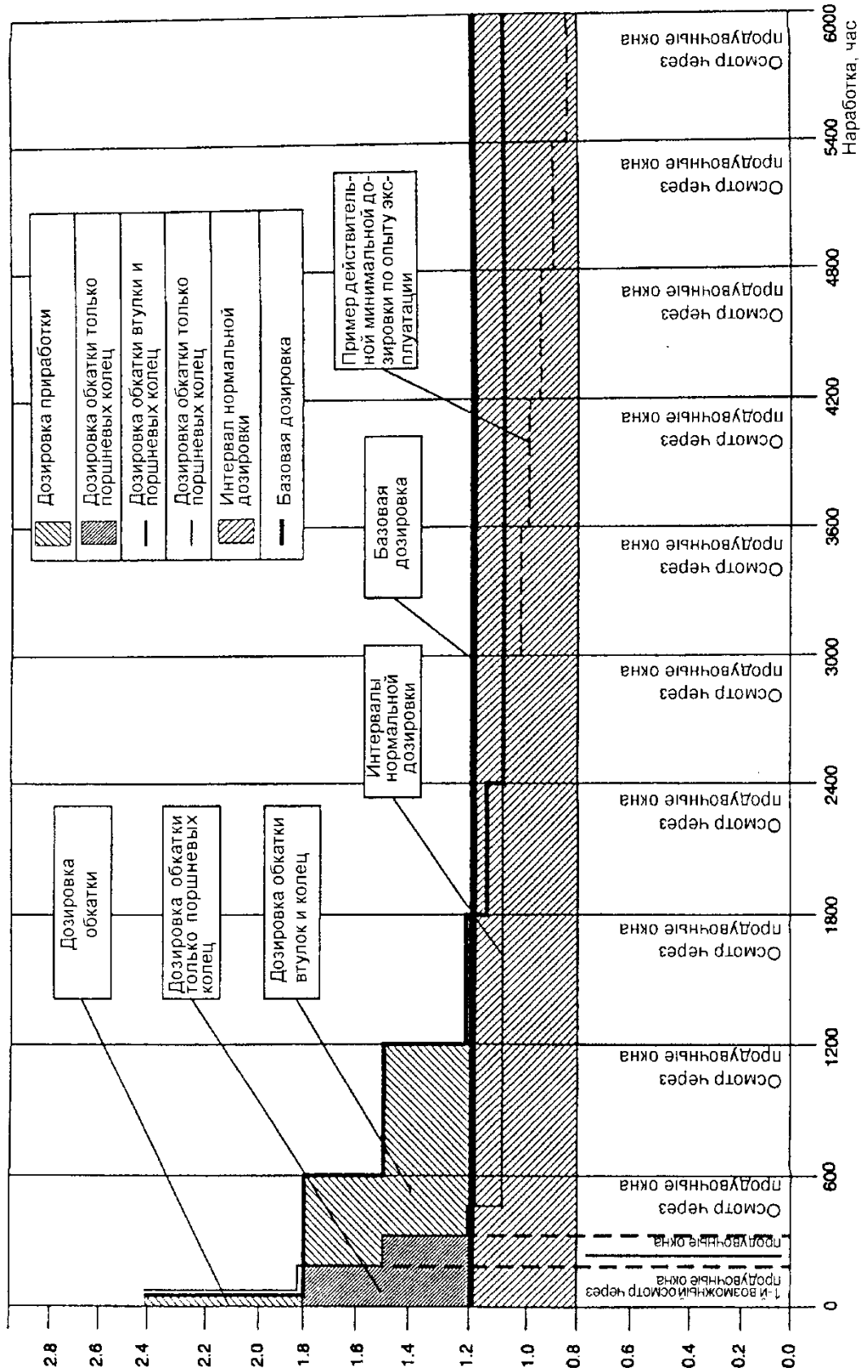
Микрофото 3 (X250)
Песок (или подобные частицы) отделенные из шлама сепаратора. В этом случае сепаратор очищает топливо после того, как оно прошло через поплавочный (гравитационный) фильтр. Частицы имеют размер 10-15 микрон





Дозировка цилиндрического масла при обкатке, двигателя S-MC

Дозировка цилиндрического масла (г/э.л.с.ч)



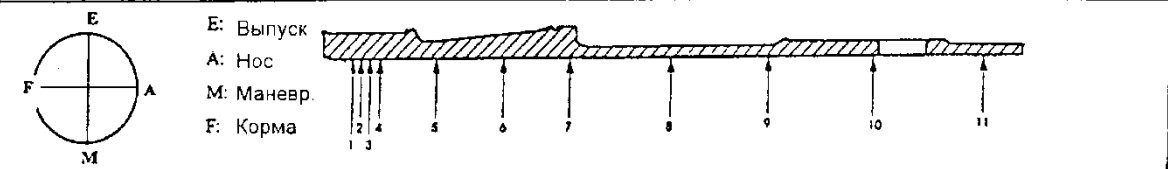


Т/Х	Тип двигателя:	Число цил.:	Цилиндр N:	Проверил:
Верфь:	Изготовитель:	Двигатель No:		
No:	Год постройки:	Наработка дв-ля	Дата:	

Рейсовая информация		
Неделя от пред. захода в порт	Норм. экпл. нагр. % от МДМ	Тип лубриката(об/мин/р _{ма}):
Расход цил. масла (л/сутки)	при нагр. %:	Тип цил. масла

Втулка цилиндра		
Втулка, часов:	Изоляционная трубка(Да,Нет)	Материал втулки:
Чертеж N	Изоляция в блоке (Да,Нет)	Тип охлажд. втулки:
Изготовитель/Маркировка:		

Место замера		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Глубина мм													
Диаметр (мм)	F-A												
	E-M												



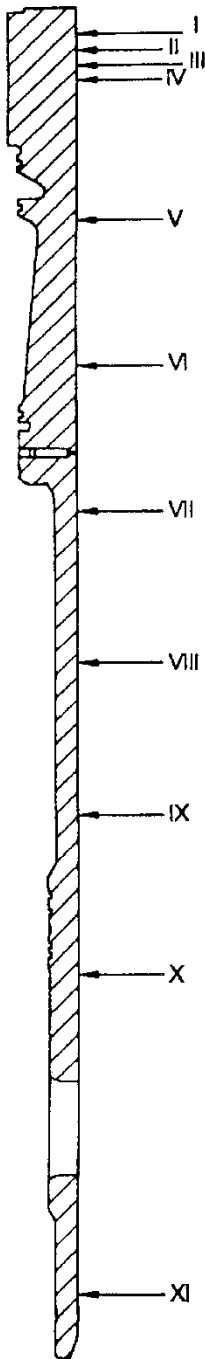
Крышка цилиндра обжата (Y/N)	Темп. между втулкой и измер. присп. °C	Прокладки (мм):
Втулка		
Замеч.:		

	Ширина кольца (мм)					Наработка час от последней переборки	Высота кольца (мм)					<p>F измерить до монтажа</p>	
	A	B	C	D	E		Высота кольца ном. (мм)	A	B	C	D		E
Кольцо 1													
Кольцо 2													
Кольцо 3													
Кольцо 4													

	Тип поршневых колец	Свобод. зазор (мм)	Тип замка (R/L/G)	Поломано (Y/N)	Юбка поршня	Причина ревизии	
						План. переборка:	Поломанные кольца:
Кольцо 1					Напр. кольцо (Y/N)	Плановый осмотр:	Коллапс колец:
Кольцо 2						Прорыв газов:	Течь поршня:
Кольцо 3						Пожар в ресивере:	Замена поршня:
Кольцо 4						Замена втулки:	Задир юбки:
							Прочее:

Поршневые канавки					Доньшко поршня			
	H мм					Установленный поршень N		
	F	E	A	M		Головка (час):		
Кольцо 1					Макс. выгоран. 1 (мм)			
Кольцо 2					Положение 1 (град.)			
Кольцо 3					Макс. выгоран. 2 (мм)			
Кольцо 4					Положение 2 (град.)			
Поршень								
Замечания:								

P.S. Если втулка или головка поршня заменялись, должны заполняться два отчета!



Примечание:
 Перед замером определите точку I, которая должна быть на 5 мм ниже верхней плоскости верхнего кольца при положении соответствующего поршня в ВМТ

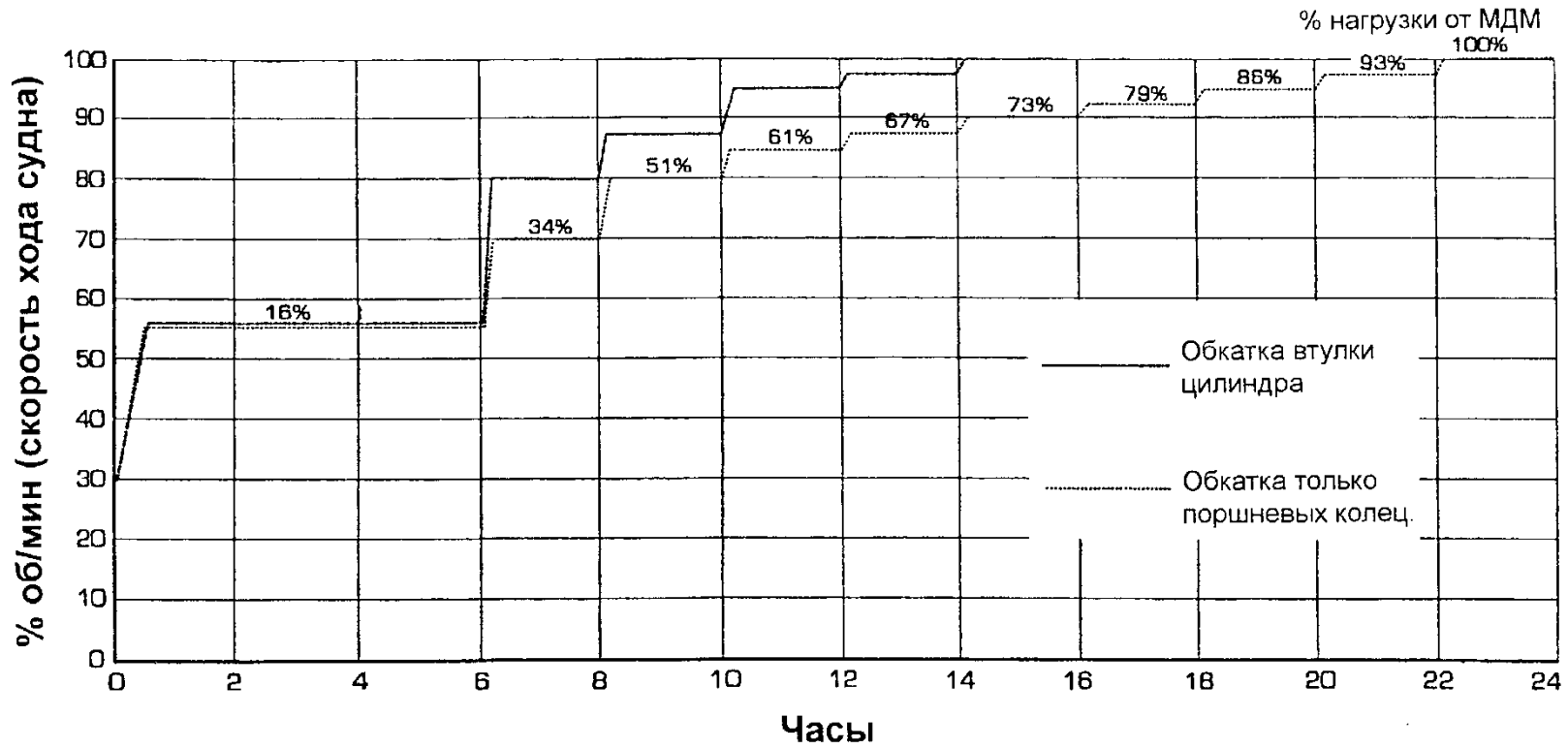
Втулка Цилиндра
 Точки замеров износа двигателей МС МК V и МК VI с поршневыми кольцами 2x2

Единицы: мм

Расстояние от точки I	Втулка Цилиндра												
	L50	L60	L70	L80	L90	S50	S60	S70	S80	K50	K60	K90	K80-CK90-C
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	28	32	38	43	45	28	32	38	43	28	32	45	45
III	54	62	74	84	87	54	62	74	84	54	62	87	87
IV	76	90	108	123	127	76	90	108	123	76	90	127	127
V	210	240	270	335	360	300	360	400	490	210	240	360	310
VI	345	400	430	550	590	540	640	700	860	345	400	600	500
VII	480	560	650	760	825	775	920	1070	1240	480	560	850	690
VIII	730	870	1000	1170	1280	1015	1210	1410	1625	830	800	1200	1025
IX	990	1185	1380	1585	1740	1260	1505	1750	2010	790	1050	1550	1360
X	1250	1500	1750	2000	2200	1500	1800	2100	2400	950	1300	1900	1700
XI	1725	2050	2400	2800	3100	2000	2400	2820	3200	1475	1775	2700	2450
X	28	36	44	53	44	28	42	46	51	19	12	42	17
X													

X = максимальная прокладка под штоком поршня

Обкатка втулок цилиндров и поршневых колец





Действительные данные двигателя при спецификационной МДМ

Тип двигателя	Частота вращения двигателя при специфик. МДМ *	Базовая удельная дозировка (г/э.л.с.ч) при специфик. МДМ	Pe (э.л.с.) при спецификац. МДМ *	Расход кг/сутки специфик. МДМ **	p _{me} (бар) при специфик. МДМ *
K/L MC		1.0			
S MC		1.2			

* Принимается по отчету о стендовых/ходовых испытаниях

** Вычисляется, как описано в позиции 4.4.

Примеры данных двигателя при спецификационной МДМ

Тип двигателя	Частота вращения двигателя при специфик. МДМ	Базовая удельная дозировка (г/э.л.с.ч) при специфик. МДМ	Pe (э.л.с.) при спецификац. МДМ	Расход кг/сут/ при специфик. МДМ	p _{me} (бар) при специфик. МДМ
6L60MC	123	1.0	15600	374.4	17
6S80MC	79	1.2	29700	855.4	18
6K90MC	94	1.0	35220	845.3	17

Подшипники

Содержание

Стр.

Подшипники

1. Общие требования и критерии подшипников	708.01
2. Антифрикционные металлы подшипника	708.01
2.1 Баббит на оловянистой основе	708.01
2.2 Оловянисто-алюминиевый сплав (AlSn40)	708.01
3. Покрытия	708.02
4. Гальванопокрытие оловом (Sn)	708.02
5. Конструкция подшипников	708.02
5.1 Касательный профиль (выход)	708.02
5.2 Разгрузочная расточка	708.02
5.3 Осевые масляные канавки и масляные клинья	708.02
5.4 Подшипники с толстостенными вкладышами	708.02
5.5 Подшипники с тонкостенными вкладышами	708.03
5.6 Верхний (вертикальный) зазор	708.03
5.7 Износ	708.03
5.8 Обниженные подшипники (ремонтного размера)	708.03
6. Шейки/подшипники	708.04
6.1 Шероховатость поверхности	708.04
6.2 Искровая эрозия	708.04
6.3 Геометрия поверхности	708.04
6.4 Обниженные шейки/подшипники (ремонтного размера)	708.05
7. Практическая информация	708.05
7.1 Проверка без вскрытия	708.05
7.2 Ревизия со вскрытием и переборка	708.06
7.3 Виды повреждений	708.06
7.4 Причины наволакивания (натяга)	708.06
7.5 Трещины	708.07
7.6 Причины появления трещин	708.07
7.7 Ремонт масляных переходов	708.07
7.8 Скорость износа подшипников	708.07
7.9 Шероховатость поверхности (шеек)	708.07
7.10 Ремонт подшипников на месте	708.08
7.11 Ремонт шеек	708.08
7.12 Ревизия подшипников	708.09

Подшипники

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
8. Крейцкопфные подшипники	708.09
8.1 Типы подшипников	708.09
8.2 Работа подшипников и их конфигурация	708.09
9. Рамовые подшипники	708.10
9.1 Подшипники с толстостенными вкладышами	708.10
9.2 Подшипники с тонкостенными вкладышами	708.10
10. Мотылевые подшипники	708.11
11. Башмаки и направляющие	708.11
12. Узел упорного подшипника	708.11
13. Подшипники распредел. вала	708.11
14. Проверка новых подшипников перед монтажом	708.12
14.1 Внешний визуальный осмотр	708.12
14.2 Контрольные измерения	708.12
14.3 Предосторожности	708.12
Центровка рамовых подшипников	
1. Центровка	708.13
2. Центровка рамовых подшипников	708.13
2.1. Измерение расцепов (autolog)	708.13
2.2 Проверка расцепов	708.14
2.3 Кривая расцепов (изгиба)	708.14
2.4 Плавающие шейки	708.15
2.5 Причины изгиба колен. вала	708.15
2.6 Измерения по струне	708.15
2.7 Центровка валопровода	708.15
Циркуляционное масло и масляная система	
1. Циркуляционное масло	708.16
2. Система циркуляционного масла	708.16
(Дизели без объединенной системы смазки)	
3. Неисправности масляной системы	708.16
3.1 Нарушение подачи охлаждающего масла	708.16
3.2 Нарушение подачи смазочного масла	708.17

Подшипники

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Уход за циркуляционным маслом	
1. Чистота масляной системы	708.18
2. Очистка системы циркуляционного масла	708.18
2.1 Очистка перед заполнением	708.18
2.2 Операция промывки главной системы смазки (двигатели без объединенной масляной системы)	708.18
3. Подготовка циркуляционного масла	708.20
3.1 Общее	708.20
3.2 Процесс сепарации	708.20
3.3 Объем системы по отношению к процессу сепарирования	708.21
3.4 Рекомендации по пропускной способности сепаратора	708.22
4. Старение масла	708.22
4.1 Общее	708.22
4.2 Окисление масла	708.22
4.3 Признаки старения	708.23
4.4 Вода в масле	708.23
4.5 Проверка состояния масла	708.24
5. Циркуляционное масло: Анализы и Характерные свойства	708.25
6. Очистка масла, сливаемого из сальников штоков поршней	708.26
Смазка распределительного вала (Двигатели без объединенной системы смазки)	
1. Устройство системы	708.27
1.1 Регулировка давления	708.27
2. Масло для распределительного вала	708.27
2.1 Загрязнение топливом	708.27
2.2 Загрязнение водой	708.28
2.3 Промывка системы смазки распред. вала	708.28
Объединенная масляная система	708.29
Смазка турбонагнетателя	
1. Устройство системы TH MAN B&W	708.30
2. Устройство системы TH BBC/ABB	708.30

Подшипники

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Иллюстрации	
Рамовый подшипник с толстостенным вкладышем	70801
Рамовый подшипник с тонкостенным вкладышем	70802
Крейцкопфный подшипник	70803
Мотылевый подшипник	70804
Узел рамового подшипника	70805
Башмаки и направляющие	70806
Узел упорного подшипника	70807
Узлы подшипников распредел. вала	70808
Запись наблюдений	70809
Расположение и размер повреждений (дефектов) вкладышей подшипника	70810
Расположение повреждений шейки	70811
Наблюдения	70812
Запись ревизии, пример	70813
Запись ревизии, бланк	70814
Отчет: Центровка рамовых подшипников (раскепы)	70815
Центровка рамовых подшипников (раскепы), 2 Листа - Кривая изгиба с цепным отсеком на кормовом конце	70816A
Центровка рамовых подшипников (раскепы), 2 Листа - Кривая изгиба с цепным отсеком в середине двигателя	70816B
Раскепы коленчатого вала	70817
Система циркуляционного масла (вне двигателя)	70818
Система циркуляционного масла (внутри двигателя)	70819
Промывка главной масляной системы Расположение контрольных мешочков и заглушек	70820
Промывка главной масляной системы Размеры контрольных мешочков и заглушек	70821
Промывка главной масляной системы Журнал промывки	70822
Система очистки масла, сливаемого из сальников штоков поршней	70823
Система смазки распределительного вала	70824
Промывка системы смазки распредел. вала	70825
Масляные трубопроводы турбонагнетателя	70826
Контрольные обмеры новых подшипников	70827

Подшипники

1. Общие требования и критерии подшипников

Подшипники являются важнейшими узлами двигателя; поэтому для обеспечения надежности двигателя необходимы тщательное конструирование подшипников и надлежащий выбор антифрикционного материала.

Критерии конструкции подшипников зависят от их типа и, в общем, следующие:

- a) Геометрия поверхности скольжения
- b) Шероховатость поверхности шеек, которая определяет допустимое давление на подшипник и требуемую толщину масляной пленки. Это необходимо для эффективной и безопасной работы подшипников.
- c) Хорошее маслоснабжение, которое должно обеспечивать отвод тепла от омываемой поверхности либо через масляный зазор между шейкой и подшипником, либо через осевые канавки на поверхности скольжения подшипника (см. п. 5.3, касающийся канавок и клиньев).

Компактность двигателей и их мощность влияют на величину удельной нагрузки на подшипники и делают абсолютно необходимым правильный выбор антифрикционного металла, качество производства и, для некоторых типов подшипников применение верхнего покрытия (См. Поз. 3). **Шабровка поверхностей подшипника категорически запрещается**, поскольку часто оказывалось, что это приводит к обратному воздействию на качество скольжения и в конечном счете приводит к повреждению.

2. Антифрикционные металлы

2.1 Баббит на оловянистой основе

Баббит на оловянистой основе является сплавом с содержанием олова (Sn) минимум 88%, остальное в составе сплава сурьма (Sb), медь (Cu), кадмий (Cd) и небольшие количества других элементов, которые добавляются для по-

лучения мелкозернистой структуры и однородности в процессе затвердевания сплава. Это важно для обеспечения несущей способности и антифрикционных свойств сплава. *Содержание свинца (Pb) в составе этого сплава рассматривается как загрязняющая примесь, поскольку с повышением содержания свинца ухудшается усталостная прочность сплава, и поэтому его содержание не должно превышать 0,2% в составе залитого сплава.*

Оловянистый белый металл (баббит) применяется в рамовых, мотылевых, крейцкопфных подшипниках, башмаках направляющих, подшипниках распредел. вала и упорных подшипниках благодаря его исключительной несущей способности и антифрикционным качествам.

2.2 Оловянисто-алюминиевый сплав (AlSn40)

Оловянисто-алюминиевый сплав представляет собой композицию из алюминия (Al) и олова (Sn), в которой олово внедрено в трехмерную решетку из алюминия. AlSn40 содержит 40% олова. Антифрикционные качества этой композиции весьма близки к таковым для оловянистых баббитов, но несущая способность этого материала гораздо выше, чем у оловянистых баббитов при той же рабочей температуре; это объясняется идеальным сочетанием олова и алюминия, в котором олово обеспечивает хорошую абсорбцию примесей, а также антифрикционные качества, а алюминиевая решетка действует, как эффективный поглотитель нагрузки.

3. Покрытия

Покрытие представляет собой гальванический слой из 90% свинца (Pb) и 10% олова (Sn), который наносится непосредственно на поверхность скольжения подшипника; толщина покрытия составляет 0,02-0,03 мм. Покрытие является мягким и податливым, его основной задачей является обеспечить хорошие абсорбционные качества и соответствие поверхности скольжения подшипника и геометрии поверхности шейки.

4. Гальванопокрытие оловом (Sn)

Прирабочное покрытие представляет собой слой из 100% олова (Sn), наносимый гальванически; толщина слоя от 2 до 5 мкм. Оловянистое покрытие наносится по всей поверхности и служит в первую очередь для защиты поверхности подшипника от коррозии (окисления). Оловянистый слой служит также эффективной сухой смазкой при монтаже новых подшипников и проворачивании двигателя.

5. Конструкция подшипников

(Илл. 70801, 70802, 70803, 70804)

Подшипники скольжения двигателей МС изготавливаются в виде стальных вкладышей, залитых белым металлом или оловянисто-алюминиевым сплавом. Оловянисто-алюминиевые подшипники всегда с тонкостенными вкладышами, тогда как баббитовые подшипники могут быть либо с толстостенными, либо тонкостенными вкладышами.

Поверхность скольжения подшипников выполняется с центрально расположенной маслоподводящей канавкой и другими конструктивными особенностями, как-то: *касательные профили (выходы), масляные клинья (скосы) и/или разгрузочные расточки.*

5.1 Касательный профиль (выход)

(Илл. 70801, 70802, 70804, Рис. B-B)

Касательный профиль является геометрической формой перехода между маслоподводящей кольцевой канавкой и поверхностью скольжения подшипника. Такая специальная форма перехода предотвращает удаление масла и уменьшает сопротивление потоку масла в нагруженную зону подшипника (Рамовые подшипники Илл. 70801, 70802 и мотылевые подшипники, Илл. 70804).

5.2 Разгрузочная расточка

(Илл. 70801, 70802, 70804, Рис. A-A)

Поверхность скольжения подшипника обрабатывается вблизи стыковочных поверхностей верхнего и нижнего вкладышей так, чтобы создать разгрузочные расточки (лыски). Главной целью такой обработки является компенсация неточной стыковки, при которой может образо-

ваться выступ (ступенька) на стыковочной поверхности нижнего вкладыша по отношению к верхнему. такая выступающая кромка может снимать масло и вызвать сухое трение. *Рамовые подшипники (Илл. 70801, 70802) и мотылевые подшипники (Илл. 70804).*

5.3 Осевые масляные канавки и клинья

(Илл. 70803, 70806, Рис. A-A)

Масляные канавки и клинья выполняют следующие функции:

- Улучшение распределения масла по несущим поверхностям подшипника (скошенные кромки улучшают условия входа масла).
- Особенно в случае *крейцкопфных подшипников (Илл. 70803)* - содействие образованию гидродинамической масляной пленки (клина) между несущими нагрузкой поверхностями.
- Обеспечение масляного охлаждения (масляные канавки).

Чтобы выполнять эти функции, масло должно свободно протекать от масляных канавок, по масляным клиньям (скосам) к опорным поверхностям, где масляная пленка несет нагрузку.

5.4 Подшипники с толстостенными

вкладышами (Илл. 70801)

Этот тип подшипников имеет стальную основу достаточной жесткости.

- для сопротивления нарушению геометрии поверхности скольжения, и
- чтобы поддерживать залитый белый металл на участках, где вкладыш не имеет опоры, например, в районе сопрягаемых поверхностей верхнего вкладыша.

Вертикальные зазоры в этой конструкции подшипника регулируются прокладками, тогда как боковые зазоры определяются в результате суммирования диаметра расточки корпуса подшипника, толщины стенки вкладыша, допусков на размеры шейки и влияния усилия затяжки анкерных связей, деформирующего фундаментную раму в районе подшипника.

5.5 Подшипники с тонкостенными вкладышами (Илл. 70802)

Тонкостенные вкладыши подшипников имеют толщину стенки от 2% до 2.5% диаметра шейки. Стальной вкладыш не обладает достаточной жесткостью для того, чтобы поддерживать заливный баббит. Поэтому подшипник должен жестко опираться по всей своей длине. Этот тип подшипника изготавливается с незначительно увеличенной длиной окружности (с припуском на сдавливание/сжатие), благодаря которой при монтаже вкладышей и затяжке подшипника создается необходимое радиальное давление между вкладышем и корпусом подшипника.

Максимально/минимальные зазоры по вертикали в этих подшипниках predetermined и являются результатом суммирования диаметра расточки корпуса, толщины стенки вкладыша, допусков на диаметр шейки/подшипника и, для рамовых подшипников, - деформации фундаментальной рамы от усилия затяжки анкерных связей.

5.6 Верхний (вертикальный) зазор

Правильная величина верхнего зазора в рамовых, мотылевых и крейцкопфных подшипниках необходима для обеспечения поддержания требуемого потока масла через подшипник с тем, чтобы стабилизировать температуру подшипника на уровне, гарантирующем усталостную прочность антифрикционного металла. В рамовых и мотылевых подшипниках зазор обеспечивает необходимое пространство для орбиты движения шейки так, чтобы исключить тенденции механической перегрузки поверхности скольжения подшипника (особенно в рамовых подшипниках).

- а) Обычно проверка подшипников заключается в измерении вертикальных зазоров. Для новых подшипников зазоры должны быть в пределах, регламентированных инструкцией по обслуживанию (см. Том II, 904-2.1, 904-6 и 905-2).

Регламентированные величины максимального зазора по вертикали не влияют на функционирование подшипников и не имеют отношения к Критериям предельного износа подшипников (см. Поз. 7.8: Скорость износа подшипников).

- б) В эксплуатации замеры износа подшипников могут рассматриваться

1. Как показатель для определения состояния подшипника при периодических осмотрах без вскрытия, и
2. Как средство проверки точности повторной сборки подшипника.

В обоих случаях важно иметь для сравнения результаты предыдущих замеров зазоров. Поэтому необходимо вносить замеры зазоров в машинный журнал (технического состояния ГД) с указанием соответствующей даты и наработки двигателя (см. пример Илл. 70813).

5.7 Износ

При нормальных эксплуатационных условиях, износ подшипников незначителен. Повышенный износ может объясняться абразивным или коррозионным загрязнением циркуляционного масла, вызывающим повышение шероховатости шеек и повышающим скорость износа подшипников. (Позиция 7.8 Скорость износа подшипников).

5.8 Обниженные подшипники (ремонтного размера)

- а) Мотылевые подшипники являются тонкостенными и процесс их изготовления относительно длительный; кроме того для обеспечения поставки на судно, в случае аварии, изготовитель двигателя имеет готовый запас незавершенных вкладышей (заготовок), покрывающий диапазон размеров от номинального диаметра до обниженного на 3 мм, см. также Поз. 6.4. Заготовки вкладышей для шеек с обнижением свыше 3 мм не запасаются как стандартные. Кроме того, обнижение размера сверх 3 мм может повлечь за собой изменения, как-то в затяжке шпилек, гидроинструменте и пр.
Для консультации по применению обниженных подшипников рекомендуется обращаться к MAN B&W Diesel.

- б) Рамовые подшипники для двигателей MC могут быть либо с толстостенными, либо с тонкостенными вкладышами (см. 70801, 70802); информация по п. а) здесь также справедлива.

- с) Крейцкопфные подшипники поставляются только в виде стандартных вкладышей, т.к. предлагаемый ремонт с восстановительной шлифовкой шеек поперечины (относится к 6.4 b) 2) облегчает использование стандартных вкладышей.

Рекомендуется обращаться к MAN B&W Diesel за консультацией по такому ремонту.

6. Шейки/подшипники

6.1 Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности шеек является важным фактором состояния подшипников. Увеличение шероховатости может быть следствием:

- Абразивного повреждения в связи с загрязнением циркуляционного масла. *См. также Поз. 7.4 b).*
- Коррозионного воздействия в связи с попаданием забортной воды в циркуляционное масло (кислотность) или окисления шеек выпадающим конденсатом. *См. также Поз. 7.4 b).*
- Искровой эрозии (только в рамовых подшипниках). *См. также Поз. 6.2.*

При увеличении шероховатости шеек/подшипника может быть достигнут такой уровень, при котором толщина масляной пленки станет уже недостаточной для предотвращения металлического контакта шейки с поверхностью скольжения подшипника. При этом белый металл будет налипать на шейку, придавая ее поверхности серебристо-белый цвет. Если такое явление наблюдается, шейку следует восстановить полировкой до достижения необходимой чистоты поверхности. В исключительных случаях шейку необходимо перешлифовать под вкладыш с обнижением (*см. обниженные шейки/подшипника, Поз. 6.4).*

6.2 Искровая эрозия

Искровая эрозия возникает при электрическом разряде между рамовым подшипником и поверхностью шейки.

Причиной разности потенциалов является образование гальванического элемента из корпуса

судна, морской воды и валопровода вместе с коленчатым валом.

Масляная пленка действует как диэлектрик. Пробивное напряжение в подшипнике зависит от толщины масляной пленки.

С повышением нагрузки двигателя возрастает удельная нагрузка на рамовый подшипник. При этом уменьшается толщина масляной пленки, что позволяет разряду происходить при меньшем уровне напряжения.

Поскольку толщина гидродинамического масляного клина изменяется в течение рабочего цикла, разряд будет происходить приблизительно в тот же момент поворота вала, т.е. там, где толщина пленки минимальна. Соответственно, ухудшение шероховатости будет концентрироваться на определенных участках поверхности шейки.

В начальных стадиях шероховатые участки могут напоминать питтинговую эрозию - но позднее, с ростом шероховатости, мелкие "оспины" (раковины) будут сниматься и поднимать баббит - отсюда серебристо-белый внешний вид.

Поэтому для обеспечения защиты от искровой эрозии, уровень потенциала следует поддерживать *не выше 80 мВ*, что осуществимо с помощью высоко эффективного заземления. Если установлено заземляющее устройство, его эффективность должна регулярно проверяться. *Искровая эрозия наблюдается только в рамовых подшипниках и шейках. В части ремонта шеек см. Поз. 7.11.*

Состояние подшипников необходимо оценивать для принятия решения об их ремонте или замене.

Рекомендуется обращаться к MAN B&W Diesel при необходимости совета.

6.3 Геометрия поверхности

Факторы геометрии поверхности, такие как овальность, конусность, бочкообразность и расцентровка могут вызвать эксплуатационные трудности. Подобные необычные случаи отклонения от геометрии шеек/подшипников и расцентровка могут возникнуть после ремонта.

Рекомендуется обращаться за консультацией к MAN B&W Diesel.

6.4 Обниженные шейки/подшипники (ремонтного размера)

В случае повреждения может оказаться необходимым восстановить шейку шлифовкой до меньшего размера. Окончательный размер должен по-возможности выбираться отличным на половину или целый миллиметр. Это желательно в целях упрощения производства и обеспеченности обниженными вкладышами для аварийных случаев, как, например, в следующих случаях:

a) Рамовые и мотылевые шейки могут шлифовываться до меньшего на 3 мм размера. Если потребуются дальнейшее уменьшение, необходимы специальные исследования подшипникового узла.
Рекомендуется обратиться к MAN B&W Diesel за консультацией.

b) В эксплуатации шейки поперечины крейцкопфа могут быть:

1. Отполированы до ($D_{\text{номинал}} - 0,15$ мм) в качестве *минимального* диаметра.
2. Перешлифованы со смещением центров максимум 0,3 мм при перешлифовке.

В обоих случаях, поскольку используются стандартные вкладыши, верхние (вертикальные) зазоры в подшипниках будут увеличенными в зависимости от состояния поверхности шейки, подвергающейся восстановлению. Величина смещения центров, использованная для перешлифовки должна быть выбита на поперечине.

Рекомендуется обращаться к MAN B&W Diesel за консультацией.

7. Практическая информация

7.1 Проверка без вскрытия

Следуйте перечню проверок в соответствии с программой, приведенной в *Томе II "Обслуживание", 904-2.1, 904-6, 905-2. Запишите результаты в машинный журнал. См. также Поз. 7.12 "Ревизия подшипников".*

a) Остановите двигатель и блокируйте главный пусковой клапан и воздухораспределитель.

b) Введите в зацепление валоповоротный механизм.

c) Сразу после остановки двигателя, пока масло продолжает циркулировать, проверьте, одинаков ли поток масла, сливающегося из всех сливных масляных канавок нижней половины крейцкопфного подшипника и башмаков крейцкопфа. Слив масла из рамовых и мотылевых подшипников должен быть проверен на разных цилиндрах: он должен быть везде одинаковым.

d) Проверните кривошип соответствующего цилиндра в НМТ и выключите масляный циркуляционный насос.

e) 1. Проверьте верхний зазор щупом. Изменение зазора по сравнению с замерами при предыдущей ревизии (переборке) должно быть незначительным.

2. В части операции проверки зазоров в башмаках и направляющих планках, см. *Том II "Обслуживание", 904-5.*

f) Обследуйте торцы вкладышей, направляющих планок и башмаков и проверьте, нет ли выдавленного или выкрошенного баббита; проверьте также, нет ли баббита в масляном поддоне.

g) В следующих случаях подшипники должны быть демонтированы для ревизии, см. *Поз. 7.2:*

1. Нагрев подшипников при работе.

2. Поток масла и струи масла на сливе неравномерны, уменьшены или отсутствуют.

3. Увеличение зазора по сравнению с предыдущим замером более, чем на 0,05 мм.

4. Выдавливание, смещение или отсутствие белого металла на концах подшипников, башмаков и направляющих планок.

Если позиции 1, 3 или 4 наблюдаются при осмотре рамовых подшипников, мы рекомендуем осмотреть вкладыши двух соседних подшипников для выявления неполадок.

7.2 Ревизия со вскрытием и переборка

Примечание: Запишите уровень давления на гидроприспособлении при ослаблении гаек крышки подшипника.

Тщательно протрите поверхности скольжения шеек и вкладыша подшипника чистой ветошью. Для осмотра используйте мощную лампу.

Оценка состояния металла и поверхности шеек выполняется в соответствии с приведенными ниже указаниями. *Результаты должны быть занесены в машинный журнал. См. также Поз. 7.12 "Ревизия подшипников".*

7.3 Виды повреждений

На покрытии и в белом металле могут появиться следующие виды повреждений.

- a) Отрыв поверхностного слоя из-за недостаточного сцепления. Повреждение не ограничивается определенными участками поверхности подшипника. Белый металл в районе повреждения ясно виден, с четкими краями поверхностного слоя. Этот дефект рассматривается, как "косметический", если он ограничен малой площадью подшипника и участки не связаны между собой.
- b) Наволакивание ("натяг") проявляется в виде смещения его отдельных участков. "Натяг" верхнего покрытия может возникать во время приработки нового подшипника; в случае, если "натяг" значителен его причину необходимо найти и устранить. Одной из главных причин натяга является шероховатость шейки/подшипника.
- c) Наволакивание белого металла возникает вследствие металлического контакта поверхностей скольжения, при котором возрастает выделение тепла трения, что вызывает пластическую деформацию ("натяг"). См. Поз. 7.4.

7.4 Причины наволакивания ("натяга")

- a) Точки твердого контакта, например, происходящие от:
 1. Дефектных поверхностей шейки, подшипника или направляющей крейцкопфа.

2. Риски на поверхностях подшипников или башмаков.
3. Твердые частицы, попавшие между расточкой корпуса и спинкой вкладыша.
4. Фреттинг на спинке вкладыша и расточке корпуса.

- b) Повышенная шероховатость поверхности подшипника/шейки.

В большинстве случаев повышение шероховатости происходит в эксплуатации и связаны с:

1. Проникновением твердых частиц:

Проникновение твердых частиц может вызываться неудовлетворительной работой фильтров и/или сепараторов, либо отставанием ржавчины или окалины в трубопроводах.

Поэтому всегда уделяйте максимум внимания чистоте масла.

2. Коррозионным воздействием:

- Если масло вырабатывает слабую кислоту.

- Если ангидриды сильных кислот поступают в масло, что в сочетании с водой приводит к образованию кислоты.

- Если содержание забортной воды в масле превышает 1%. Вода воздействует на белый металл, образуя очень твердые черные вкрапления окиси олова (SnO), которые могут поцарапать поверхность шейки и повысить ее шероховатость.

Образование окиси олова идентифицируется поступлением ржавчины из междудонной цистерны. Поэтому содержите ее поверхность, особенно "подволок" чистыми.

- c) Недостаточная подача масла.

- d) Расцентровка.

7.5 Трещины

Образование трещин является усталостным явлением, вызванным повышенным уровнем динамических напряжений в отдельных зонах металла подшипника.

В случае чрезмерного местного разогрева усталостная прочность белого металла/оловянисто-алюминиевого сплава снижается и термические трещины могут образовываться при нормальном уровне динамических напряжений.

Небольшие пучки волосовидных трещин развиваются в сетку трещин. В прогрессирующей стадии повышенное действие концентрации напряжений и гидродинамическое давление масла будут отрывать белый металл от стальной основы, приводя к отрыву и смещению фрагментов металла.

7.6 Причины трещин

- a) Недостаточная сила сцепления между белым металлом и стальной основой (ошибки лужения или заливки).
- b) Развитие трещин за кратковременный период работы может быть вызвано расцентровкой (например, скручиванием крышки относительно корпуса) или геометрическими погрешностями (например, уступ между контактными поверхностями вкладышей или неправильная геометрия масляного клина).
- c) Высокая местная нагрузка: например, если в процессе приработки нагрузка концентрируется на нескольких местных высоких гребешках заливки.

Примечание: Подшипники с трещинами ремонту не подлежат.

7.7 Ремонт переходных участков для масла

(Клинья, касательный профиль, разгрузочные расточки-выемки)

Примечание: настоятельно рекомендуем обращаться к MAN B&W Diesel за консультацией до начала ремонта.

Образование острых кромок или неточный наклон переходных участков к поверхности скольжения будет серьезно нарушать поступление смазки к поверхности подшипника, вызывая мас-

ляное голодание в этом месте.

Переходные участки ремонтируют путем тщательной очистки налипшего металла острым лезвием шабера или другим подходящим инструментом. Масляные клинья (скосы) следует восстановить с требуемым уклоном (максимум 1/100) и длиной, см. Илл. 70803.

Примечание: Проверьте геометрию переходных участков перед монтажом новых подшипников, см. Поз. 14.

7.8 Скорость износа подшипников

Уменьшение толщины вкладыша в нагруженной зоне рамовых, мотылевых и крейцкопфных подшипников за данный период времени представляет собой скорость износа подшипников. Средняя скорость износа по опыту эксплуатации составляет 0,01 мм/10000 часов. Пока скорость износа не превышает этой величины, работу подшипников можно считать нормальной.

Для крейцкопфных подшипников, предельная величина износа ограничивается сокращением на примерно 50% длины масляного клина, см. Илл. 70803. Естественно, если поверхность подшипника сохраняет хорошую форму, вкладыш можно использовать снова после восстановления масляных клиньев до нормальной длины. Обследуйте также состояние поверхности шейки, см. Поз. 6.1 и 7.9.

За дальнейшими советами просим обращаться к MAN B&W Diesel A/S.

7.9 Шероховатость поверхности (шеек/подшипников)

a) Пределы шероховатости поверхности. Шероховатость поверхности шеек/подшипников всегда должна быть в установленных пределах.

1. Для рамовых и мотылевых шеек:
 - I Новые шейки 0,8 Ra
 - II При достижении шероховатости 1,6 Ra (требуется восстановление шейки)
2. Для шеек поперечин крейцкопфа:
 - I Новые и переполитрованные 0,05 Ra
 - II Приемлемые в эксплуатации 0,05-0,1 Ra
 - III Переполитровать, если выше 0,1 Ra

b) Определение шероховатости шейки

Измеряйте шероховатость электронным тестером шероховатости, или

Оценивайте шероховатость тестером Ruiko путем сравнения поверхности шейки с образцами в тестере Ruiko. При проведении этого испытания поверхность шейки и тестер Ruiko должны быть тщательно очищенными и сухими. Держите тестер близко к поверхности и сравнивайте поверхности. При необходимости проведите ногтем по поверхности шейки и образцам Ruiko для сравнения и определения уровня шероховатости.

7.10 Ремонт подшипников на месте

Примечание: Настоятельно рекомендуем обратиться к MAN B&W Diesel за консультацией перед началом ремонта.

- a) 1. Наволакивание верхнего покрытия на нижних вкладышах крейцкопфного подшипника не является опасным и подшипник восстанавливается тщательным подшабриванием.
2. Твердый контакт на кромках крейцкопфного подшипника обычно образуется вследствие гальванического нароста верхнего покрытия. Это иногда наблюдается при ревизии вновь установленных подшипников и исправляется путем подшабривания этих участков острым лезвием шабера или другим подходящим инструментом.
- b) Выдавливание белого металла или "натяг"
1. Вытесненный "натягом" металл может накапливаться в масляных канавках/клиньях, касательных профилях (переходов) или в разгрузочных расточках (выемках), где он образует зазубренные гребни. Такие подшипники обычно могут использоваться далее при условии тщательного удаления кромок подходящим шабером и восстановления первоначальной геометрии (см. Поз. 7.7). Выступающие участки на поверхности подшипника следует сравнивать посредством легкой перекрестной подшабровки.

2. В случае "натягов", требующих восстановления геометрии подшипника, важно:

- I Оценить состояние поврежденного участка и, если необходимо, проверить поверхность подшипника на наличие волосовидных трещин с помощью лупы и, при необходимости, проникающей жидкости (пинетранто).
- II Проверить шероховатость поверхности шейки.

3. В исключительных случаях "натяга" белого металла, масляные клинья в крейцкопфных подшипниках могут исчезнуть. В таком случае вкладыш следует заменить.

- c) Для оценки и ремонта повреждения из-за искровой эрозии, обращайтесь к Поз. 6.2.
- d) Поверхность подшипника с трещинами ремонту не подлежит. Подшипник следует заменить (см. Поз. 7.5 и 7.6).

7.11 Ремонт шеек

- a) Шейки поперечины крейцкопфа
Шероховатость поверхности шейки должна быть менее, чем 0,1 Ra (см. Поз. 7.9). Если величина Ra выше 0,1 μm , шейку зачастую можно переполлировать на месте, как описывается ниже. Если шейка имеет также риски, должны быть оценены расположение и величина поврежденных участков. Если имеются также глубокие риски, их следует тщательно выровнять полировальной бумагой 3М или аналогичной до того, как начать полировку.

Для направления полировальной бумаги используйте стальную линейку или что-либо подобное, т.к. пальцы недостаточно жестки.

Шероховатость поверхности после полировки должна быть 0,05 Ra.

Рекомендуются следующие способы полировки на месте.

1. Полировка с помощью микрофинишной ленты

Процесс полировки выполняется "микрофинишной пленкой" напр. 3М окисла алюминия (30 микрон и 15 микрон), что рекомендуется как наиболее быстрый и легкий способ, хотя лучшее решение часто - отправить крейцкопф на берег для ремонта.

Микрофинишная лента оборачивается вокруг шейки и протягивается туда-сюда вручную, продвигаясь в то же время по длине цапфы, либо можно использовать также ручную дрель, в этом случае концы микроленты соединяются с помощью прочной клейкой ленты.

2. Метод плетеной пеньковой веревки

Этот метод реализуется с помощью плетеной пеньковой веревки и ювелирного полировочного порошка.

Смесь полировочной пасты с газойлем (образующая абразивную пасту мягкой консистенции) должна наноситься на веревку через регулярные промежутки. В процессе полировки веревка должна медленно перемещаться от одного конца шейки к другому.

Полирование продолжается до тех пор, пока замер шероховатости не покажет, что поверхность достаточно гладкая (см. Поз. 8.4).

Это очень трудоемкая операция и в зависимости от шероховатости поверхности для ее выполнения требуется от трех до шести часов.

b) Шейки (Рамовые и мотылевые шейки)

1. Методы полировки шеек крейцкопфа применимы и в этих случаях и, в частности, метод 1). Полировка с помощью микрофинишной ленты является наиболее приемлемым. Рекомендуется микрофинишная лента 30 микрон.

2. Могут также ремонтироваться местные повреждения шейки. Поверхность тщательно зашлифовывается, а переходы к

поверхности скольжения шейки должны тщательно скругляться и заполировываться.

Мы рекомендуем обращаться к MAN B&W Diesel за консультацией перед выполнением подобного ремонта.

7.12 Ревизия подшипников

В части проверки новых подшипников перед установкой см. Поз. 14.

Для собственно судовой документации и обеспечения правильной оценки подшипников при запросе консультации MAN B&W Diesel, мы рекомендуем следовать формам протокола ревизии, представленным в Илл. 70809-70814. См. пример Протокола ревизии в Илл. 70813.

Следующим требованием является эффективное охлаждение, которое обеспечивается поперечными масляными канавками. Поверхность шейки суперфинишируется (см. Поз. 7.9 а) 2). Нижний вкладыш выполняется со специальной геометрией поверхности (врезанная дуга), которая простирается на дуге 120 градусов и обеспечивает равномерное распределение нагрузки на поверхности подшипника в контакте с шейкой. *Нижний вкладыш имеет приработочное покрытие (см. Поз. 3), которое обеспечивает соответствие геометрии шейки и поверхности скольжения.*

9. Рамовые подшипники

Двигатели ряда МС могут оборудоваться "Подшипниками с толстостенными вкладышами" (Поз. 5.5) или "Подшипниками с тонкостенными вкладышами" (Поз. 5.4).

Тип вкладыша, "толстостенный" или "тонкостенный", определяет корпус рамового подшипника, описываемый ниже (см. таблицу типов установленных подшипников, Илл. 70801, и узел корпуса, Илл. 70805).

9.1 Подшипники с толстостенными вкладышами (сборка) (Илл. 70805, Рис. 1)

Усилие затяжки узла толстостенного подшипника (Рис. 1) передается от крышки подшипника верхнему вкладышу (поз. 2) и через стыковочные поверхности нижнему вкладышу (поз. 3).

Расточка подшипника характеризуется следующей геометрией:

- а) Центральной маслоподводящей канавкой и вводом масла в верхний вкладыш, который заканчивается *касательным профилем* (выходом) (Поз. 5.1) по обоим сторонам нижнего вкладыша, см. Илл. 70801.
- б) Подшипники оборудованы *разгрузочными расточками* (лысками) (Поз. 5.2) на стыковочных поверхностях верхнего и нижнего вкладышей, см. Илл. 70801.

9.2 Подшипники с тонкостенными (вставными) вкладышами (сборка) (Илл. 70805, Рис. 2)

Узел является жесткой сборкой. Крышка подшипника (поз. 1) с наклонными вертикальными и горизонтальными поверхностями сопряжения вставляется в гнездо фундаментной рамы аналогичной формы (поз. 2), и после затяжки гаек обеспечивается надежная фиксация крышки в фундаментной раме.

Нижний вкладыш устанавливается при помощи винтов (поз. 3). В процессе монтажа нижнего вкладыша очень важно проверить, что винты полностью закреплены к фундаментной раме. Этим предотвращается повреждение винтов и вкладыша в процессе затяжки крышки подшипника. См. также Том II "Обслуживание", Операция 905-3.1.

См. также Поз. 5.5 выше в этом разделе. В отношении информации по ревизии и ремонтам, см. Поз. 7.

10. Мотылевые подшипники (См. Том III "Компоненты", Илл. 90401)

Этот узел собирается с тонкостенными вкладышами и имеет две или четыре крепежных шпильки, в зависимости от типа двигателя. Узлы мотылевых подшипников с четырьмя шпильками должны затягиваться параллельно, например, сначала две носовых шпильки, а затем две кормовых шпильки; затяжка может производиться в два или три этапа. Эта операция рекомендуется с целью предотвращения закручивания (углового смещения) крышки подшипника по отношению к сопрягаемой поверхности на шатуне.

Переход маслоподающей канавки к поверхности скольжения подшипника аналогичен таковому для рамовых подшипников. В части информации о ревизии и ремонте, см. Поз. 7.

11. Башмаки

(Илл. 70806)

(См. также Том III "Компоненты", Илл. 90401)

- а) Башмаки, которые монтируются на носовом и кормовом концах поперечины крейцкопфа, скользят между направляющими и преобразуют поступательное движение поршня со штоком через шатун во вращательное движение коленчатого вала.

Башмаки располагаются относительно поперечины крейцкопфа с помощью установочных винтов, ввинченных в башмаки, концы установочных винтов входят в отверстия в поперечине и ограничивают ее вращательное движение, когда двигатель проворачивается при отсоединенном штоке поршня.

Направляющие планки приболчены к внутренней стороне башмаков и обеспечивают точное положение штока поршня в направлении нос-корма. Эта центровка и зазор между направляющими планками и направляющими обеспечивается с помощью прокладок между полосой и башмаком.

Поверхности скольжения башмаков и направляющих планок покрываются заливкой из белого металла и оборудуются поперечными смазочными канавками и скосами (масл. клиньями) (см. Поз. 5.3, Илл. 70803 и Илл. 70806).

В отношении ревизии башмаков и направляющих планок см. Поз. 7.1, 7.3 с) и 7.4 а) 1 и а) 2 и Том II "Обслуживание", 904-5.

12. Узел упорного подшипника

(Илл. 70807)

Упорный подшипник, встроенный в цепной привод, является подшипником с плавающими сегментами, типа Митчелл. Как на кормовой, так и на носовой сторонах от упорного гребня предусмотрено по восемь подушек (сегментов). Они удерживаются на месте вкруговую стопорами. Сегменты работают подобно скользящим блокам и самоустанавливаются таким образом, что каждый из них может занимать самостоятельно

угол входа, необходимый для образования гидродинамического масляного клина. Масло для смазки и охлаждения разбрызгивается прямо на переднюю и заднюю стороны упорного гребня через сопла, расположенные в промежутках между подушками. Сопла смонтированы на полукольцевой подающей трубе.

В отношении зазоров и максимально допустимого износа см. Том II "Обслуживание", 905-4.

13. Подшипники распределительного вала

(Илл. 70808)

Узлы подшипников распредел. вала размещены между выпускными и топливными кулачками для отдельных цилиндров. Узел подшипника выполнен подвесным, т.е. вал покоится на жестких крышках подшипников, которые приболчены снизу к горизонтальной поверхности в корпусах кулачков. Точное положение крышек фиксируется коническими штифтами.

Применяемые подшипники с тонкостенными вкладышами без верхнего покрытия (Поз. 5.5), а конфигурация вкладышей может представлять собой:

- а) Комплект из двух вкладышей (верхнего и нижнего), Илл. 70808, Рис. 1.
- б) Комплект с одним вкладышем (только нижним), Илл. 70808, Рис. 2.

В случае б) стыковочные поверхности нижнего вкладыша опираются на поверхность разъема в корпусе кулачков распредел. вала. Толщина стенки у стыковочных поверхностей вкладыша уменьшена для обеспечения совпадения внутренней поверхности вкладыша с расточкой в корпусе кулачков распредел. вала.

Переходы к поверхности скольжения выполнены в форме клина; это сделано в обеспечение беспрепятственного поступления масла к поверхности скольжения подшипника.

Удельная нагрузка на подшипники распределительного вала низкая, и эти подшипники работают безотказно, если система подачи смазочного масла поддерживается в хорошем состоянии, см. стр. 708.27. Однако, если необходимы практические сведения, обращайтесь к Поз. 7 "Проверки без вскрытия" и "Ревизия со вскрытием и переборка".

В отношении зазоров, просим обращаться к Тому II "Обслуживание", Операция 906-5.1.

14. Проверка новых подшипников перед монтажем

(Илл. 70827)

Тщательно очистите вкладыши подшипников перед осмотром.

14.1 Внешний осмотр

- a) Проверьте состояние поверхности скольжения на вмятины и заусенцы.
- b) Проверьте, чтобы переходы между разгрузочной расточкой (выемкой) и поверхностью скольжения подшипника были плавными.

14.2 Контрольные измерения

Расположите вкладыш свободно, как показано на Илл. 70827, Рис. 1.

- a) Замерьте толщину стенки с помощью микрометра. Измеряйте в середине вкладыша в 15-ти миллиметрах от носовой и кормовой сторон.
- b) Замерьте хорду вкладыша в свободном состоянии и сопоставьте с Илл. 70827, Табл. 1.

Слишком большая свободная хорда может затруднить монтаж и демонтаж и может вызвать повреждение стопорных винтов.

Слишком малая, или отрицательная свободная хорда может привести к непосредственному контакту с шейкой, что приведет к масляному голоданию и, в конечном итоге, к повреждению поверхности белого металла.

Примечание: Подшипники с отрицательной свободной хордой монтажу не подлежат.

Просим обращаться к MAN B&W Diesel в случае обнаружения чрезмерно большой или чрезмерно малой хорды в свободном состоянии.

- c) Запишите замеры, как описано в Поз. 7.12 и Илл. 70809-70814.

Это облегчит оценку износа подшипников при последующих переборках.

14.3 Предосторожности

Поскольку вкладыши подшипников чувствительны к деформациям, при транспортировке и хранении необходимо позаботиться о том, чтобы не нарушить их геометрию и не изменить хорду в свободном состоянии.

Вкладыши должны храниться с опорой на одну боковую сторону и быть надежно защищены от коррозии и механического повреждения.

Предпочтительно хранить вкладыши в исходной упаковке и проверять их состояние, особенно, если упаковка носит следы повреждения.

При транспортировке со склада на двигатель избегайте любых контактов, которые могут повредить геометрию вкладыша.

Центровка рамовых подшипников

1. Центровка

В процессе установки двигателя, промежуточного и гребного вала на судно, верфь ставит задачу выполнить общую центровку в обеспечение того, что реакции в подшипниках будут в допустимых пределах при действии различных факторов на судно и двигатель в эксплуатации.

Действие таких факторов, как загрузка судна, нагрев или охлаждение двигателя, постоянный прогиб судна, волнение моря, износ подшипников и т.д. делает необходимой регулярную проверку центровки:

Рамовых подшипников, см. Поз. 2.1-2.6
Фундаментной рамы двигателя, см. Поз. 2.7
Валопровода, см. Поз. 2.8

2. Центровка рамовых подшипников

Илл. 70815, 70817

Центровка подшипников контролируется *замерами раскёпов* (autolog), как описано в следующем Разделе.

Если, например, два соседних рамовых подшипника установлены слишком высоко (см. Рис. 1), то на этом участке осевая линия коленчатого вала будет приподнята дугой вверх. Это вызовет изгиб промежуточного кривошипа таким образом, что он будет "открываться" в нижнем положении и "закрывается" в верхнем положении.

Поскольку величина такого осевого удлинения и укорочения увеличивается пропорционально разнице в высоте подшипников, она может использоваться, как мера центровки подшипников.

2.1 Измерение раскёпов

Илл. 70815

Поскольку на центровку влияет температура двигателя и состояние загрузки судна, замеры раскёпов для их сопоставимости всегда следует выполнять при примерно одинаковых температуре и условиях загрузки.

Рекомендуется заносить действительные величины температур воды охлаждения цилиндров и смазочного масла, а также условия загрузки судна в Илл. 70815.

Кроме того, их следует определять когда судно находится на плаву (т.е. не в сухом доке).

Операция.

Установите кривошип соответствующего цилиндра в положение Н1, см. Рис. 2. Установите микрометрический индикатор по оси на кривошипе, против мотылевой шейки и на определенном расстоянии от центра, как показано на Рис. 1. Точное положение для установки отмечено кернами на щеках кривошипа. Установите индикатор на "Ноль".

Снимите показания индикатора в положениях, указанных на Рис. 2.

"Закрытие" кривошипа (сжатие индикатора) рассматривается, как отрицательная величина, а "открытие" кривошипа (расширение индикатора) считается *положительной величиной*, см. Рис. 1.

Поскольку при проворачивании вала индикатор не может пройти через шатун в НМТ, замер для нижнего положения вычисляется, как среднее для двух смежных замеров (по одному с каждой стороны в районе НМТ).

При замерах раскёпов на трех кормовых цилиндрах, валоповоротный механизм при каждой остановке следует немного повернуть обратно, чтобы снять тангенциальное усилие на зубья валоповоротной шестерни. Это усилие может в противном случае исказить замеры.

Занесите замеры в таблицу Рис. 3. Затем вычислите раскёп в НМТ, $1/2(H1+H2)$ и запишите результат в строку Рис. 4.

Суммарные "вертикальные раскёпы" (открытие - закрытие) кривошипов при проворачивании от нижнего до верхнего положения, вносятся в таблицу Рис. 5 (ВМТ - НМТ).

Эти отклонения (раскепы-Верт.) являются следствием вертикальной расцентровки подшипников.

Аналогично, *горизонтальная расцентровка* (В-Р) образует величину (Гор.) на Рис. 6.

2.2 Проверка раскёпов

Илл. 70817 и стр. 701.14

Кроме фактической расцентровки рамовых подшипников на результаты измерений могут также влиять:

- персональные ошибки
- овальность или эксцентricность шеек
- одна из шеек приподнята в рамовом подшипнике ("плавающая"), так что под шейкой образуется зазор.

Для последующего анализа этих влияний вычисляют две суммы отклонений Верт. и Гор. и вносят в таблицу, Рис. 7. *См. также дальнейшие примечания под Рис. 7.*

Результаты замера раскёпов следует сопоставлять с результатами стендовых замеров (записываемых изготовителем двигателя на стр. 701.14). Если позже производилась переукладка (например, при последующих ремонтах), должны использоваться результаты этих измерений.

Значения *допустимых "вертикальных" раскёпов* и т.д. представлены на Илл. 70817.

2.3 Кривая раскёпов

Илл. 70815, 70816А, 70816В

Если обнаружатся большие раскёпы так, что потребуется переукладка рамовых подшипников, будет полезно вычертить кривую для вертикальной расцентровки, как описано ниже и показано на Рис. 10 (Илл. 70816).

Аналогичная кривая для *горизонтальной расцентровки* может также быть построена, но она применяется реже.

Операция

(Для двигателя с цепным отсеком на кормовом конце, *см. Илл. 70816А*. Для центрально расположенного цепного отсека *см. Илл. 70816В*).

Сначала выполняется схематический эскиз колленчатого вала (Рис. 8).

Рис. 9: Построение диаграммы раскёпов начинается с линии А1, которая проводится как осевая кривошипа N1. От центра кривошипа N1 к центру кривошипа N2 диаграмма продолжается линией А2, которая проводится под углом (α_1). Как можно видеть, угол (α_1) откладывается пропорционально раскёпу, замеренному на кривошипе N1 (т.е. в данном примере +14, *см. Илл. 70815, Рис. 5*).

Примечание: Положительные раскёпы откладываются вверх, отрицательные - вниз.

Между осями кривошипов N2 и 3 проводится линия А3 таким образом, что она отклоняется от направления линии А2 на угол (α_2). И в данном случае угол (α_2) отложен пропорционально раскёпу, замеренному на кривошипе N2 (здесь +2).

Эта операция продолжается до тех пор, пока не будет построена диаграмма Рис. 9.

В случае, если цепной привод расположен в середине двигателя, соответствующая "линия раскёпов" продолжается до центра следующего кривошипа, как показано в *Илл. 70816В*.

Наконец, "ломаные линии раскёпов" Рис. 9 заменяются непрерывной кривой, Рис. 10, и проводится "параллельная" базовая прямая, помогающая определить, какие рамовые подшипники неисправны.

В случаях, когда в перецентровке нуждается кормовой рамовый подшипник, необходимо принять во внимание центровку двигателя по отношению к линии валопровода.

2.4 Плавающие шейки

Используйте специальный щуп для проверки контакта между рамовыми шейками и нижними вкладышами подшипников. Проверьте, равен ли нулю зазор между шейкой и вкладышем.

Если обнаруживается зазор между шейкой и нижним вкладышем подшипника, необходимо проверить состояние вкладыша и, в случае его повреждения, заменить.

Центровку двигателя, при необходимости, следует проверить и отрегулировать.

Для снятия правильных расцепов, если одна или несколько шеек не имеют контакта с нижними вкладышами, рекомендуется связаться с изготовителем двигателя.

2.5 Причины изгиба коленчатого вала

1. Износ рамового подшипника
2. Смещение фундаментной рамы
(см. "Измерения по струне")
3. Изменение центровки двигателя и/или валопровода.

Обычно это проявляется в значительном изменении расцепов самого отдаленного кормового кривошипа (см. "Центровка валопровода").

2.6 Измерения по струне

Вдоль каждой стороны фундаментной рамы натягивается стальная упругая (рояльная) проволока диаметром 0,5 мм.

Проволока нагружается усилием 40 кг в горизонтальном направлении.

Посередине каждой поперечной балки измеряется расстояние между струной и обработанными платиками на верху фундаментной рамы, вне сливных масляных канавок.

При этом обнаруживается, изменилось ли положение рамы по сравнению с исходными замерами, сделанными при монтаже двигателя.

2.7 Центровка валопровода

Ее можно проверить измерением нагрузки на:

- кормовой рамовый подшипник
- подшипники промежуточного вала (опорные подшипники)
- подшипник дейдвудной трубы.

Обычно такие измерения требуют участия квалифицированных специалистов.

Поскольку надежная оценка измерений центровки валопровода требует хорошей основы, наилучшим способом проверка может быть сделана, если на верфи или судоремонтном заводе центровка выполняется, исходя из предварительного расчета реакций подшипников.

Циркуляционное масло и масляная система

1. Циркуляционное масло

(Смазочное и охлаждающее масло)

Следует использовать масла класса вязкости SAE 30 с антикоррозионными и антиокислительными присадками.

В целях поддержания картера и полостей охлаждения поршней чистыми от отложений следует пользоваться маслами с достаточными моющими и дисперсионными свойствами.

Обычно предпочитают щелочные циркуляционные масла.

Перечисленные ниже международные сорта масел все обеспечивали удовлетворительную эксплуатацию в одной или многих ЭУ с дизелями MAN B&W.

Фирма	Циркуляционное масло SAE 30, TBN 5-10
Elf-Lub	Atlanta Marine D3005
BP	Energol OE-HT30
Castrol	Marine CDX 30
Chevron	Veritas 800 Marine
Exxon	EXXMAR XA
Fina	Fina Alcano 308
Mobil	Mobilgard 300
Shell	Melina 30/30S
Texaco	Doro AR 30

Перечень не следует считать завершенным, и масла других фирм могут быть в равной мере пригодными.

Дальнейшая информация может быть получена от изготовителя двигателя или MAN B&W Diesel A/S, Копенгаген.

2. Система циркуляционного масла

(Дизели без объединенной системы смазки)

Илл. 70818 и 70819

Насос (4) принимает масло из сточной цистерны и нагнетает его через маслоохладитель (5), фильтр (6) с абсолютной тонкостью фильтрации

50 мкм (0,05 мм), соответствующей номинальной тонкости фильтрации ок. 30 мкм при коэффициенте отсева 90%, и далее подает его в двигатель, где оно разделяется на две ветви: "b" и "с".

b) Основная часть масла через трубу телескопии направляется в трубопровод охлаждения поршня, где оно распределяется на охлаждение поршня и смазку подшипников. От крейцкопфных подшипников масло поступает через сверления в шатунах на мотылевые подшипники.

с) Остальное масло направляется на смазку рамовых подшипников, цепного привода и упорного подшипника.

Относительное количество масла, направляемое в трубопровод охлаждения поршня и к рамовым подшипникам, регулируется дроссельным клапаном (7) или калиброванной шайбой.

Распределение масла внутри двигателя, т.е. от ветви b через фланец U, и от ветви c, через фланец R, показано на *Илл. 70819*.

Давление циркуляционного масла:
См. Главу 701.

3. Неисправности масляной системы

3.1 Нарушение подачи охлаждающего масла

Масло на охлаждение поршня подается через телескопическую трубу, закрепленную на кронштейне крейцкопфа. Отсюда оно распределяется на крейцкопфный подшипник, башмаки крейцкопфа, мотылевый подшипник и на головку поршня.

Нарушение подачи охлаждающего масла к одному или нескольким поршням может вызвать интенсивное коксообразование в полости охлаждения. Это приведет к ухудшению охлаждения и, значит, к повышению температуры материала сверх расчетной.

В таких случаях, во избежание повреждения головки поршня нагрузка цилиндра должна быть снижена немедленно (см. защиту снижением

частоты вращения, ниже), а соответствующие поршни должны быть вынуты при первой возможности для очистки полостей охлаждения.

При нарушении подачи охлаждающего масла срабатывает АПС и защита снижением частоты вращения двигателя. См. Главу 701, поз. 327 и поз. 328.

Для установок с ВРШ и валогенератором, соединенным с сетью, предусматривается автоматический запуск вспомогательного двигателя и его подключение к сети прежде, чем валогенератор отключится и частота вращения двигателя снизится.

См. Илл. 70311, "Диаграмма последовательности операций".

После устранения неисправности охлаждения необходимо проверить (при работе насоса циркуляционного масла) отсутствие протечек в соединениях системы охлаждения внутри картера и убедиться в том, что слив масла из крейцкопфных, мотылевых подшипников и от охлаждения поршня не нарушен.

3.2 Нарушение подачи смазочного масла

Если давление смазочного масла падает ниже величин, представленных в Главе 701, система защиты двигателя должна снизить частоту вращения до уровня ЗАЩИТЫ СНИЖЕНИЕМ ЧАСТОТЫ и соответственно остановить двигатель, когда уровень давления масла будет соответствовать ЗАЩИТЕ ОСТАНОВКОЙ.

Для ЭУ с ВРШ и валогенератором, соединенным с сетью, автоматически запускается вспомогательный двигатель и включается в сеть до отключения валогенератора и снижения частоты вращения двигателя. См. Илл. 70311 "Диаграмма последовательности операций".

Найдите и устраните причину падения давления.

Проверьте наличие следов расплавления белого металла в картере и в масляном поддоне (см. также Проверки А1 и А2, Глава 702).

Прощупайте узлы трения через 15-30 минут после пуска, снова через один час и, наконец, после выхода на полную нагрузку (см. также "Проверки при пуске", Проверка 9 "Последовательность прощупывания", Глава 703).

Уход за циркуляционным маслом

1. Чистота масляной системы

В новой масляной системе, а также в системе, которая осушена для ремонта или замены масла, должны приниматься самые тщательные меры предосторожности от загрязнения системы абразивными частицами, поскольку фильтры и сепараторы удаляют их очень медленно и они могут попасть в подшипники и т.д.

По этой причине - прежде всего перед заполнением системы настоятельно рекомендуется тщательно очистить все трубопроводы, охладители и сточную цистерну.

2. Очистка системы циркуляционного масла

Приводимые ниже рекомендации основаны на нашем опыте и предназначены для того, чтобы дать верфям и эксплуатационникам советы, как успешнее избежать затруднений с новым двигателем или с двигателем после серьезного ремонта.

Инструкция, приведенная в настоящем руководстве, являются сокращенным описанием разработанных нами операций промывки, производимой перед стендовыми испытаниями. Полное описание можно получить от MAN B&W или изготовителя дизеля.

2.1 Очистка перед заполнением

Чтобы уменьшить риск повреждения подшипников, очень важно выполнить нормальную тщательную ручную очистку картера, масляного поддона, трубопроводов и сточной цистерны.

Однако, в равной степени важно, чтобы трубопроводы системы и ее детали между фильтрами и подшипниками были также тщательно очищены для удаления "сварочных брызг" и окалины.

Если трубы пескоструились и после этого тщательно очищались либо обрабатывались "кислотным раствором", их следует дополнительно промыть щелочным раствором и немедленно после этого поверхности необходимо защитить от коррозии.

Кроме того, инородные частицы могут также попасть в охладитель циркуляционного масла, поэтому мы также рекомендуем его тщательно очистить.

2.2 Операция промывки главной системы смазки (двигатели без объединенной масляной системы)

Однако, опыт показал, что как во время, так и после такой генеральной очистки абразивные частицы из воздуха все же могут быть занесены в масляную циркуляционную систему. По этой причине необходимо промыть всю систему способом непрерывной прокачки масла - байпасируя при этом подшипники двигателя и т.п.

Это делается для удаления любых оставшихся абразивных частиц, и перед тем, как подать масло к подшипникам, **очень важно убедиться в том, что вся система и масло в ней очищены достаточно.**

Во время промывки, (также как и во время предшествующей ручной очистки) подшипники должны быть надежно защищены от попадания грязи.

Методы, используемые для эффективного удаления частиц при прокачке масла зависят от реальной машинной установки, особенно от типа фильтра(ов), сепараторов масла и устройства сточной цистерны.

Очистка осуществляется с использованием масляных сепараторов и с прокачкой масла через фильтр. Особый промывочный фильтр с тонкостью фильтрации до 10 микрон часто применяют как дополнение или замену установленного в системе фильтра.

С помощью специальных заглушек байпасируются следующие узлы:

- a) рамовые подшипники
 - b) крейцкопфы
 - c) упорный подшипник
 - d) цепной привод
 - e) турбонагнетатель(и)
 - f) демпфер продольных колебаний
 - g) демпфер крутильных колебаний (при наличии)
 - h) компенсаторы момента (при наличии)
- См. также Илл. 70820, 70821.

Грязь может попасть в крейцкопфный подшипник в связи с тем, что он имеет открытую крышку. Поэтому необходимо покрыть крышку подшипника резиновым ковриком на время промывки.

Поскольку циркуляционное масло не байпасируется помимо сточной цистерны, в промывке должен участвовать весь объем масла.

Во время промывки масло должно быть прогрето до 60-65 °С и прокачиваться с использованием полной производительности насоса для обеспечения удаления всех консервирующих составов внутри труб и других деталей.

Важно, чтобы скорость потока в промываемых трубопроводах была достаточной для турбулентного течения.

Турбулентный поток обеспечивается при числе Рейнольдса 3000 и выше.

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \times 1000, \text{ где}$$

- Re = число Рейнольдса
 V = средняя скорость потока (м/с)
 ν = кинематическая вязкость (сСт)
 D = внутренний диаметр трубы (мм)

Подогрев можно выполнить, например, путем заполнения водяной полости охладителя циркуляционного масла (между клапанами до и после охладителя) пресной водой с последующей подачей пара в эту полость. В течение процесса промывки деаэрационная труба должна быть открыта, а количество пара поддерживается таким, чтобы давление в охладителе было по возможности низким.

Для надежного контроля чистоты масляной системы при промывке используются "контрольные мешочки" из фильтрующей сетки с ячейками 0,050 мм (напр. 100 мм в ширину на 400 мм в длину, площадью не менее 1000 см²). Предложения по емкости для контрольных мешочков показаны на *Илл. 70821*.

Для обеспечения чистоты масляной системы после фильтра в системе устанавливается два мешочка, один на конце главной масляной магистрали перед трубами телескопии, другой

в конце главной масляной магистрали для подшипников.

В целях контроля чистоты самого масла другой мешочек принимает циркуляционное масло из присоединительного патрубка (для взятия проб) на нижней стороне горизонтальной части главного трубопровода между масляным циркуляционным насосом и главным фильтром. Этот мешочек должен устанавливаться на конце пластмассового шланга диаметром 25 мм и подвешиваться в картере.

Мешочки осматриваются на предмет наличия частиц с интервалами около двух часов, после чего они очищаются и подвешиваются вновь без нарушения циркуляции масла в главной системе смазки.

Расход масла через контрольные мешочки должен быть достаточным для того, чтобы они были постоянно заполнены маслом. Расход регулируется зажимом трубок, подводящих масло к мешочку. Рекомендуемый максимальный перепад давления масла на контрольном мешочке - 1 бар, либо в соответствии с информацией поставщика элемента.

При условии, что масло прокачивается при полной производительности главного насоса, чистота масляной системы считается достаточной, если *после двух часов прокачки не обнаруживаются абразивных частиц*.

В качестве дополнения и для сравнения с последующими проверками мы рекомендуем параллельно с использованием контрольных мешочков, проверять чистоту смазочного масла путем подсчета частиц, для определения их концентрации, размера и вида загрязнения. При использовании подсчета частиц промывка не должна считаться завершенной, пока чистота не будет на уровне требований ISO 4406 <= 19/15, (что соответствует требованиям NAS^{*)} 1638, Класс 10).

Для повышения чистоты рекомендуется, чтобы сепараторы циркуляционного масла работали во все время операции промывки. Подогреватели сепараторов должны поддерживать масло нагретым до требуемого уровня.

*) Национальная Академия Наук США

Примечание: Если сепараторы работают без включения масляных циркуляционных насосов, они будут принимать относительно чистое масло, т.к. в связи с малой скоростью частицы смогут осесть в различных участках системы.

Для очистки трубопроводов от отложений в процессе промывки системы следует применить портативный вибратор или молоток. Вибратор следует перемещать на один метр по крайней мере каждые 10 минут, чтобы не вызывать усталостных повреждений в трубопроводах и сварных соединениях.

В процессе промывки следует использовать протокол по форме Илл. 70822, нужный и для последующих проверок.

Поскольку значительное количество инородных частиц и грязи обычно оседает в сточной цистерне во время и после промывки (низкая скорость потока), рекомендуется перекачать масло из сточной цистерны в отдельную цистерну через фильтр в 10 мкм, а сточную цистерну вновь очистить вручную. Масло следует вернуть в сточную цистерну через фильтр в 10 мкм.

Если очистка сточной цистерны не производится, в начальный период эксплуатации часто происходит забивание фильтров в связи с повторным рассеиванием осевших частиц:

- a) благодаря более высокой температуре масла нежели при промывке,
- b) вследствие вибрации двигателя и хода судна при качке в море.

Важно: Если выполняется только визуальное обследование смазочного масла, следует иметь в виду, что наименьший размер частиц, которые может различить глаз человека составляет около 0,04 мм.

При работе двигателя толщина масляной пленки в подшипниках может быть менее 0,005 мм. Следовательно, визуальный осмотр масла не может защитить подшипники от попадания опасных частиц. Рекомендуется обследовать масло в соответствии с нормами ISO 4406.

3. Подготовка циркуляционного масла

3.1 Общее

Очистка циркуляционного масла во время работы двигателя выполняется посредством последовательно включенного масляного фильтра, сепараторов и возможно байпасного фильтра, как показано на Илл. 70818.

Двигатель, как таковой, расходует около 0,1 г/з.л.с циркуляционного масла, что должно компенсироваться доливками свежего масла.

Такое постоянное и необходимое обновление масла поддерживает TBN и вязкость на приемлемом равновесном уровне в результате того, что расходуемое масло имеет повышенные значения этих показателей, а добавляемое масло - стандартное значение.

Для эффективной очистки масла в сепараторах важно, чтобы расход и температура настроились на оптимум, как описывается ниже.

3.2 Процесс сепарации

Эффективная очистка масла основана на принципе, что - при условии, что пропускная способность соответствует требованиям и подготовка эффективна - достигаются равновесные условия, при которых скорость загрязнения масла в двигателе компенсируется скоростью сепарации загрязнений, т.е.:

Количество загрязнений, вносимых в масло за один час, = количеству загрязнений, удаляемых сепаратором за час.

Целью процесса сепарации является достижение этого равновесного состояния при как можно меньшем содержании в масле нерастворимых веществ.

Поскольку эффективность сепарации в очень сильной степени зависит от пропускной способности, весьма важно, чтобы она была оптимизирована.

Вышеизложенные соображения ниже рассматриваются более подробно.

3.3 Объем системы по отношению к процессу сепарирования

Как выше отмечено, сепаратор, занятый очисткой масла, в принципе, через некоторое время, удалит определенное количество загрязнений за час, которое равно количеству загрязнений, производимых двигателем за тот же промежуток времени.

Это означает, что система (двигатель - масло - сепараторы) находится в равновесии при некотором уровне загрязнений (P_{eq}), которое обычно измеряется процентом нерастворимых в пентане.

В небольшой масляной системе (малого объема) равновесный уровень будет достигаться быстрее, чем в большой системе (Рис. 1), но окончательный уровень загрязнения будет одинаковым в обеих системах - в связи с тем, что циркуляционное масло действует лишь, как переносчик загрязняющего материала.

Нерастворимые в пентане

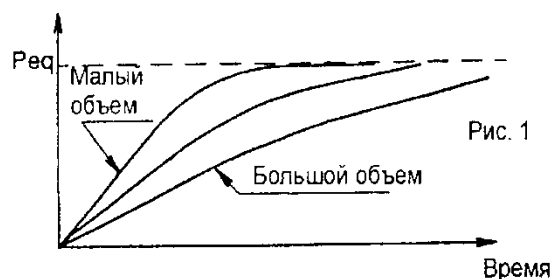


Рис. 1

Сепаратор может работать в широком диапазоне изменения пропускной способности (расхода - Q).

Практический опыт показал, что содержание нерастворимых в пентане до и после сепаратора, является относительным к его пропускной способности, как показано на Рис. 2.

Нерастворимые в пентане, %
(разница до/после сепаратора)

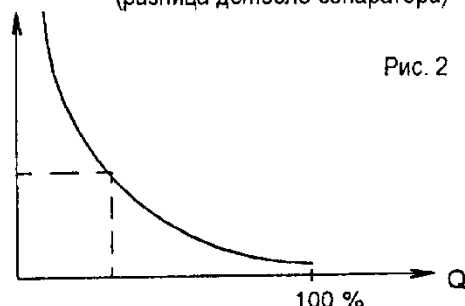


Рис. 2

Рис. 2 показывает, что количество удаляемых из масла нерастворимых в пентане уменьшается при возрастании пропускной способности Q .

Можно видеть, что:

- При малом Q лишь небольшая часть масла проходит через сепаратор за час, но очищается эффективно.
- При высоком Q через сепаратор пропускается много масла за час, но его очистка менее эффективна.

Таким образом, при правильном подборе пропускной способности можно получить оптимальный равновесный уровень очистки (Рис. 3).

Равновесный уровень нерастворимых в пентане, %

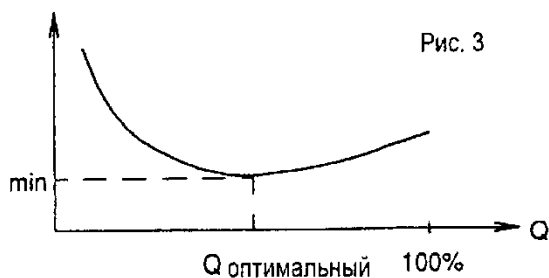


Рис. 3

Этот минимальный уровень загрязнения достигается использованием подходящей величины пропускной способности, являющейся лишь частью номинальной максимальной производительности сепаратора (см. инструкцию на сепаратор).

3.4 Рекомендации по пропускной способности (расходу) сепаратора

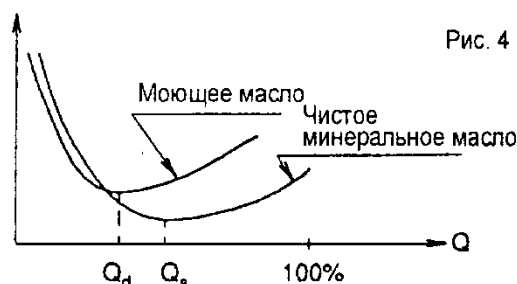
Свойство циркуляционного масла "переносить" продукты загрязнения выражается его моющим/диспергирующим уровнем.

Это означает, что данное количество загрязнений - например, 1% нерастворимых в пентане - будет в моющем масле представлено меньшими по размеру, но более многочисленными частицами, чем в обычном масле (чистом минеральном масле).

Кроме того, частицы в моющем масле будут окружаться присадками, в результате чего их плотность будет очень близка к плотности масла, что препятствует оседанию этих частиц в сепараторе.

Это влияет на расположение минимума на Рис. 3, как показано на Рис. 4.

Равновесный уровень нерастворимых в пентане, %



Как видно, равновесный уровень в моющем масле будет выше, чем в чистом минеральном масле, а оптимальная пропускная способность будет ниже.

Однако, поскольку наиболее важным фактором является размер частиц (риск появления рисок и износа шейки/подшипника), выше указанная разница в уровнях равновесия имеет относительно малое значение, и можно руководствоваться следующими ориентировочными цифрами:

Обычно,

- оптимальная пропускная способность (расход) сепаратора для моющего масла составляет 20-25% от максимальной производительности сепаратора,
- в то же время для чистого минерального масла она составляет около 50-60%

- Это означает, что для большинства циркуляционных масел, используемых сегодня, имеющих некоторую моющую способность, оптимум будет составлять порядка 30-40% от максимальной производительности сепаратора.

Температура *подогрева* должна быть около 80°C.

4. Старение масла

4.1 Общее

Масло редко теряет смазывающую способность, т.е. способность образовать пленку, которая уменьшает трение, но оно может стать коррозионным.

Если это происходит, могут быть повреждены шейки в подшипниках, их поверхность становится слишком шероховатой и вызывает при этом наволакивание (натяг) белого металла.

В таких случаях должен быть не только восстановлен металл подшипника, но также требуется переполіровка шеек (которые выглядят серебристо-белыми из-за налипания белого металла).

Коррозионность смазочного масла объясняется либо окислением самого масла (Общее кислотное число TAN - Total Acid Number), либо присутствием неорганических кислот (Кислотное число сильных кислот SAN - Strong Acid Number). См. далее в этом Разделе.

В обоих случаях присутствие воды усиливает эффект, особенно заборной воды.

4.2 Окисление масел

При нормальной эксплуатационной температуре скорость окисления незначительна, но следующие три фактора могут ускорить этот процесс:

а) Высокая температура

Температурный уровень обычно возрастает, если охладители неэффективны.

Местные высокотемпературные участки возникают на поршнях, если прокачка масла не продолжается в течение порядка 15 минут после остановки двигателя.

Тоже произойдет в электрических подогревателях, если прокачка масла продолжается в течение 5 минут после выключения или, если подогреватель лишь частично заполнен маслом (недостаточная вентиляция).

в) Подсос воздуха

Трубы телескопии и соседние трубные соединения должны быть плотно затянутыми, т.к. иначе подсасывается воздух в связи с колебаниями давления.

Должна быть обеспечена надежная вентиляция сточной цистерны.

Общее количество масла должно быть таким, чтобы кратность его циркуляции не превышала 15-18 раз в час. При этом обеспечивается достаточная деаэрация, пока масло находится в сточной цистерне.

Важно, чтобы в прокачке участвовало все масло, т.е. исключались зоны застоя.

с) Каталитическое действие

Окисление масла значительно ускоряется при наличии в нем катализаторов окисления.

В этом отношении особенно вредны частицы износа меди, но активны также частицы износа черных металлов и ржавчина.

Кроме того, эффект окисления ускоряет лаковые отложения и лакоподобные продукты окисления самого масла. Поэтому важно постоянно производить очистку, чтобы содержание шлама было низким.

Поскольку вода испаряется из нагретого масла в сточной цистерне и конденсируется на подволоке цистерны, здесь способна развиваться ржавчина, попадающая затем в масло и ускоряющая окисление. По этой причине следует принимать меры, упомянутые в *Главе 702*, пункт В5 в части очистки и предотвращения ржавчины.

4.3 Признаки старения

Если окисление усиливается, необходимы срочные меры, т.к. на заключительных стадиях старения может развиваться и ускоряться очень быстро, т.е. за одну-две недели.

Даже если это случается редко, благоразумно познакомиться со следующими признаками старения, которые могут проявляться поодиночке или в сочетании с другими.

- Увеличивается выпадение шлама в сепараторах.
- Усиление неприятного запаха масла (резкий, едкий).
- Обработанные поверхности картера приобретают кофейный цвет (тонкий слой лака).
- Окраска картера шелушится или пузырится.
- Увеличивается нагарообразование в полостях охлаждения поршней.

В серьезных случаях старения масла система должна быть очищена и тщательно промыта, прежде чем она будет заполнена свежим маслом.

4.4 Вода в масле

Всегда следует избегать обводнения циркуляционного масла.

Присутствие воды, особенно забортной приводит:

- К ускорению окисления масла (ведет к образованию органических и неорганических кислот)
- К тенденции коррозии обработанных поверхностей и при этом повышению шероховатости шеек подшипников и штоков поршней и т.д.
(см. напр. "Крейцкопфные подшипники" в этой Главе).
- К тенденции образования окислов олова на белом металле
(см. "Крейцкопфные подшипники").

Кроме того, обводнение пресной водой может создать условия для бактериологического воздействия.

Для щелочных масел незначительное повышение содержания пресной воды не очень опасно, пока двигатель работает, хотя и в этом случае его следует при первой возможности вновь понизить до величины ниже 0,2%.

Если двигатель остановлен при избыточном содержании воды в масле, то его следует проворачивать каждый час несколько более 1/2 оборота (для остановки в разных положениях), причем циркуляция и сепарирование (при температуре подогрева) продолжают с постоянным удалением воды. Это особенно важно в случае попадания забортной воды.

Вода в масле проявляется появлением "росы" на смотровых стеклах или по *молочному виду* масла.

Наличие воды можно определить также, если нагреть кусочек стекла или паяльник до 200-300 °С и погрузить его в пробу масла. Если возникает *шипящий звук*, значит, в масле есть вода.

Если в масляную систему попало большое количество (забортной) воды целесообразно откачать со дна цистерны отстой воды. Проверьте эту воду на соленость.

В крайних случаях может оказаться необходимым слить смесь масла и воды и очистить и/или промыть систему до заполнения ее очищенным или новым маслом.

4.5 Проверка состояния масла

Как описано в предыдущих подразделах 4.3 и 4.4, контроль состояния масла на борту судна включает проведение следующих проверок на:

- изменения количества отделяемого при сепарации шлама
- внешний вид и запах масла
- появление "росы" на смотровых стеклах
- лакообразование на обработанных поверхностях
- вспучивание и/или шелушение краски
- "шипение"
- нагарообразование на головках поршней

В дополнение к вышесказанному следует направлять пробы масла на анализ в лабораторию, по крайней мере, раз в три месяца. Пробы следует отбирать при работе двигателя и из пробного крана на главном трубопроводе, по которому циркулирует масло.

От изготовителей масел можно получить комплекты приборов для экспресс-анализа масла на судне. Однако такие комплекты можно считать лишь дополнительными, не заменяющими лабораторных анализов.

5. Циркуляционное масло: анализы и характерные свойства

Полный анализ используемого масла часто выполняется в лабораториях поставщика масла. Обычной услугой с их стороны являются замечания о состоянии масла, базирующиеся на результатах анализа.

Обычно отчет включает следующие характеристики:

Свойство	Замечания	Рекомендуемые значения для используемых масел
Тип масла	Щелочные моющие (для 2-тактных двигателей)	
Плотность	Обычно 0,90...0,98 г/см ³ . Главным образом используется для идентификации масла.	+/-5% от первоначальной величины
Вязкость	Повышается при окислении и загрязнения цилиндрическим маслом, тяжелым топливом или водой. Уменьшение вязкости может быть в результате попадания дизельного топлива	макс. +40% мин. -15% (от первоначальной величины)
Температура вспышки (в откр. тигле)	Это самая низкая температура, при которой воспламеняются пары. Является показателем возможного загрязнения топливом	мин. 180 °C
TAN (общее кислотное число)	Это общее содержание органических и неорганических кислот в масле. Органические кислоты (слабые) образуются в результате окисления масла, при этом TAN=SAN + число слабых кислот в масле	макс. 2
SAN (число сильных кислот в масле)	Оно выражает число неорганических (сильных) кислот в масле. Обычно, это серная (из камеры сгорания) или соляная (из забортной воды) должны быть определены при анализе. Сильные кислоты придают маслу коррозионные свойства (особенно, если есть вода) и поэтому это число должно быть равно 0	0
Щелочность/TBN (общее щелочное число)	Щелочность дает представление об остаточной щелочности масел, содержащих присадки, нейтрализующие кислоту	макс. +100% мин. -30% (первонач. вел-ны)
Вода	Вода опасна, если TAN и SAN высокие. Забортная вода более коррозионна, чем пресная (см. предыдущий пункт 4.4)	Сод. пресной воды - не более 0,2% (0,5% корот. время) Сод. забортной воды - в виде следов
Коксуемость по Конрадсону	Остатки неполного сгорания или крекинга смазочного цилиндрического масла	макс. +3%
Зола	Некоторые присадки оставляют золу, которая может быть использована как индикатор количества присадок в масле. В золе могут содержаться частицы износа, песка и ржавчины. Количество золы используемого масла может быть оценено сравнением с количеством золы в неиспользуемом масле.	макс. +2%
Нерастворимые	Обычно выражаются как количество <i>нерастворимых веществ</i> пентане/гептане (C ₅ H ₁₂) и бензоле. Равные доли пробы масла разбавляются бензолом (C ₆ H ₆) и обычно пентаном (C ₅ H ₁₂) или гептаном (C ₇ H ₁₆). Т.к. окисленное масло (лакоподобные компоненты) растворяется только в бензоле, но не в пентане или гептане, разница в количестве нерастворимых явится мерой степени окисления. Нерастворимые в бензоле - это твердые загрязнения.	Сод. некоагулированных, нераств. веществ в пентане допускается максимум 2% в бензоле не более 1%

Упомянутые выше предельные значения даются только для ориентации

Оценка состояния масла редко может выполняться по величине какого-то одного параметра, т.е. обычно важно и необходимо базировать оценку на анализе полной спецификации.

Для получения квалифицированного совета мы рекомендуем обращаться за консультацией к изготовителю масла или изготовителю двигателя.

6. Очистка масла, сливаемого из сальников поршневых штоков

Илл. 70823

Масло, которое сливается из сальников поршневых штоков является в основном циркуляционным с примесью частично использованного цилиндрического масла и, как таковое, оно содержит шлам из подпоршневых полостей продувочного воздуха.

Как правило, это масло можно вновь использовать, если его тщательно очистить.

На *Илл. 70823* представлена наша стандартная установка для очистки.

Сливаемое масло собирается в цистерне N1. Когда она почти заполнится, масло перекачивается через сепаратор в цистерну N2, после чего рециркулирует через сепаратор несколько раз.

При сепарировании масла, сливаемого из сальников штоков, пропускную способность сепаратора рекомендуется снизить до примерно 50% от величины, нормально используемой для циркуляционного масла, а температуру подогрева повысить до ок. 90 °C. Это вызвано тем, что обычно дренажное масло имеет несколько более высокую вязкость, чем циркуляционное, а также тем, что часть загрязнений представляет собой окисленное цилиндрическое масло с плотностью, которая мало отличается от таковой для самого циркуляционного масла.

Водная промывка применяется только в случае, если рекомендуется поставщиком масла.

В заключение отсепарированное масло в цистерне N2 следует несколько раз профильтровать через целлюлозный фильтр тонкой очистки при температуре 60-80 °C.

При этом удаляются наиболее тонкие продукты окисления и сажа, не отделенные сепарированием, что позволяет считать масло достаточно чистым для возвращения в циркуляционную цистерну.

Учитывая, что *циркуляционное масло имеет щелочные и моющие присадки*, нет необходимости анализировать каждую порцию очищенного масла перед возвращением в систему. Достаточно регулярного отбора проб циркуляционного и дренажного масла.

Если, однако, *циркуляционное масло не является щелочным*, все очищенное дренажное масло следует проверять на кислотность, например, с помощью набора приборов, до возвращения в систему.

“Общее кислотное число” (TAN) не должно превышать 2.

Если TAN превышает 2, эту часть дренажного масла следует удалить.

Смазка распределительного вала (Двигатели без объединенной системы смазки)

1. Устройство системы

Илл. 70824

В целях предотвращения попадания топлива в циркуляционное масло в картере двигателя оборудован автономной системой смазки, которая обеспечивает подачу масла к подшипникам распределительного вала, толкателям и гидроприводу выпускных клапанов.

Это масло принимается из отдельной цистерны одним из двух циркуляционных насосов и прокачивается затем через охладитель и полнопоточный фильтр.

Абсолютная тонкость фильтрации полнопоточного фильтра должна быть 50 мкм (0,05 мм), что соответствует номинальной тонкости 30 мкм при коэффициенте отсева 90%.

От подшипников и толкателей масло сливается в поддоны корпусов подшипников, где поддерживается такой уровень масла, который необходим для смазки рабочих поверхностей кулачных шайб.

1. Смазочное масло сливается обратно в цистерну через магнитный фильтр.
2. Очистка масла смазки распред. вала осуществляется байпасным фильтром тонкой очистки, который соединен с цистерной смазки распредвала. Смазочное масло принимается со дна цистерны посредством винтового насоса и возвращается в цистерну через фильтр тонкой очистки.

Для проверки байпасной системы фильтрации запустите насос и проверьте перепад давления на фильтре тонкой очистки. Его нормальная величина 0,8 бар. При достижении величины 1,8 бар фильтрующий элемент следует заменить.

В системе установлены реле давления, включающие сигнал в системе АПС при низком давлении и обеспечивающее автоматический запуск резервного насоса.

1.1 Регулировка давления

Давление масла регулируется следующим образом:

1. Откройте клапаны системы и запустите циркуляционный насос N1.
2. Проверьте, что масло прокачивается и его достаточно в цистерне.
3. Установите перепускной клапан масляного насоса на открытие при максимальном рабочем давлении, - однако не выше 4 бар. Производите регулировку ступенчато, (медленно прикрывая и открывая клапан на напорном трубопроводе), пока давление при закрытом клапане не установится на упомянутой величине.
4. В некоторых случаях производительность насоса оказывается настолько высокой, что могут возникнуть проблемы со сливом масла из корпусов толкателей.

Аналогичную регулировку проведите с циркуляционным насосом N2.

Поэтому может оказаться необходимым уменьшить натяг пружины на байпасном клапане насоса для перепуска избыточного масла обратно в цистерну.

2. Масло для распредвала

(Примечание: Масло системы распред. вала используется также для гидропривода выпускных клапанов).

Нормально используется такое же масло, как и в циркуляционной системе смазки двигателя.

Могут также применяться масла для тяжелой работы, используемые во вспомогательных двигателях.

2.1 Разбавление масла топливом

Регулярно проверяйте масло системы смазки распредвала на попадание топлива и *заменяйте его, если содержание топлива превышает 10%*.

Проверки рекомендуется производить с интервалом не более трех месяцев.

Разбавление будет проявляться:

- повышением уровня масла в цистерне
- запахом масла
- повышением вязкости масла (в случае попадания тяжелого топлива)

Оно может также быть "замерено" проверкой температуры вспышки, но это делается только береговой лабораторией.

2.2 Попадание воды

Также регулярно проверяйте масло на попадание воды.

Попадание воды проявляется в:

1. Повышении уровня масла в цистерне
2. Изменении цвета масла
3. Внезапном (мгновенном) росте перепада давления на байпасном фильтре.

Вода повреждает фильтрующий элемент. Соответственно, воду необходимо удалить из масла сепарацией, прежде, чем заменить фильтрующий элемент.

Примечание: Перед возвращением масла в систему его необходимо проверить на возможное содержание топлива.

2.3 Промывка системы смазки распределителя

Илл. 70825

В принципе, используется операция промывки главной масляной системы со следующими изменениями:

1. Стандартный фильтрующий элемент 50 микрон должен быть либо заменен элементом с ячейкой 6-10 микрон, либо в корпус стандартного фильтра дополнительно помещается сетка с ячейкой 6-10 микрон.
2. Демонтируйте по одной смотровой крышке на каждом корпусе толкателей.

3. Демонтируйте маслоподводящие патрубки на всех корпусах толкателей (*см. схему Илл. 70825*), и проверьте чистоту внутри всех открытых трубопроводов.

4. Подсоедините гибкий шланг с клапаном к открытому концу масляного трубопровода в точке (B) на каждом цилиндре и выведите его через открытый смотровой лючек в соответствующий поддон корпуса толкателя.

5. Для контроля чистоты системы в процессе промывки можно установить контрольный фильтрующий мешочек на конец гибкого шланга в крайнем блоке цилиндров.

В части рекомендуемой конструкции фильтрующего мешочка, *см. Илл. 70821*.

6. Для повышения чистоты рекомендуется включить в работу фильтр С/С (тонкой очистки), либо дополнительный фильтр тонкостью 6-10 микрон, *см. Илл. 70825*.

7. После промывки фланцы-заглушки на масляных трубопроводах в точках Y и Z, другие возможные "тупики", а также цистерну смазки распредел. вала следует открыть для осмотра и ручной очистки.

В процессе промывки и для последующего контроля следует использовать протокол промывки, *см. Илл. 70822*.

Объединенная масляная система

1. Устройство системы

Подшипники распределительного вала, а также толкатели топливных насосов и выпускных клапанов смазываются от главных масляных насосов.

Приводы выпускных клапанов получают масло из главной системы смазочного масла. Для повышения давления на входе в приводы выпускных клапанов могут быть предусмотрены бустерные насосы.

От подшипников, толкателей и приводов выпускных клапанов масло стекает в поддоны корпусов подшипников, где поддерживается необходимый уровень для смазки рабочих поверхностей шайб. Оттуда масло стекает обратно в сточную цистерну.

2. Регулирование давления

1. Запустите главные масляные насосы и бустерный насос N1.
2. Настройте перепускной клапан насоса на открытие при максимальном рабочем давлении насоса, однако не выше 3 бар.

Отрегулируйте ступенчато (медленно прикрывая и открывая клапан выпуска масла), пока давление при закрытом клапане, не установится на вышеупомянутой величине.

Отрегулируйте насос N2, используя тот же метод.

3. Отрегулируйте клапан регулирования давления, установленный на конце подводящей трубы, так, чтобы установить давление, указанное в Главе 701, поз. 357.
4. При работе двигателя может оказаться необходимым подрегулировать клапан регулирования давления для поддержания требуемого давления.

3. Операция промывки объединенной масляной системы

Примечание: Следуйте этим указаниям совместно с указаниями, приведенными в Поз. 2.2 на стр. 708.18.

1. Демонтируйте смотровые крышки на каждом корпусе толкателей.
2. Демонтируйте маслоподводящие патрубки на всех корпусах толкателей и всех приводах выпускных клапанов, а также привода регулятора/воздухораспределителя, см. Илл. 70819. Проверьте чистоту внутри всех открытых трубопроводов.
3. Присоедините гибкий шланг с клапаном к открытому концу масляного трубопровода в точке (A) на каждом цилиндре.

Пропустите гибкие шланги через открытые смотровые лючки к соответствующим секциям распредвала.

4. Держите бустерные насосы работающими в период промывочной операции.
5. Для контроля чистоты системы в период промывки можно установить контрольный фильтрующий элемент 50 микрон на конце гибкого шланга на крайнем блоке цилиндра(ов).

В части рекомендуемой конструкции каркаса фильтрующего элемента, см. Илл. 70821.

6. После промывки снимите фланцы-заглушки и вскройте другие возможные "тупиковые участки" для осмотра и ручной очистки.
7. Используйте протокол промывки Илл. 70822 при промывке и для последующего контроля.

Смазка турбоагнетателя

1. Устройство системы ТН MAN B&W

Илл. 70826

Масляная система для турбоагнетателя типа MAN B&W показана отдельно на *Илл. 70826*.

Система снабжается маслом от главной системы смазки двигателя через подвод "U".
См. также Илл. 70819.

Масло сливается в сточную масляную цистерну через отвод АВ.

Отводная магистраль соединена с вентиляционным трубопроводом Е, который выведен на палубу.

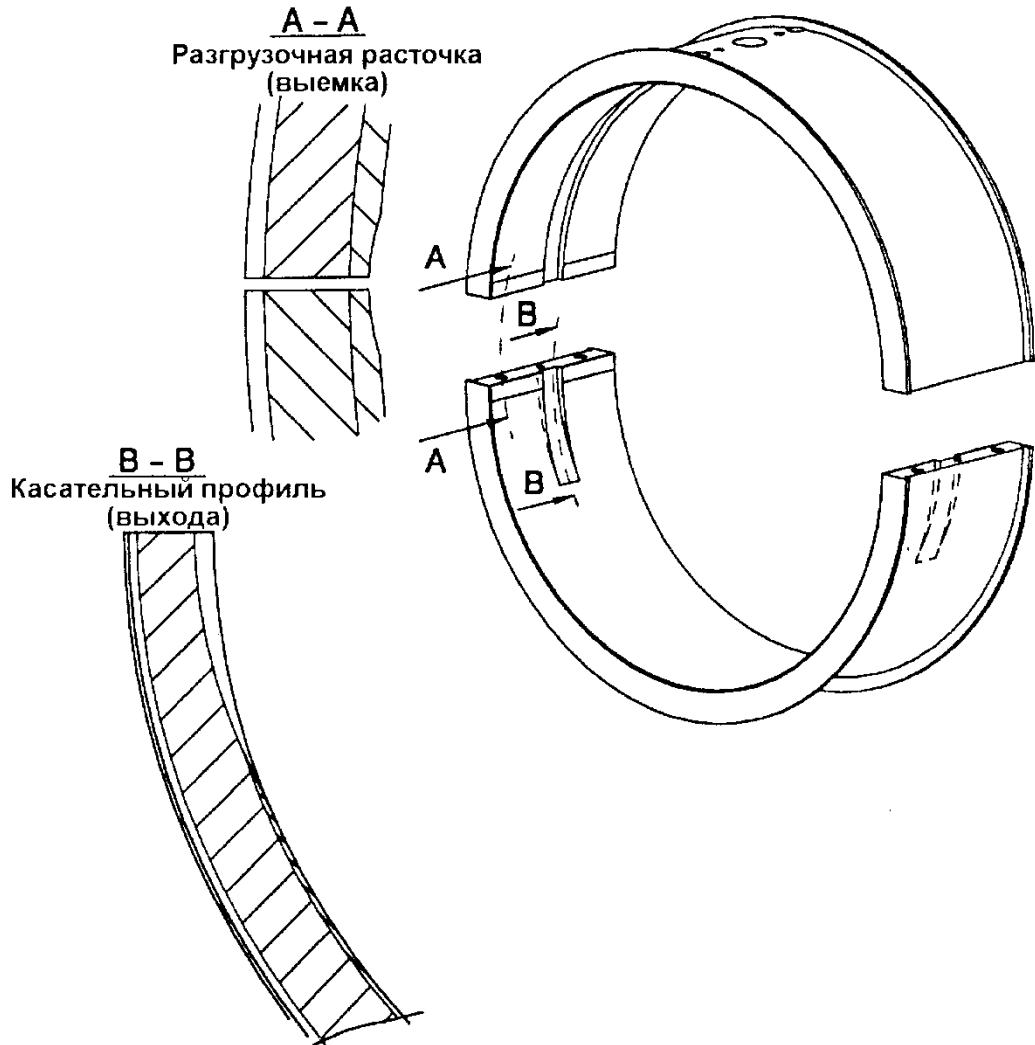
См. также Илл. 70818.

В случае прекращения подачи масла от главной масляной системы, напр. из-за обесточивания или повреждения системы, двигатель будет остановлен системой защиты остановкой. Смазка подшипников турбоагнетателя будет обеспечиваться отдельной цистерной.

Цистерна устанавливается сверху турбоагнетателя и может обеспечить подачу масла до окончания свободного выбега ротора ТН или до восстановления циркуляции масла.

2. Устройство системы ТН ВВС

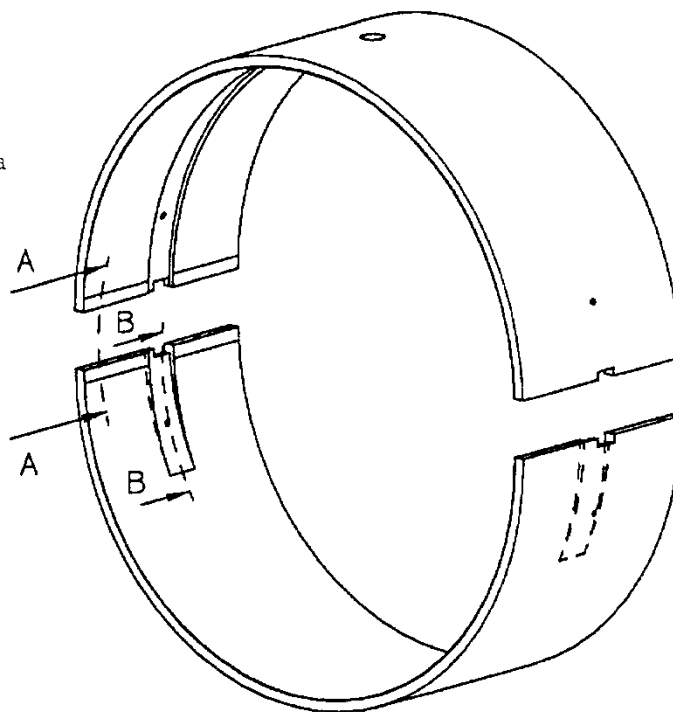
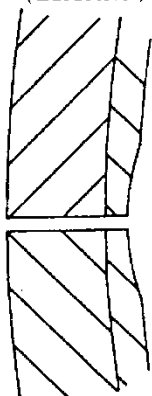
Турбоагнетатели ВВС/АВВ разработаны со встроенной масляной системой, просьба обращаться к соответствующей инструкции ВВС/АВВ.



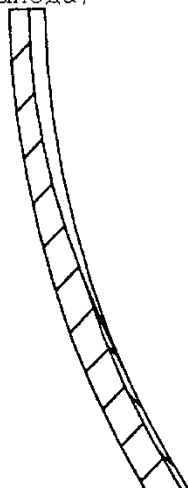
Комплектация рамовых подшипников толсто/тонкостенными вкладышами

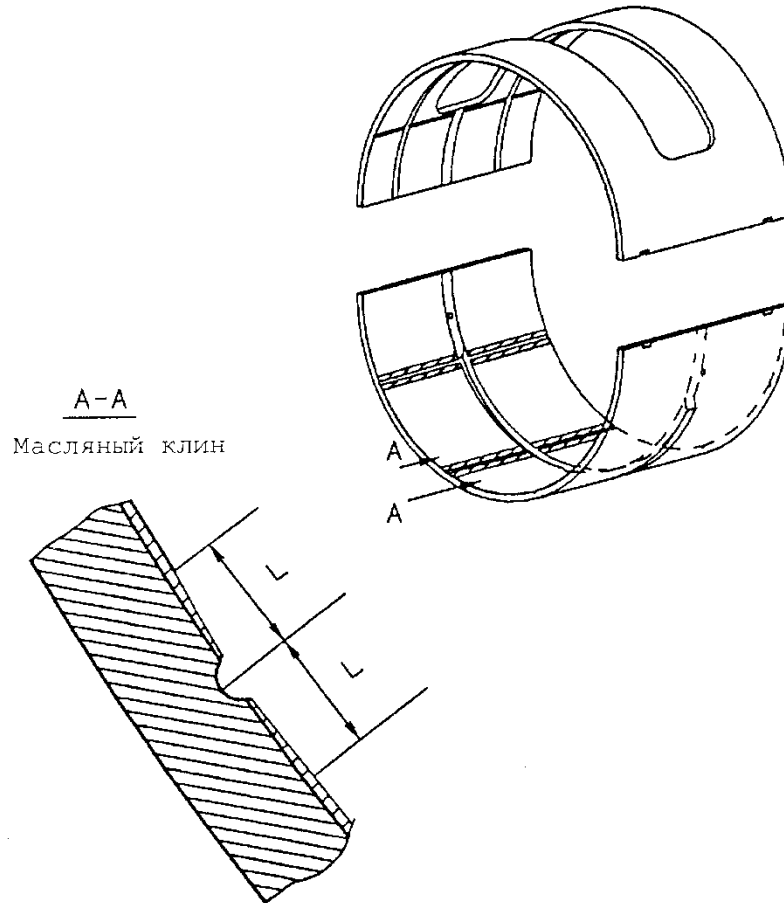
ТИП ДВИГАТЕЛЯ	ТОЛСТОСТЕН. ВКЛАДЫШИ	ТОНКОСТЕН. ВКЛАДЫШИ
S/K/L 50 MC	★	
S/K/L 60 MC	★	
S/K/L 70 MC	★	
S/K/L 80 MC	★	
K 80 MC-C		★
K/L 90 MC	★	
K 90 MC-C		★
K 98 MC-C		★

A-A
Разгрузочная расточка
(выемка)



B-B
Касательный профиль
(выхода)





Длина масляных клиньев в нижнем вкладыше крейцкопфного подшипника

Тип двигателя	Длина, L (мм) *
S/K/L 50 MC	15
" 60 MC	15
" 70 MC	15
" 80 MC	15
K 80 MC -C	15
K/L 90 MC	18
K 90 MC-C	18

* На каждой стороне от осевой масляной канавки

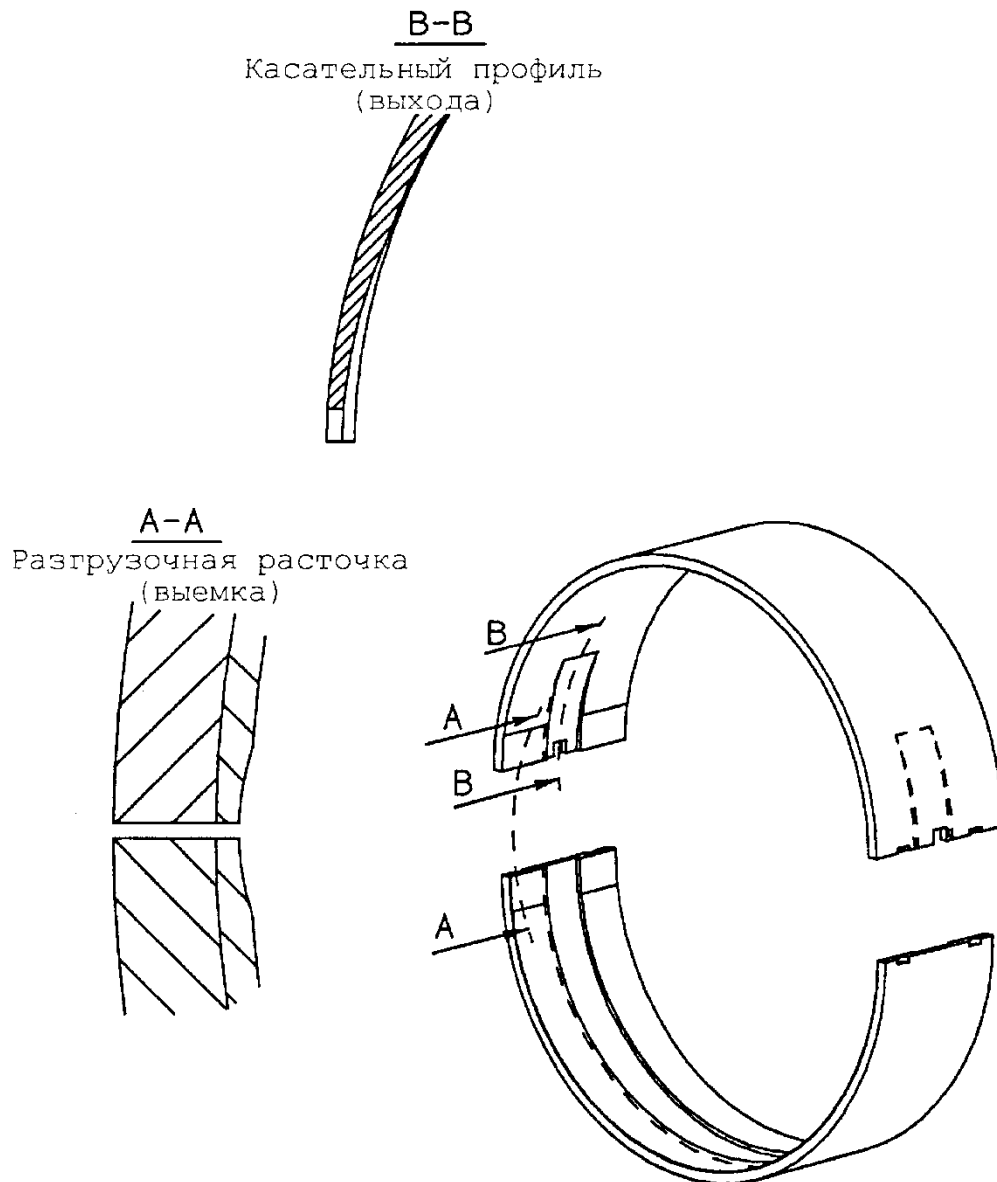


Рис. 1 Толстостенный вкладыш

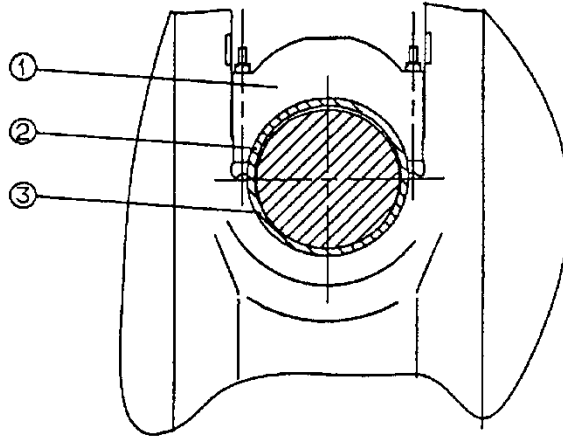
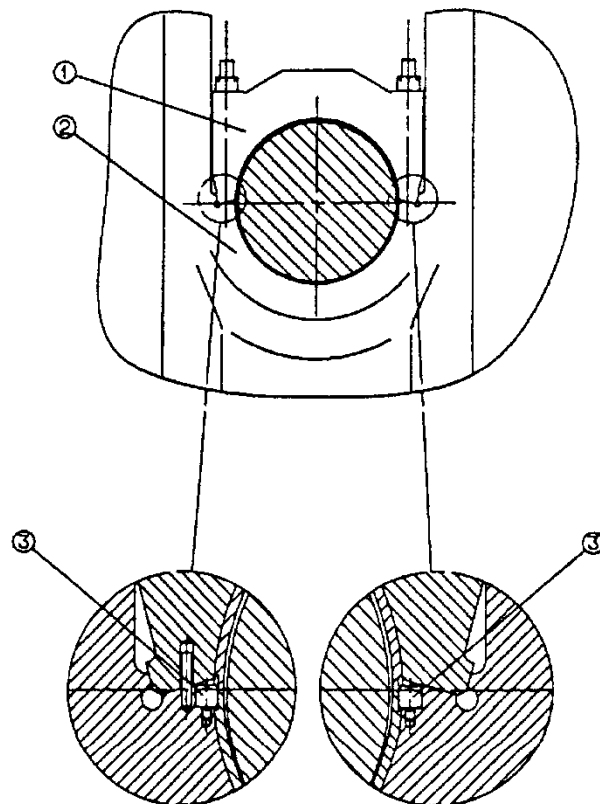
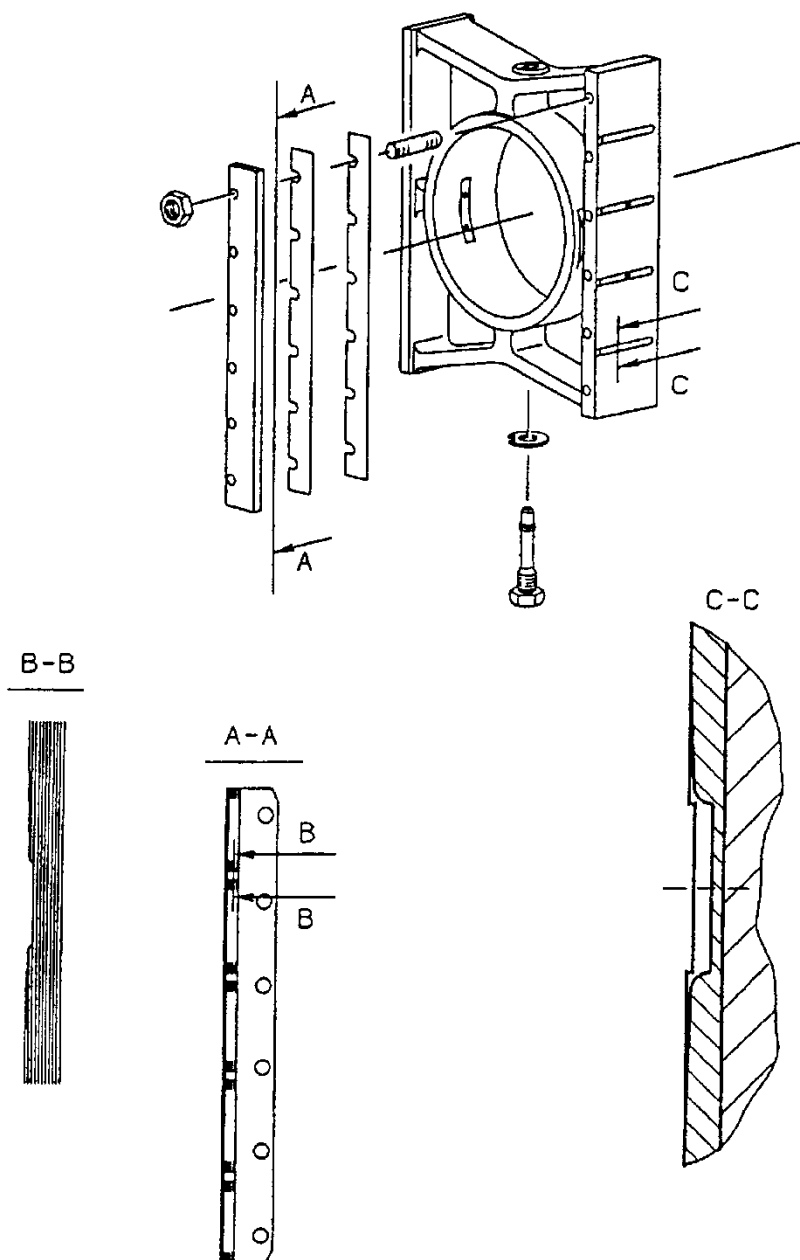


Рис. 2 Тонкостенный вкладыш





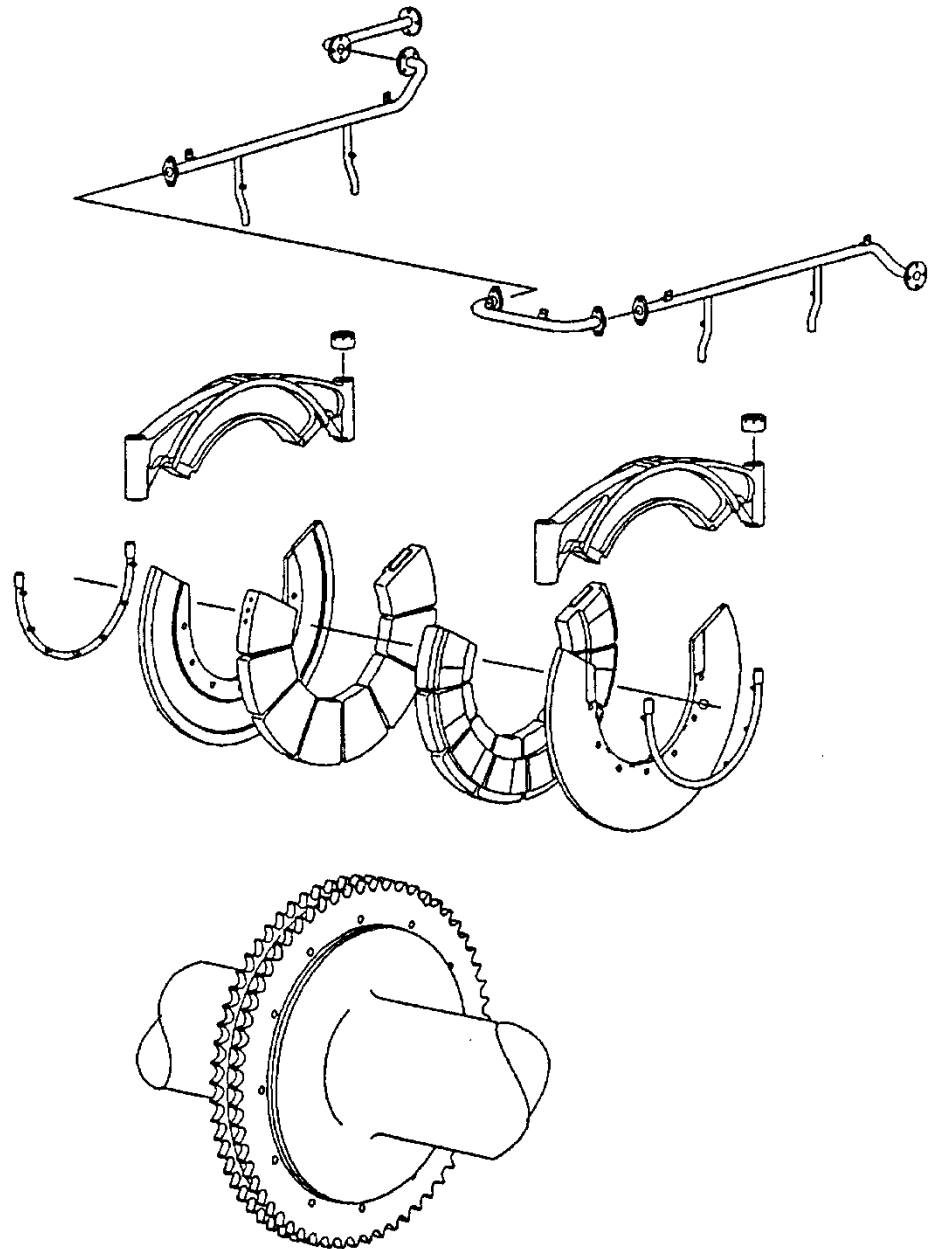


Рис. 1 Узел с двумя вкладышами

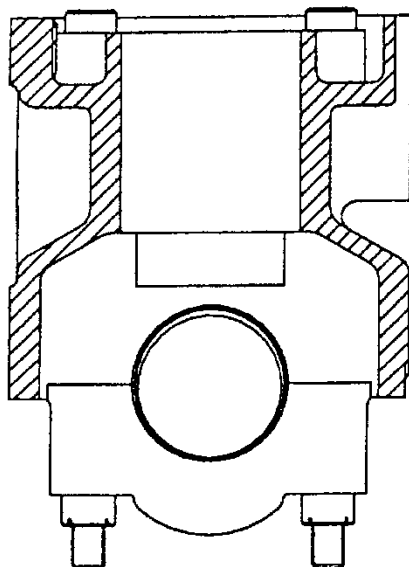
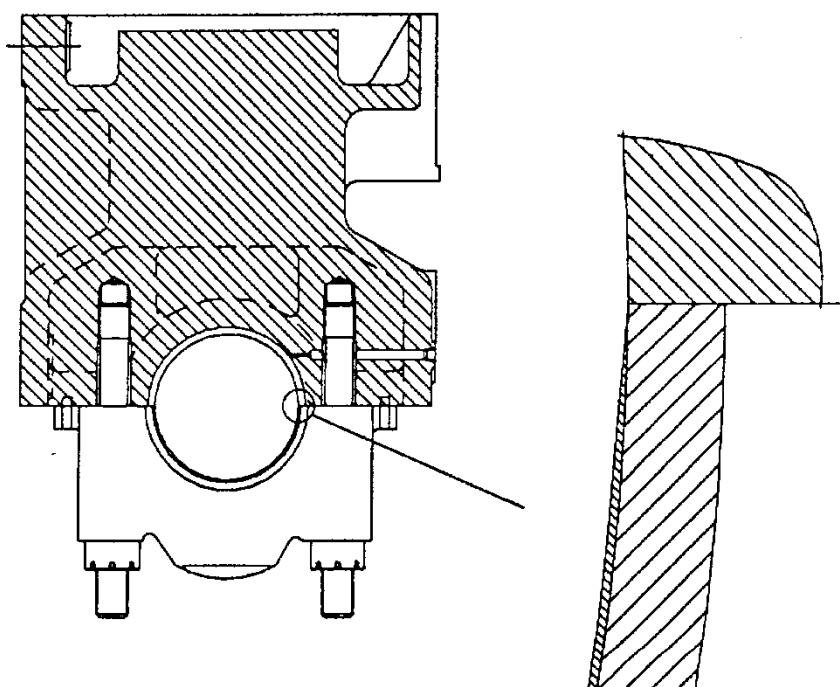


Рис. 2 Узел с одним вкладышем





Ссылки на Том II, "Обслуживание"		
Тип подшипника	Осмотр без вскрытия	Ревизия со вскрытием и переборка
Рамовый подшипник	905-2	905-3
Мотылевый подшипник	904-6	904-6
Крейцкопфный подшипник	904-2.1	904-2.2
Башмаки крейцкопфа	904-5	-
Направляющие крейцкопфа	904-5	-
Упорный подшипник	-	905-4
Подшипник распред. вала	906-5.1	906-5.2

Запись результатов наблюдений

Используйте бланк ревизии, Илл. 70814. Для справки см. пример Илл. 70813.

А) Осмотр без вскрытия

Заносятся следующие данные:

Дата / Подпись / Нарботка двигателя в часах / Вид осмотра / Тип подшипника (Илл. 70809, Табл. 1) / Номер подшипника / Результаты осмотра (Илл. 70812, Табл. 3) / Замечания / Зазоры.

В) Ревизия со вскрытием и переборка

Заносятся следующие данные:

Дата/ Подпись/ Нарботка двигателя в часах/ Вид осмотра/ Тип подшипника (Илл. 70809, Табл. 1)/ Номер подшипника/ Клеймо изготовителя/ Характер повреждения (Илл. 70809, Табл. 2)/ Результаты осмотра (Илл. 70812, Табл. 4)/ Расположение и размеры дефекта (Илл. 70810-70811) * / Замечания/ Зазоры/ Гидродавление при отдаче/Шероховатость.

* Расположение и размеры повреждения определяются по:

- 1) Приблизительным координатам центра повреждения (см. примеры I, II и III). Осевое положение центра (I) должно быть дано в мм от кормового конца подшипника или шейки.
- 2) Размер повреждения определяется окружностью с радиусом (r); или прямоугольником (a, b) или (a, b, +/-c), (см. примеры I, II и III).

Примечание: Для изолированных трещин используется илл. III с исключением размера b.

Таблица 1:

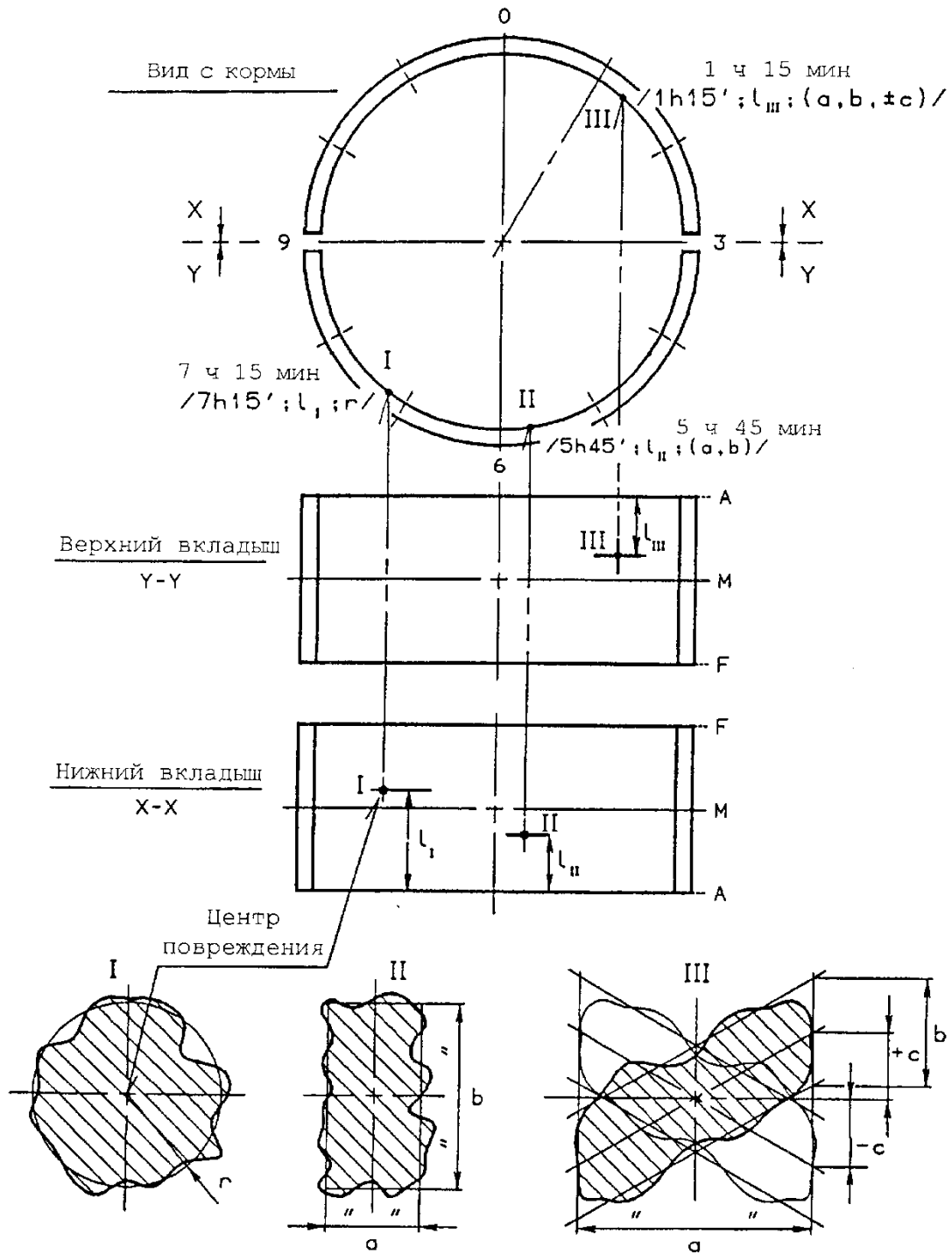
Тип подшипника	
Рамовый	РПШ
Мотылевый	МПШ
Крейцкопфный	КрПШ
Башмаки крейцкопфа	КрБ
Направляющие крейцкопфа	КрН
Упорный подшипник	УППШ
Подшипник р/вала	Р/ВПШ

Таблица 2:

Повреждение	
Покрyтия	ПКР
Белого металла	БМ
Шейки	Ш
Подшипники	ПШ
Переходов:	
Масляного клина	МКл
Разгрузочной расточки	РР
Касательного профиля (выхода)	КП(вых)
Спинки вкладыша	СВ

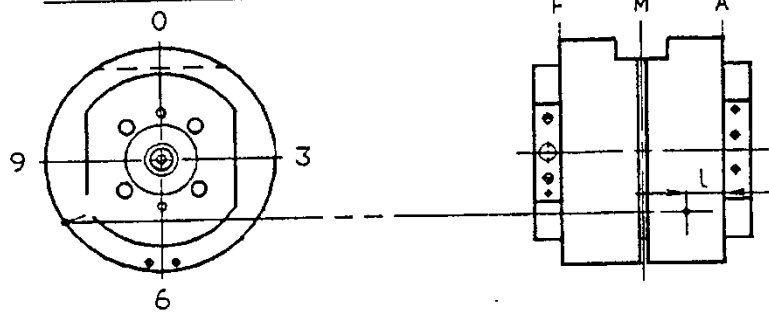


Ревизия подшипников
(Расположение и вид повреждения)



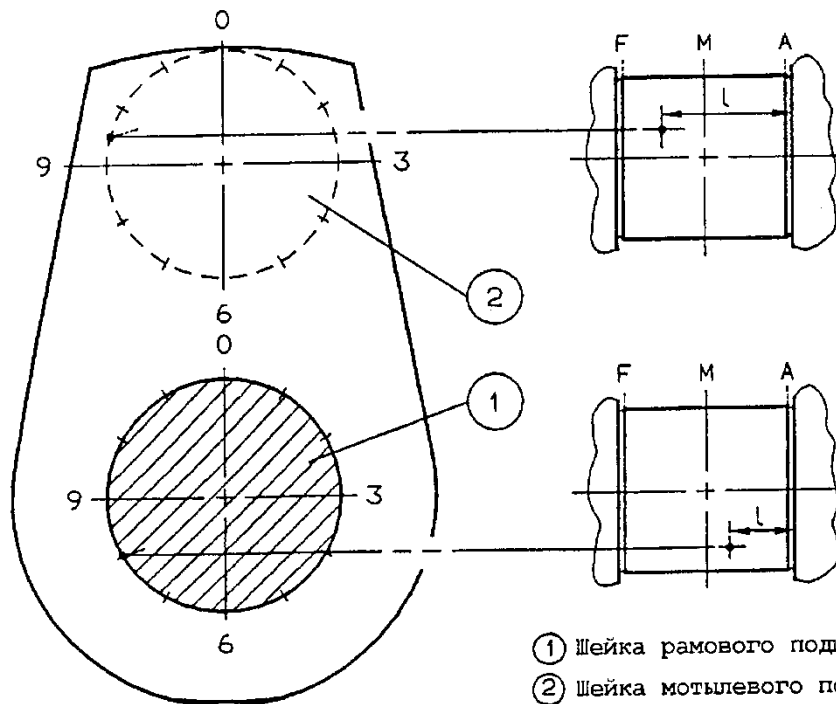
Шейка крейцкопфа

(Вид с кормы)



Шейки рамовых и мотылевых подшипников

(Вид с кормы)



- ① Шейка рамового подшипника
- ② Шейка мотылевого подшипника



Таблица 3

Осмотр без вскрытия (7.1)			
Проверки		Символ	Результат осмотра
Поток масла	ПМ	• НР	Без замечаний Неравномерный
Масляные струи (крейцкопф., планки)	МСТ	• У О СК	Без замечаний Уменьшение Отсутствуют Скручены
Белый металл	БМ	• ВД ТЩ ОТ О	Без замечаний Выдавливание Трещины Отставание Отсутствует
Направляющие крейцкопфа	КрН	• Р КО СБ	Без замечаний Риски Коррозия Серебристо-белый
Масляный поддон	МПд	• БМЧ	Без замечаний Фрагменты белого металла
Состояние масла	МСО	• ТЦ СВ	Без замечаний Темный цвет Следы воды

Таблица 4

Ревизия со вскрытием и переборка (7.2)				
Проверка		Символ	Рез-т осмотра	Раздел
Белый металл	БМ	• Н ТК МГ ТЩ ТЩГ ОТ О ИЭ КО	Без замечаний Натяг Твердый контакт Масл. голодание Трещины Группа трещин Отставание Отсутствие Искровая эрозия Коррозия	7.3 II 7.4 7.7 7.5 7.1 7.1 6.2 7.4 В, 6.1
Покрытие (только крейцкопф)	ПКР	• РШ Н	Без замечаний Разрушение Натяг	7.3 I 7.3 II
<u>Переходные участки:</u> Масляный клин Разгрузоч. расточка Касат. профиль	МКл РР КП	• РвКр Н И	Без замечаний Рваные края Натяг Исчез	7.7 7.7 7.10BII
Шейки/цапфы	Ш/Ц	• ИЭ КО СБ Р	Без замечаний Искровая эрозия Коррозия Серебр.-бел. цвет Риски	6.2 7.4 В, 6.1 6.1 7.4, 7.11
Спинка вкладыша	СВ	• ФР ВдЧ	Без замечаний Фреттинг Вдавлен. твердые частицы	7.4 7.4



Ревизия подшипников
Пример записей ревизии

Илл. 70813-40

Дата	Проверил	Наработка	Вид осмотра 2)	Описание состояния двигателя	Зазор мм		Гидродавление при отлаче	Шероховатость поверхности 3) Шенки/Цилиндр	Тип двигателя:	Верх:	Год постройки:	N:	Dвигатель N:	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)				
					Верх											N:	Dвигатель N:	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)
					Нос	Корма													
8/3-93	N.N.	10000	7.2	MB/4 /MBD/WM /CR;L;M;HC/7h15'; l _I ; r //	0,5	0,5	880	N6 (M)	SW / CСW 1)	Верх:	Год постройки:	N:	Dвигатель N:	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)				
8/3-93	N.N.	15000	7.2	CHB/5 /MBD/WM; OW/W; RR /5h45'; l _{II} ; (a,b) //	0,4	0,4	900	N3 (E)	SW / CСW 1)	Верх:	Год постройки:	N:	Dвигатель N:	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)				
8/3-93	N.N.	8000	7.2	CRB/3 /MBD/WM /M;W /1h15'; l _{III} ; (a,b,±c) //	0,4	0,4	870	N6 (E)	SW / CСW 1)	Верх:	Год постройки:	N:	Dвигатель N:	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)				
8/3-93	N.N.	8000	7.1	CHB/6 /OF; u /OJ; R; TW /WM; SQ //	0,45	0,45			SW / CСW 1)	Верх:	Год постройки:	N:	Dвигатель N:	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)				

1) Направление вращения двигателя, смотря с кормы, подчеркнуть: ПЧ (по часовой), ПРЧ (против часовой стрелки).
 2) Ревизия без вскрытия: 7.1; Ревизия со вскрытием: 7.2.
 3) Должно быть указано, шероховатость замеряется: 3, или оценивается: ОЦ.
 4) Заполняется только, если все наблюдения выполняются при одинаковой наработке

Илл. 70814-40

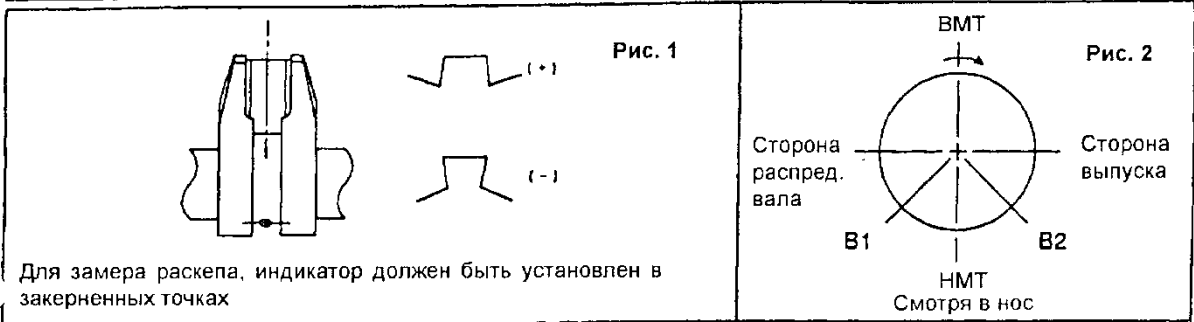
Ревизия подписчиков
Бланк, запись ревизии

Дата	Проверил	Наработка двигателя	Вид осмотра 2)	Описание состояния двигателя	Зазор мм		Гидродавление при отдаче	Шероховатость поверхности 3) Шейки/Цилиндр	ПЧ/ПРЧ 1)	Общая Наработка 4)	Проверил: 4)	
					Верх							Проверил: 4)
					Нос	Корма						
8/3-93	N. N.	10000	7.2	РПШ//МБД/БМТЦ; О; ОТ; Н/ 7.15//	0.5	0.5	880					
8/3-93	N. N.	15000	7.2	КрПШ/5/МБД/БМ;МКл/Н;РвКр /5.45//	0.5	0.5	900					
8/3-93	N. N.	8000	7.2	МПШ/3/МБД/БМ/О;Н/1.15//	0.5	0.5	870					
8/3-93	N. N.	8000	7.2	КрПШ/6/МП;НР/МС;У;СК/БМ;ВД//								
288												

- 1) Направление вращения двигателя, смотря с кормы, подчеркнуть; ПЧ (по часовой), ПРЧ (против часовой стрелки).
 2) Ревизия без вскрытия: 7.1; Ревизия со вскрытием: 7.2.
 3) Должно быть указано, шероховатость замеряется: 3, или оценивается: ОЦ.
 4) Заполняется только, если все наблюдения выполняются при одинаковой нагрузке.



Т/Х:	Тип двигателя:		Полная наработка	Проверил:
	Изготовитель:	Двигатель N:		
Верфь N:	Год постройки:		Дата:	
Для сравнения замеров	Осадка судна кормой, замеренная (м)		С полным грузом (м)	В балласте (м)
	Температура воды охлаждения цилиндров (°C)		Темпер. главн. смаз. масла (°C)	



Для замера раскёпа, индикатор должен быть установлен в закерненных точках

Пример снятия раскёпов 7L60MC. (См. также кривую раскёпов Илл. 70816А)
(Единица для замера и расчета: 1/100 мм)

Рис. 3	Положение кривошипа	Номер цилиндра и раскёпы								
		1	2	3	4	5	6	7		
	Около НМТ, сторона распред-я	B_1	0	0	0	0	0	0	0	
	Сторона распределения	C	6	2	5	4	2	2	-2	
	ВМТ	T	14	3	8	10	1	3	-4	
	Сторона выпуска	E	7	2	5	4	-1	-3	-7	
	Около НМТ, стор. выпуска	B_2	-1	2	-2	2	-1	-2	-1	
Рис. 4	НМТ $1/2 (B_1 + B_2) = B$		0	1	-1	1	0	-1	0	
Рис. 5	Величина раскёпов от вертикальной расцентровки									
	(ВМТ - НМТ)	(Т-В)	= V	14	2	9	9	1	4	-4
Для того, чтобы определить какие рамовые подшипники, должны быть отрегулированы (отцентрованы), могут быть использованы замеры (5) для построения кривой раскёпов, как показано на Илл. 708816. Допустимые раскёпы см. Илл. 70817. См. также поз. 2.2 этой Главы "Проверка раскёпов", выше в этой Главе.										
Рис. 6	Величина раскёпов от горизонтальной расцентровки									
	(сторона вып. - ст. р/вала)	(E-C)	= Гориз.	+1	0	0	0	-3	-5	-5
Рис. 7	Проверка измерений раскёпов и пр.	(T + B)	= Верт.	14	4	7	11	1	2	-4
		(E + C)	= Гориз.	13	4	10	8	1	-1	-9

Если замеры раскёпов выполнены правильно, то суммы раскёпов Верт. и Гор. не должны отличаться более, чем на 3/100 мм.

Если Верт. и Гор. отличаются больше, это может быть из-за сдвига индикатора или неправильного считывания показаний, замеры раскёпов в соответствующем цилиндре должны быть повторены. В данном примере (Рис. 7), рекомендуется проверить кривошип N7.

Если Верт. и Гор. отличаются, это может быть из-за "плавающей" шейки или овальности/эксцентриситета. Проверьте зазоры между шейкой и нижним вкладышем в соответствующем подшипнике(ах) щупом 0.10 мм в четырех положениях коленвала через 90°.

Если щуп не может войти в зазор, значит, замеры раскёпов приемлемые.

Если щуп может войти в зазор, значит, шейка "плавает", и это необходимо исправить.

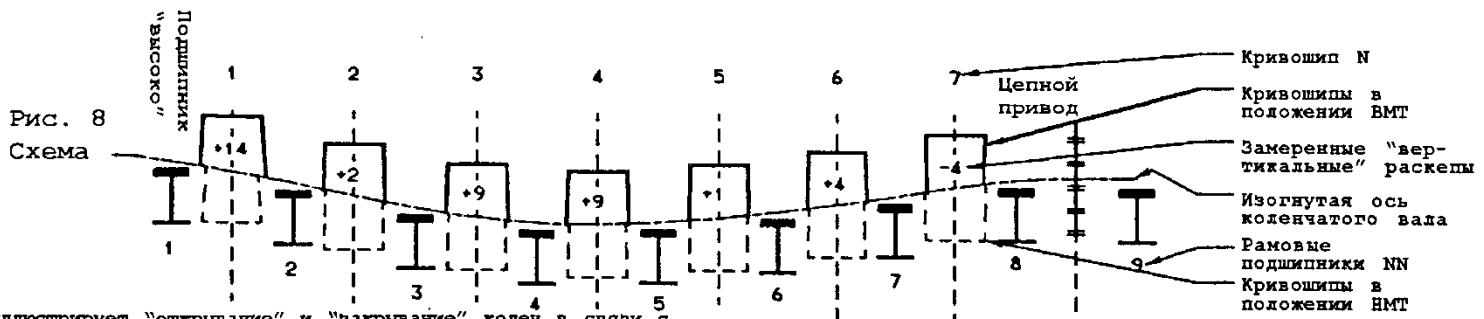


Рис. 8
 Схема

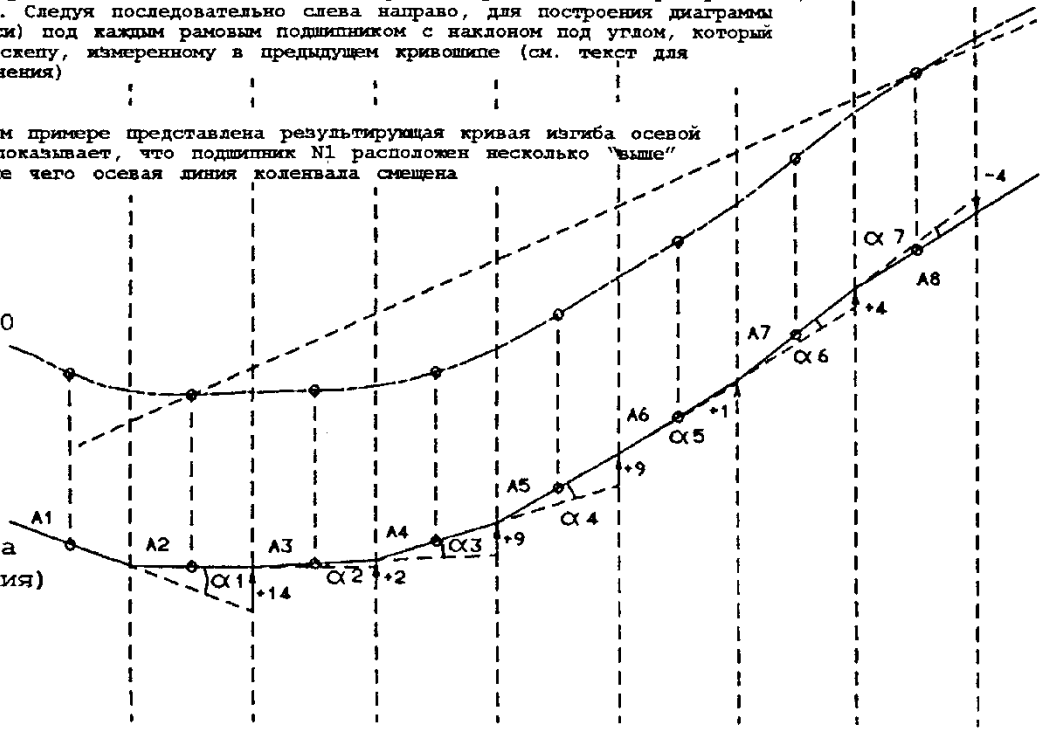
Рис. 8 иллюстрирует "открытие" и "закрывание" колен в связи с вертикальной расцентровкой оси - в вышеприведенном примере, вызванной высоким положением подшипника N1

Рис. 9 Диаграмма раскелов коленчатого вала. Диаграмма строится по замерам раскелов, данным на Рис. 8. Следуя последовательно слева направо, для построения диаграммы наносим линию (оси) под каждым рамовым подшипником с наклоном под углом, который пропорционален раскелу, измеренному в предыдущем кривошипе (см. текст для дальнейшего пояснения)

Рис. 10 В данном примере представлена результирующая кривая изгиба осевой линии коленвала показывает, что подшипник N1 расположен несколько "выше" других, вследствие чего осевая линия коленвала смещена

Рис. 10
 Кривая изгиба

Рис. 9
 Кривая изгиба (ломаная линия)



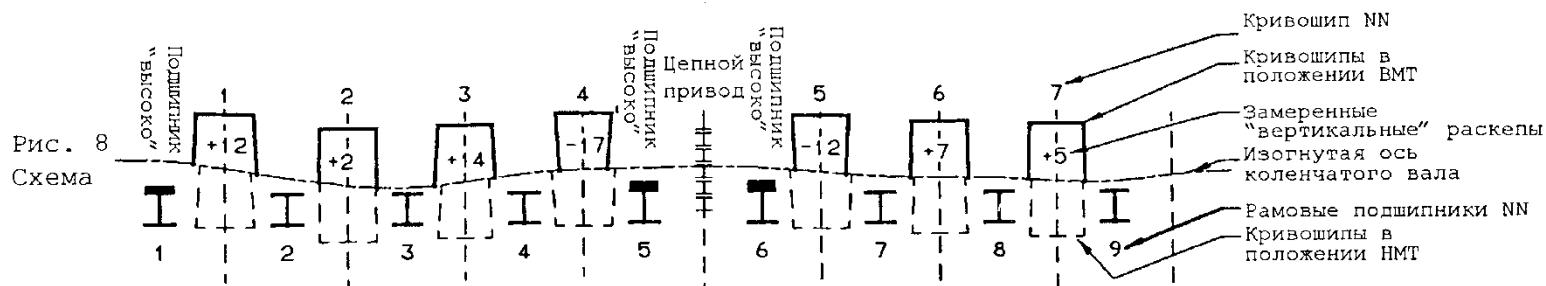


Рис. 8
Схема

Рис. 8 иллюстрирует "открытие" и "закрывание" колен в связи с вертикальной расцентровкой осей - в вышеприведенном примере, вызванным высоким положением подшипников N1, 5 и 6

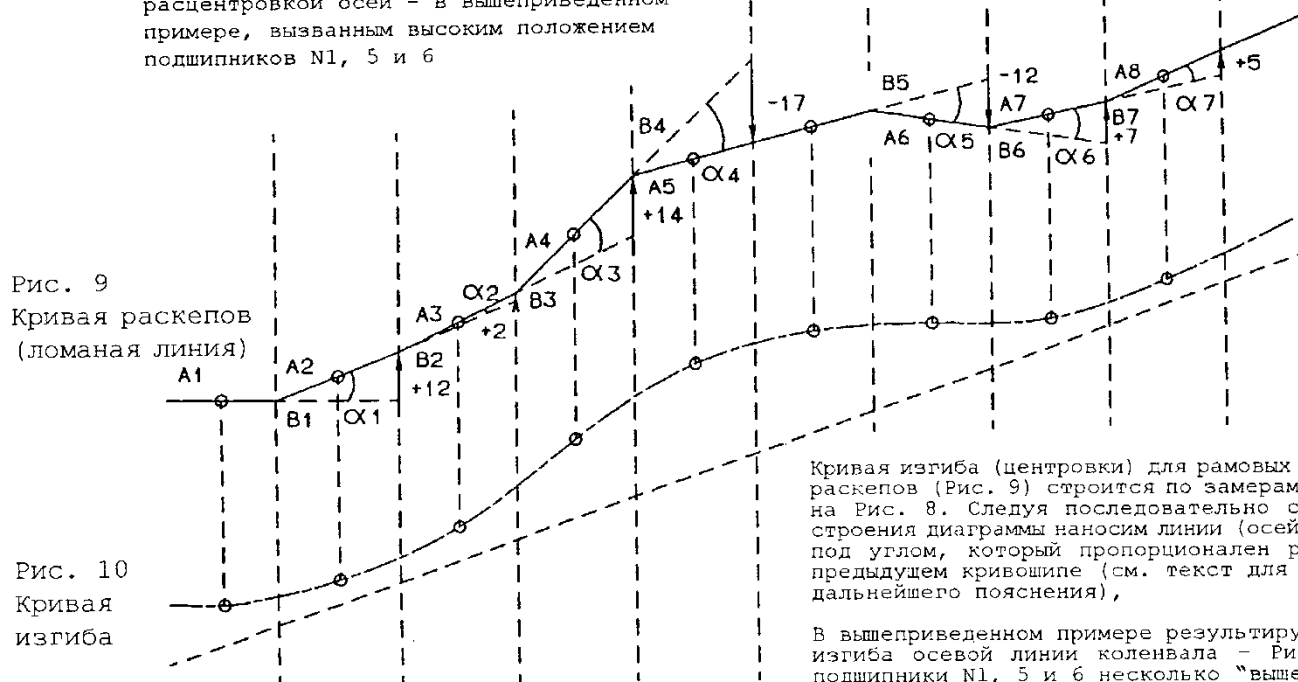
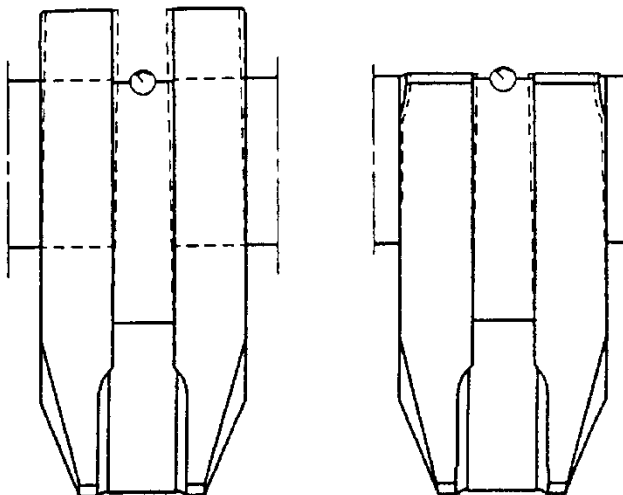


Рис. 9
Кривая раскепов
(ломаная линия)

Кривая изгиба (центровки) для рамовых подшипников. Диаграмма раскепов (Рис. 9) строится по замерам раскепов, приведенным на Рис. 8. Следуя последовательно слева направо, для построения диаграммы наносим линии (осей кривошипов) с наклоном под углом, который пропорционален раскепу, измеренному в предыдущем кривошипе (см. текст для дальнейшего пояснения),

В вышеприведенном примере результирующая (плавная) кривая изгиба осевой линии коленвала - Рис. 10 показывает, что подшипники N1, 5 и 6 несколько "выше", чем остальные.

Рис. 10
Кривая
изгиба



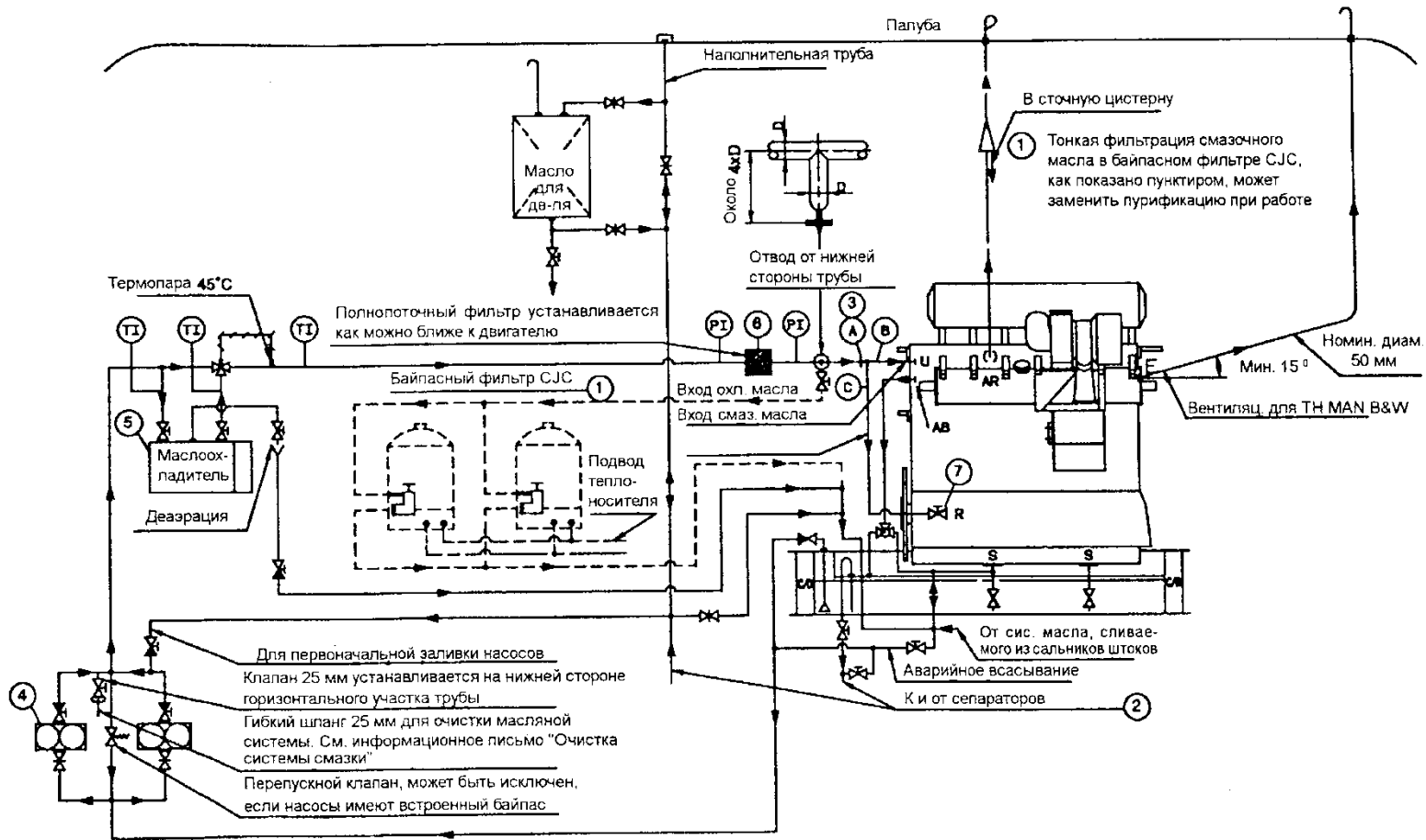
Действительны для холодного двигателя

Тип двигателя	Нормально достижимые для нового или недавно перебранного двигателя, мм		Рекомендуется переукладка мм		Абсолютно допустимый максимум, мм	
	1 *	2	1	2	1	2
K50MC	0.12	0.25	0.34	0.38	0.51	0.51
L50MC	0.17	0.34	0.45	0.51	0.68	0.68
S50MC	0.23	0.46	0.61	0.69	0.92	0.92
K60MC	0.15	0.31	0.41	0.46	0.62	0.62
L60MC	0.20	0.40	0.54	0.61	0.81	0.81
S60MC	0.27	0.55	0.73	0.82	1.10	1.10
K70MC	0.18	0.37	0.49	0.55	0.74	0.74
L70MC	0.24	0.48	0.63	0.71	0.95	0.95
S70MC	0.32	0.64	0.85	0.96	1.28	1.28
L80MC	0.27	0.54	0.72	0.81	1.08	1.08
S80MC	0.36	0.73	0.97	1.10	1.46	1.46
K80MC-C	0.22	0.44	0.58	0.66	0.88	0.88
L90MC	0.30	0.60	0.81	0.92	1.22	1.22
K90MC	0.25	0.50	0.67	0.75	1.00	1.00
K90MC-C	0.20	0.41	0.54	0.61	0.82	0.82
S90MC-T	0.36	0.72	0.96	1.08	1.45	1.45

1. Нормально для всех колен.
2. Допустимо для крайнего носового колена, если на носовом конце колен. вала установлен демпфер крутильных колебаний, дополнительный маховик или непосредственно присоединен к ротору генератора.
Допустимо для крайнего кормового колена, если на кормовом конце колен. вала предусмотрена эластичная муфта.

При оценке центровки вала на основе приведенных выше "предельных" значений, необходимо убедиться в том, что коленчатый вал действительно опирается на смежные подшипники. (См. "Центровка рамовых подшипников" пункт 2.4 "плавающие шейки" и Илл. 70815, Рис. 7).

* Эти величины также используются для суждения о правильности замеров раскеты, См. Илл. 70815, Рис. 7.

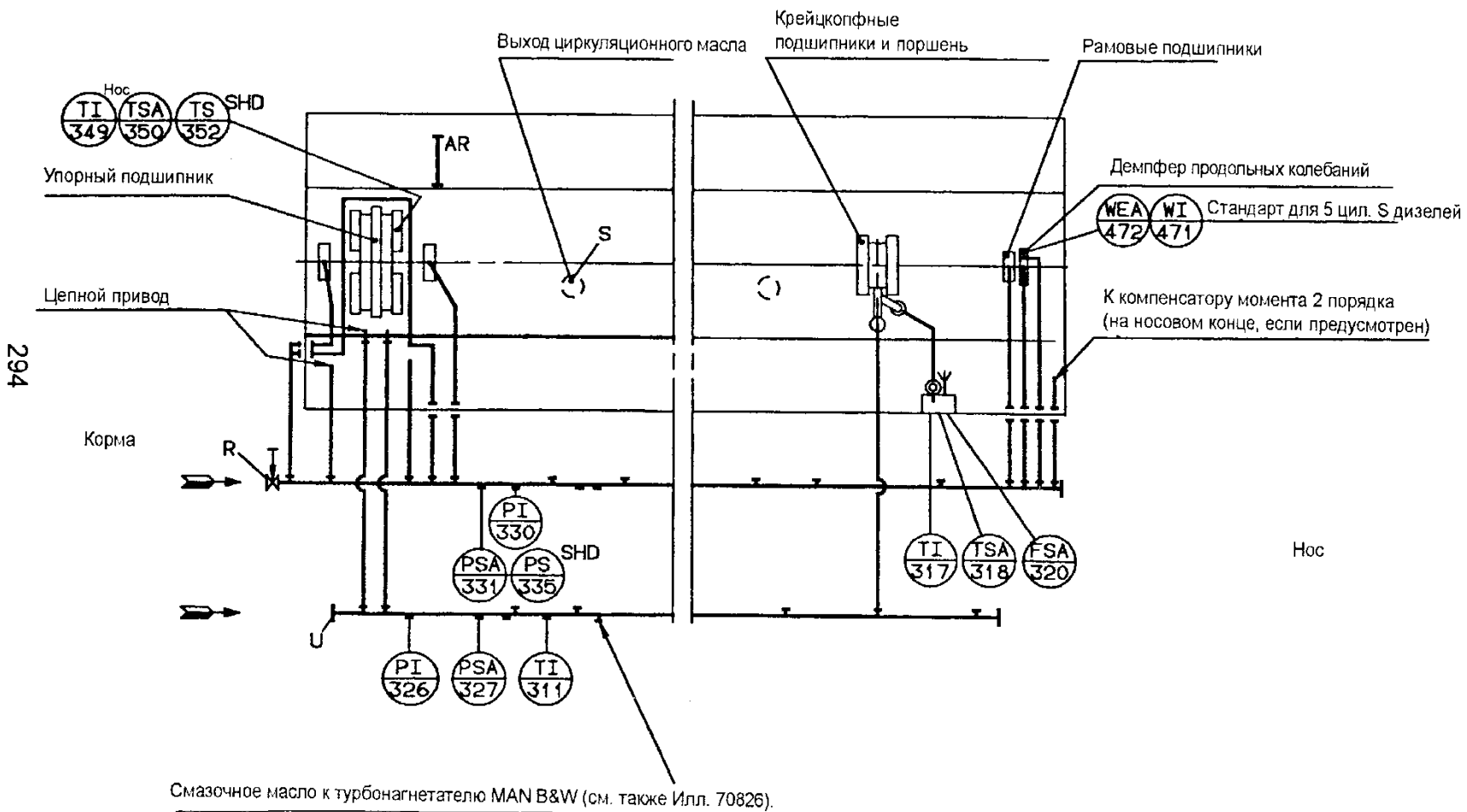


3 При использовании центробежных насосов рекомендуется устанавливать дроссельный клапан в точке А, чтобы не допустить переполнения масляного поддона. Должно быть предусмотрено приспособление, предотвращающее закрытие клапана, так, чтобы минимальное проходное сечение создавало спецификационное давление на входе в двигатель при нормальных эксплуатационных условиях. Должна обеспечиваться возможность полного открытия клапана, например, при пуске двигателя с холодным маслом.

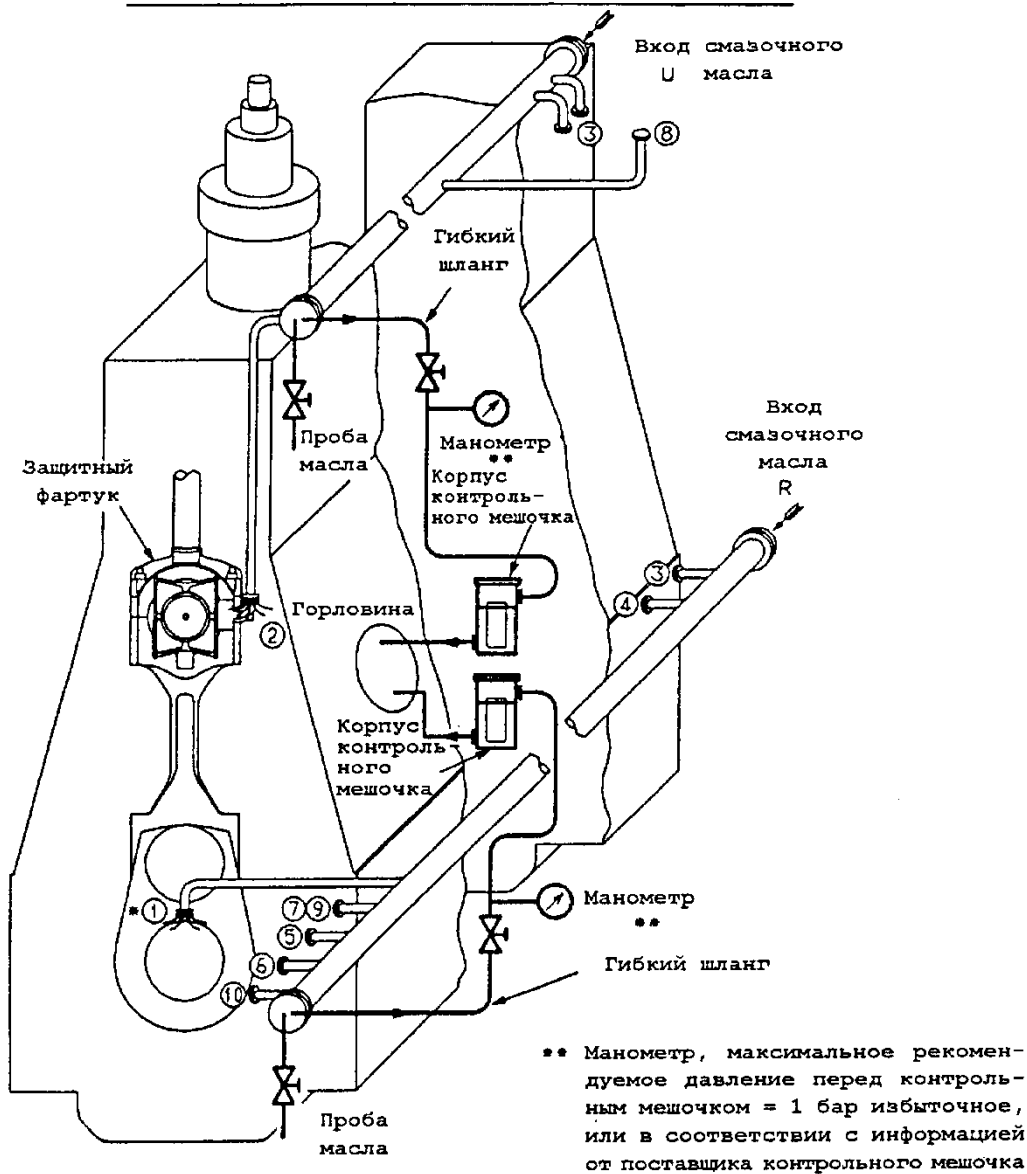


Масляная циркуляционная система (внутри двигателя)
(Двигатели без объединенной масляной системы)

Илл. 70819-40С

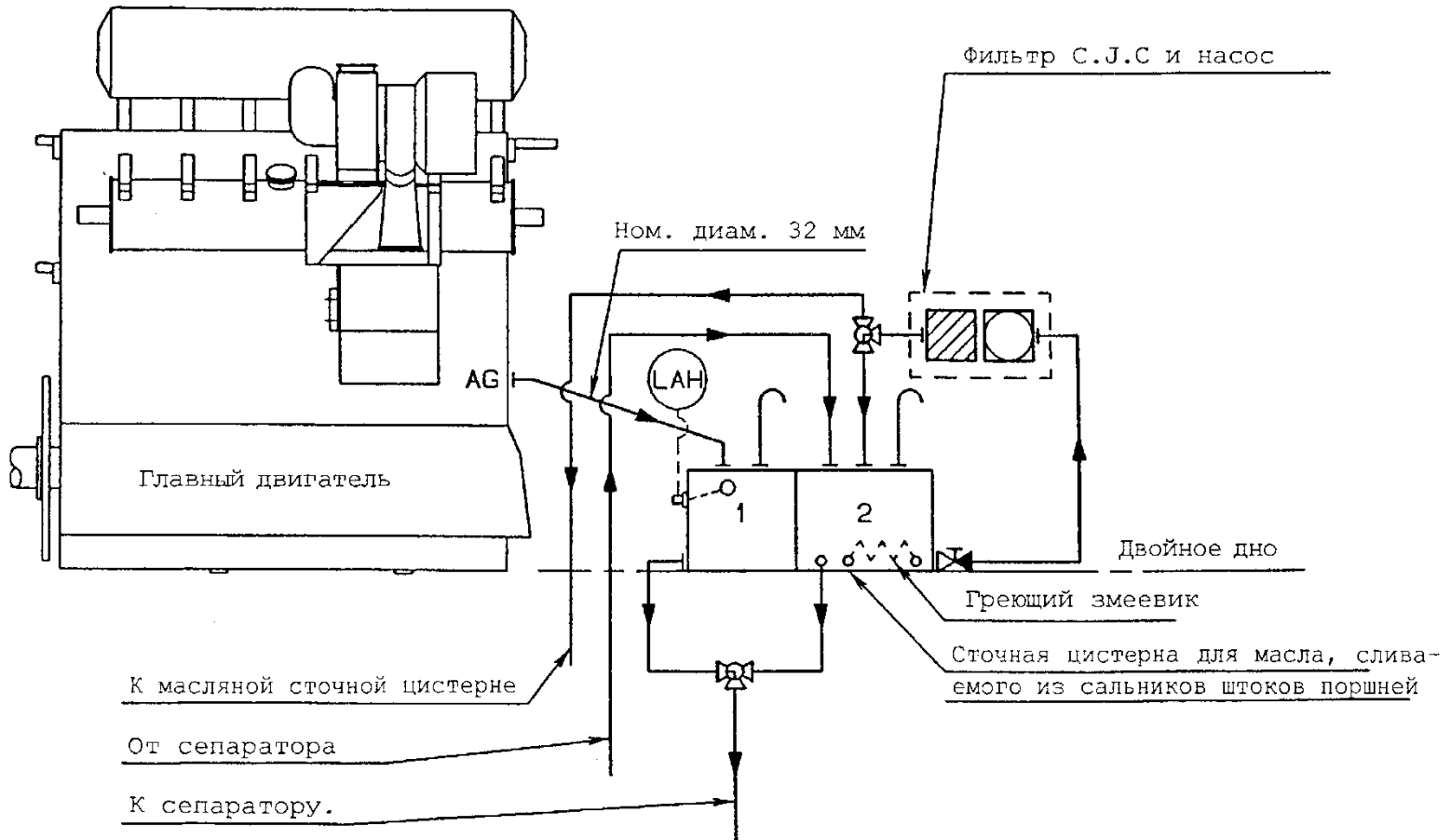


Расположение контрольных мешочков и фланцев-заглушек



Заглушки на трубопроводах

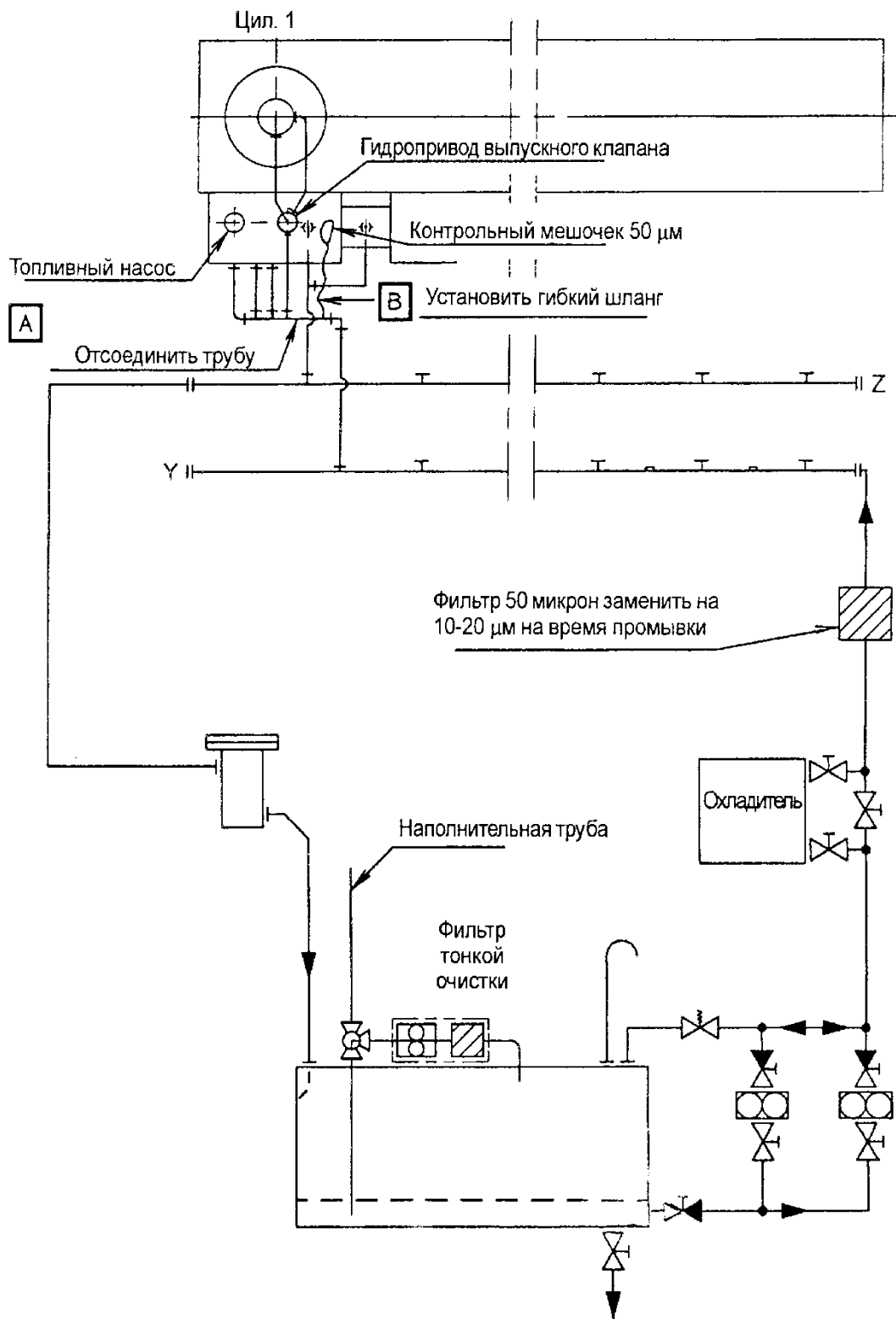
1. Спец. фланец на байпасе рамовых подшипников
2. Спец. фланец на байпасе крейцкопфных подшипников
3. Заглушка подвода масла к подшипникам и распыливающим соплам главной цепи
4. Заглушка упорного подшипника
5. Заглушка или байпас демпфера продольных колебаний
6. Заглушка демпфера крутильных колебаний
7. Заглушка цепного привода носового компенсатора момента
8. Заглушка или байпас турбонагнетателя
9. Заглушка гидравлического устройства натяжения цепи
10. Заглушка передачи РТО-РТИ

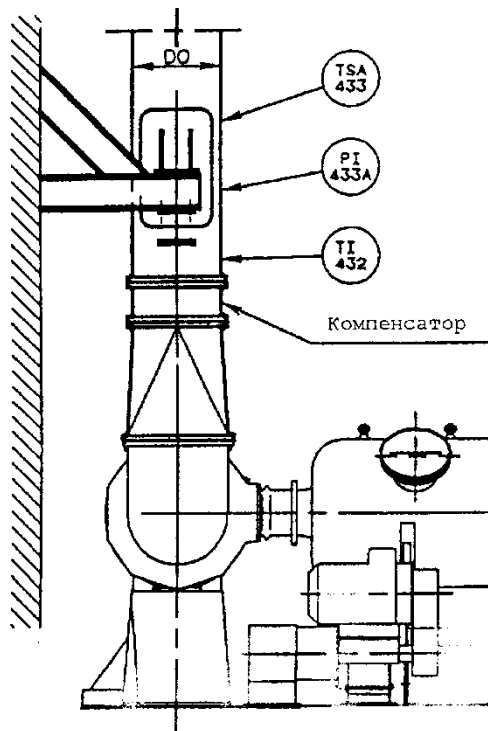
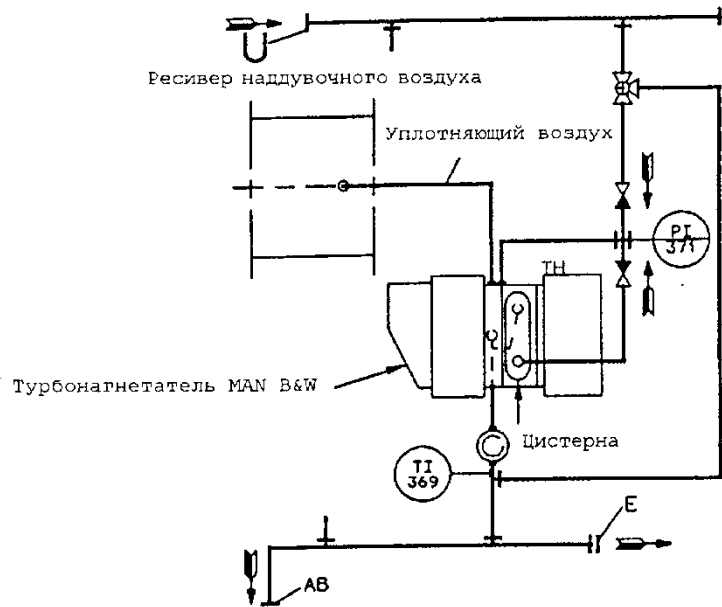




Промывка системы смазки распределителя
(Двигатели без объединенной масляной системы)

Илл. 70825-40С





См. также стр. 708.11, Поз. 14 "Проверка подшипников перед монтажем".

Рис. 1 - Измерение толщины спинки и хорды в свободном состоянии.

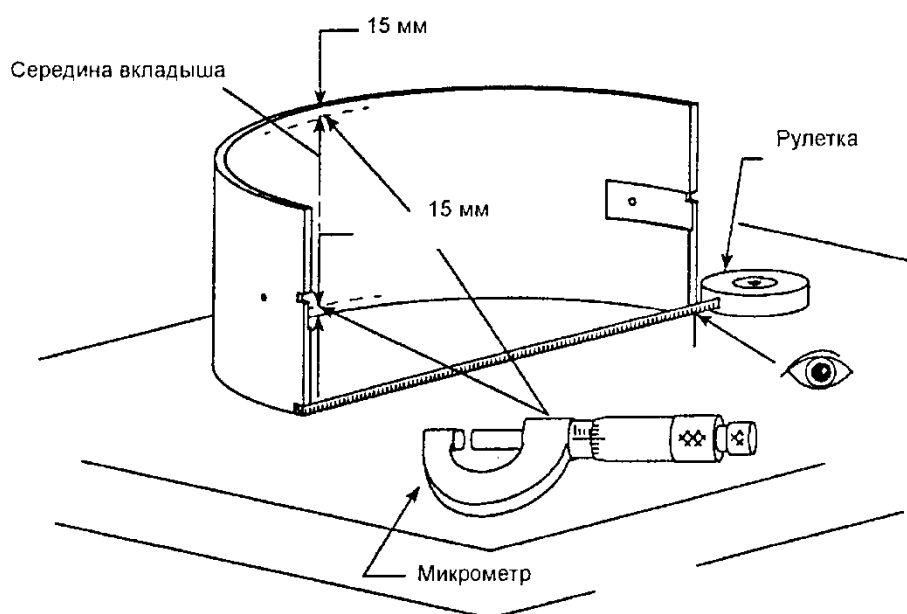


Таблица 1 - Номинальные диаметры и хорда в свободном состоянии

Тип двигателя	Номинальные диаметры и хорда в свободном состоянии (мм)		
	Рамовый подшипник	Мотылевый подшипник	Крейцкопф подшипник
L/S50MC	620 $\begin{smallmatrix} + 0.3 \\ + 0 \end{smallmatrix}$	585 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	585 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$
L/S60MC	744 $\begin{smallmatrix} + 0.3 \\ + 0 \end{smallmatrix}$	702 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	702 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$
L/S70MC	868 $\begin{smallmatrix} + 0.3 \\ + 0 \end{smallmatrix}$	818 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	818 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$
K/L/S80MC	992 $\begin{smallmatrix} + 0.3 \\ + 0 \end{smallmatrix}$	930 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	930 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$
K80MC-C	906 $\begin{smallmatrix} + 2.5 \\ + 1.5 \end{smallmatrix}$	930 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	930 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$
K/L90MC	1085 $\begin{smallmatrix} + 0.3 \\ + 0 \end{smallmatrix}$	1020 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	1048 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$
K90MC-C	1020 $\begin{smallmatrix} + 2.5 \\ + 1.5 \end{smallmatrix}$	1020 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$	1048 $\begin{smallmatrix} + 4 \\ + 1 \end{smallmatrix}$

Системы охлаждающей воды

<i>Содержание</i>	<i>Стр.</i>
Системы охлаждающей воды	
1. Общее	709.01
2. Система забортной охлаждающей воды	709.01
3. Система охлаждения цилиндров	709.01
* Работа в порту	709.02
4. Центральная система охлаждения	709.02
5. Подогрев во время стоянки	709.02
6. Неисправности системы охлаждения цилиндров	709.02
* Операция А, Двигатели 50МС	709.03
* Операция В, Двигатели 60-90МС	709.03
Водоподготовка	
1. Уменьшение эксплуатационных неисправностей	709.04
1.1 Типы неисправностей	709.04
1.2 Ингибиторы коррозии	709.04
1.3 Качество охлаждающей воды	709.04
1.4 Вентиляция	709.05
2. Проверка системы и воды в эксплуатации	709.05
2.1 Регулярно	709.05
2.2 Еженедельно	709.05
2.3 Каждый третий месяц	709.06
2.4 Ежегодно	709.06
2.5 Каждые четыре-пять лет и после длительного вывода из эксплуатации	709.06
2.6 Потери воды и переборка	709.06
3. Очистка и ингибирование	709.06
3.1 Общее	709.06
3.2 Очищающие средства	709.06
3.3 Ингибиторы	709.07

Системы охлаждающей воды

Содержание Стр.

Водоподготовка (продолж.)

4. Операция очистки и ингибирования	709.07
4.1 Общее	709.07
4.2 Обезжиривание	709.07
- Подготовка к обезжириванию	709.07
- Добавление обезжиривающего средства	709.07
- Прокачивание раствора	709.07
- Дренаж и промывка системы	709.07
4.3 Удаление накипи	709.07
- Подготовка к удалению накипи	709.07
- Добавление кислотного раствора	709.08
- Прокачивание кислотного раствора	709.08
- Нейтрализация кислотных остатков	709.08
4.4 Заполнение водой	709.08
4.5 Добавление ингибитора	709.09
5. Центральная система охлаждения, Очистка и ингибирование	709.09

Таблицы

Нитритно-боратные ингибиторы коррозии для пресной воды	709.10
--	--------

Иллюстрации

Охлаждение забортной водой, Главные и вспомогательные двигатели	70901
Система охлаждения цилиндров, Главные и вспомогательные двигатели	70902
Центральная система охлаждения, Главные и вспомогательные двигатели	70903
Подогрев пресной охлаждающей воды (и пуск холодного двигателя)	70904

Системы охлаждения воды

1. Общее

Системы трубопроводов значительно варьируются от установки к установке. Включенные сюда схемы систем трубопроводов даны здесь в качестве рекомендуемых с целью иллюстрации важных принципиальных особенностей контуров и их соотношения.

Для конкретной установки нужные детали следует искать в схемах трубопроводов, поставляемых верфью.

2. Система забортной охлаждающей воды

Илл. 70901

Забортная вода принимается из кингстона (1) насосом забортной воды (2).

Подаваемый насосом поток воды разделяется на четыре отдельные ветви через:

- a) регулируемый клапан (3) прямо на ОХНВ главного двигателя.
- b) регулируемый клапан (4) к охладителю масла распредвала, при наличии. Опасайтесь переохладения пресной воды охлаждения цилиндров, если установлен опреснитель без термостатического контроля.
- c) маслоохладитель и охладитель пресной воды охлаждения цилиндров, которые установлены последовательно.
- d) невозвратный клапан (5) на вспомогательные двигатели.

Забортная вода из упомянутых четырех ветвей в дальнейшем вновь смешивается и затем поступает к терморегулятору с трехходовым клапаном (6) и на клапан слива воды за борт (7).

Терморегулятор (6) управляется датчиком температуры (8), установленным в приемной трубе забортной воды. Терморегулятор отрегулирован таким образом, чтобы вода в приемном патрубке насоса поддерживалась на уровне выше 10 °С в целях предотвращения загустевания смазочного масла на холодных поверхностях охлаждения (см. также "Уставки АПС", Глава 701).

Если температура забортной воды на входе падает ниже установленного уровня, терморегулятор (6) осуществляет рециркуляцию воды к всасывающему трубопроводу насоса забортной воды.

3. Система охлаждения цилиндров

Илл. 70902, 70904

Пресная охлаждающая вода прокачивается через охладитель и цилиндры главного двигателя насосом пресной воды охлаждения цилиндров (1). Терморегулятор (2) на выходе из охладителя смешивает охлажденную и неохлажденную пресную воду в таком соотношении, чтобы температура пресной воды на выходе из главного двигателя поддерживалась примерно 80 °С.

Клапан (2) терморегулятора управляется термодатчиком (3), установленным на выходе пресной воды из двигателя.

Встроенный контур на вспомогательных двигателях обеспечивает постоянную температуру 80 °С на выходе из вспомогательных двигателей.

Для предотвращения скапливания воздуха в системе охлаждения на выходном трубопроводе предусмотрен деаэрационный бачок (4) (циклонный бачок). Расширительный бак (5) компенсирует разницу в объеме воды при изменении температуры.

На случай чрезмерного скопления пара или воздуха в системе предусмотрена аварийно-предупредительная сигнализация.

В целях предотвращения повышенного износа втулок цилиндров очень важно поддерживать температуру охлаждающей воды на выходе в пределах 80-85 °С.

Более низкая температура может вызвать конденсацию серной кислоты на втулках цилиндров.

Работа в порту

Главный двигатель подогревается, используя горячую воду из системы охлаждения вспомогательного двигателя(ей). Этот подогрев реализуется закрытием клапана (6) и открытием клапана (7).

Переключение клапанов (6) и (7) меняет направление потока, и вода подается от насосов, навешенных на вспомогательные двигатели. От вспомогательных двигателей вода поступает непосредственно к отводу из полостей охлаждения главного двигателя. После выхода из главного двигателя через входной трубопровод вода проходит к трехходовому клапану терморегулятора (2).

Поскольку датчик температуры для терморегулятора в этом режиме работы измеряет температуру в трубопроводе с низкой температурой и без расхода, клапан пропустит большую часть охлаждающей воды на охладитель пресной воды (8).

Поскольку насосы забортной воды при стоянке в порту остановлены, снижение температуры пресной охлаждающей воды будет незначительным.

Встроенный контур вспомогательных двигателей будет обеспечивать постоянную температуру воды 80 °С на выходе из вспомогательных двигателей, и главный двигатель будет прогрет, возможен также прогрев резервных вспомогательных двигателей с помощью клапанов F3 и F1.

4. Центральная система охлаждения

Илл. 70903

В *центральной системе водяного охлаждения* центральный насос охлаждающей воды (3) прокачивает пресную воду низкотемпературного контура (центральную охлаждающую воду) по контуру охлаждения:

параллельно через ОХНВ, маслоохладитель распределителя, если предусмотрен, а также через маслоохладитель и охладитель пресной воды, охлаждающей цилиндры, причем два последние установлены последовательно.

Температура в системе регулируется терморегулятором (4). Его регулирующий клапан настроен таким образом, чтобы минимальная температура на входе в ОХНВ и оба маслоохладителя была выше 10 °С.

Поскольку избыточный расход охлаждающей воды через относительно малый маслоохладитель распределителя, при его наличии, может вызвать коррозию, клапан на входе охлаждающей воды следует задресселировать так, чтобы выдерживать повышение температуры воды в охладителе приблизительно на 10 °С.

В части главной и вспомогательной систем охлаждения цилиндров и подогрева в порту, см. *предыдущий раздел 3, "Система охлаждения цилиндров"*.

5. Подогрев во время стоянки

Подогревайте двигатель в соответствии с Главой 703, Поз. 7, "Действия после прибытия в порт".

Подогревайте с помощью:

- встроенного подогревателя, см. также *Илл. 70904*,
- охлаждающей воды вспомогательных двигателей, см. *Поз. 3 "Работа в порту"*.

6. Неисправности системы охлаждения

Предполагается, что повышение температуры не вызвано неисправными измерительными приборами или терморегулятором. Эти узлы должны проверяться регулярно для обеспечения исправной работы.

Если температура охлаждающей воды отдельного цилиндра или двигателя в целом возрастает до **90-100 °С** действуйте согласно операциям:

- **A** для двигателей 50MC, или
- **B** для двигателей 60-98MC.

Операция А: (двигатели 50МС)

Откройте пробные краны на сливах из цилиндров.

Вытекает ли вода?	
ДА	<ul style="list-style-type: none"> - Закройте пробные краны. - Восстановите подачу охлаждающей воды сразу или остановите двигатель для поиска неисправности.
НЕТ	<p><i>Полость охлаждения не полностью заполнена водой. В результате этого возникает местный перегрев, и отсюда, образование пара.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Закройте пробные краны. - Остановите двигатель. - Остановите охлаждающие насосы пресной воды охлаждения цилиндров. - Откройте индикаторные краны. - Оставьте в работе вспомогательные воздухоподогреватели и масляные насосы. - Проверните поршень соответствующего цилиндра в положение НМТ для постепенного охлаждения перегретого участка. - Дайте двигателю остыть. <i>Этим предотвращаются чрезмерные тепловые напряжения во втулке цилиндра, крышке и корпусе выпускного клапана, если подача воды возобновится слишком быстро.</i> - Выявите и устраните причину неисправности охлаждения. - Проверьте правильность наклона отводящего трубопровода пресной воды и обеспечение деаэрации от носового конца двигателя. - Проведите осмотр через продувочные окна, чтобы убедиться в отсутствии внутренних протечек. <i>См. также Главу 707, "Состояние цилиндра".</i> <p>Примечание: Медленно проверните двигатель с открытыми индикаторными кранами перед его запуском.</p>

Операция В: (Двигатели 60-98МС)

Откройте пробные краны на сливах из цилиндров.

Вытекает ли вода?	
ДА	<ul style="list-style-type: none"> - Закройте пробные краны. - Восстановите подачу охлаждающей воды сразу или остановите двигатель для поиска неисправности.
НЕТ	<p><i>Полость охлаждения не полностью заполнена водой. В результате этого возникает местный перегрев и, отсюда, образование пара.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Закройте пробные краны. - Остановите двигатель. - Закройте клапан на выходе из перегретого цилиндра. - Откройте индикаторные краны. - Оставьте в работе вспомогательные воздухоподогреватели и масляные насосы. - Проверните поршень соответствующего цилиндра в положение НМТ для постепенного охлаждения перегретого участка. - Дайте двигателю остыть. <i>Этим предотвращаются чрезмерные тепловые напряжения во втулке цилиндра, крышке и корпусе выпускного клапана, если подача воды возобновится слишком быстро.</i> - Через 15 минут приоткройте клапаны на выходе, так, чтобы вода могла медленно подняться в рубашки охлаждения. Проверьте уровень в пробных кранах. - Выявите и устраните причину неисправности охлаждения. - Проверьте правильность наклона отводящего трубопровода пресной воды и обеспечение деаэрации от носового конца двигателя. - Проведите осмотр через продувочные окна, чтобы убедиться в отсутствии внутренних протечек. <i>См. также Главу 707, "Состояние цилиндра".</i> <p>Примечание: Медленно проверните двигатель с открытыми индикаторными кранами перед его запуском.</p>

Водоподготовка

1. Уменьшение эксплуатационных неисправностей

Для сведения эксплуатационных неисправностей к минимуму мы настоятельно рекомендуем:

- эффективную защиту от коррозии в системе охлаждения путем присадки химического **ингибитора коррозии**.
См. Поз. 1.2.
- использование **охлаждающей воды соответствующего качества**. *См. Поз. 1.3.*
- эффективную **вентиляцию** системы.
См. Поз. 1.4.

1.1 Типы неисправностей

Если не принять вышеупомянутых мер предосторожности, могут возникать следующие типы неисправностей:

- коррозия, которая химическим путем удаляет материал с поверхностей, на которые она воздействует.
- коррозионная усталость, которая может привести к образованию трещин при одновременном воздействии коррозии и динамических напряжений.
- кавитация, при которой материал удаляется в связи с местным парообразованием и последующей конденсацией пара в охлаждающей воде, в связи с высокими скоростями воды или вибрацией.
- образование накипи, которая снижает теплопередачу, главным образом, из-за известковых отложений.

1.2 Ингибиторы коррозии

Имеются различные типы ингибиторов, но вообще говоря, рекомендуется только ингибиторы на нитритно-боратной основе.

В таблице на стр. 709.10 приведен ряд присадок такого характера, имеющих в продаже. Приведены также соответствующие дозировки, и мы рекомендуем, чтобы они строго соблюдались.

Подготовка охлаждающей воды с использованием ингибирующих масел не рекомендуется, поскольку она связана с риском образования масляной пленки на теплопередающих поверхностях.

Примечание: Законодательство об удалении загрязненной воды, включая охлаждающую воду, запрещает использование хроматов для обработки охлаждающей воды. Хроматные ингибиторы не должны использоваться в установках, соединенных с опреснителями.

1.3 Качество охлаждающей воды

Очень важно использовать охлаждающую воду соответствующего качества.

Это предотвратит отложение известняка на втулках цилиндров и крышках цилиндров, что нарушает теплопередачу и приводит к неприемлемо высоким температурам материала.

Мы рекомендуем использовать деионизированную и дистиллированную воду (например, вырабатываемую в опреснителе) в качестве охлаждающей воды.

Перед использованием проверьте, чтобы не были превышены следующие величины:

- pH : 6,5-8,0 (при 20 °C)
- Хлориды : 50 ppm (50 мг/литр)
- Сульфаты: 50 ppm (50 мг/литр)
- Силикаты : 25 ppm (25 мг/литр)

Убедитесь, что в воде не содержатся:

- Сульфиды
- Хлористые соли
- Аммиак

Примечание: Смягчение воды не приводит к снижению содержания в ней сульфатов и хлористых солей.

Если нет возможности приобрести деионизированной или дистиллированной воды, в исключительных случаях может быть использована обычная питьевая вода.

Общая жесткость воды не должна превышать 10°dH (германский стандарт градусов жесткости).

Дождевая вода не должна применяться, поскольку она может быть сильно загрязнена.

1.4 Вентиляция

Систему оборудуют деаэрационным баком с АПС и вентиляционным трубопроводом к расширительному баку.

См. "Система охлаждения цилиндров", ранее в этой Главе.

2. Проверка системы и воды в эксплуатации

Проверяйте систему охлаждающей воды и воду в ней через указанные ниже промежутки времени:

Мы рекомендуем вести запись всех проверок, чтобы следить за состоянием охлаждающей воды и тенденцией его изменения.

2.1 Регулярно

Когда осуществимо, проверяйте систему охлаждающей воды на наличие шлама или отложений.

См. также Поз. 2.5, "Каждые четыре-пять лет и после длительного вывода из эксплуатации".

Проверяйте охлаждающие трубопроводы, охлаждающие полости (каналы) в верхней части цилиндра, крышку и седло выпускного клапана.

Шлам и отложения могут объясняться:

- загрязнением системы охлаждающей воды.
- цинковыми гальванопокрытиями в системе охлаждающей воды.

Опыт показал, что цинковые гальванопокрытия в системе пресной охлаждающей воды часто оказываются весьма подверженными коррозии, результатом чего бывает интенсивное шламообразование, даже если система охлаждения правильно ингибирована.

Кроме того, первоначальное удаление накипи кислотой в значительной мере разрушает гальванопокрытие. Поэтому мы вообще не советуем использовать оцинкованные трубопроводы в охлаждающей системе пресной воды.

2.2 Ежедневно

Отбирайте пробу воды из системы при работе. Пробу отбирайте из системы циркуляции, т.е. не из расширительного бака или труб, ведущих к баку.

Проверяйте состояние охлаждающей воды.

Набор приборов обычно можно получить от поставщика ингибитора.

Проверьте:

- Концентрацию ингибитора.
Концентрация ингибитора **не должна** падать ниже величины, рекомендованной поставщиком, т.к. это может повысить риск коррозии.
Когда поставщик оговаривает диапазон концентрации, мы рекомендуем поддерживать концентрацию на верхнем уровне.
- величину pH.
Должна быть в пределах 8,5-10 при 20 °С. Уменьшение величины pH (и увеличение содержания сульфата, если замеряется) может свидетельствовать о загрязнении выпускными газами (протечки).
Величину pH можно повысить добавлением ингибитора, однако если необходимо значительное его количество, мы рекомендуем заменить воду.
- Содержание хлоридов.
Не должно превышать 50 ppm (мг/литр). В исключительных случаях может быть приемлемым максимум 100 ppm, однако следует придерживаться величины верхнего предела, оговоренного поставщиком ингибитора.
Увеличение содержания хлористых солей может указывать на попадание заборной воды.
Проследите и устраните протечки при первой возможности.

2.3 Ежеквартально

Отбирайте пробу воды из системы при работе, как описано в Поз. 2.2 "Еженедельно".

Отсылайте пробу для лабораторного анализа, в частности, для проверки содержания:

- ингибитора,
- сульфата,
- железа,
- общей солености.

2.4 Ежегодно

Опорожните, промойте и вновь заполните систему охлаждающей воды.

Введите ингибитор.

См. также Поз. 4.5 "Введение ингибитора", далее.

2.5 Каждые четыре-пять лет и после длительного вывода из эксплуатации

Основываясь на регулярных проверках, *см. Поз. 2.1*, очистите систему охлаждающей воды от масляного шлама, ржавчины и известняка. Вновь заполните водой с ингибитором. *См. Поз. 3 и 4, далее.*

2.6 Потери воды и переборка

Возместите испарившуюся охлаждающую воду не-ингибированной водой.

Возместите утечки воды ингибированной водой.

После переборки, например, отдельных цилиндров, добавьте новую порцию ингибитора непосредственно после окончания работ.

Проверяйте концентрацию ингибитора каждый раз, когда значительное количество охлаждающей воды заменяется или добавляется.

3. Очистка и ингибирование

3.1 Общее

Проводите очистку прежде, чем в первый раз вводить ингибитор в систему охлаждающей воды.

Это обеспечит равномерную защиту поверхностей ингибитором и улучшит теплопередачу.

В эксплуатации повторяйте очистку и ингибирование каждые 4-5 лет и после длительного вывода из эксплуатации, *см. также Поз. 2.5.*

Очистка включает обезжиривание для удаления масляного шлама и удаление накипи для устранения ржавчины и известковых отложений.

3.2 Очищающие средства

Специальные готовые очищающие средства можно получить от фирм, специализирующихся на подготовке охлаждающей воды и от поставщиков ингибитора.

См. таблицу на стр. 709.10.

Эти фирмы предлагают обработку, помощь и анализы охлаждающей воды.

Мы подчеркиваем, что указаниям фирм-поставщиков следует всегда строго следовать.

Очищающие средства не должны повреждать уплотнение, прокладки и т.п. Следует также удостовериться в том, что очищающие средства совместимы со всеми элементами системы охлаждения, чтобы исключить какие-либо неисправности.

Очищающие средства не следует подмешивать непосредственно, их следует растворить в воде, а затем вводить в систему охлаждающей воды.

Для обезжиривания могут быть использованы эмульсии моющих средств в воде, а также легкосодечные чистящие средства.

Примечание: Готовые моющие средства, склонные к воспламенению, очевидно, не должны использоваться для этих целей.

Для удаления накипи особенно рекомендуются средства, базирующиеся на амино-сульфонной кислоте, лимонной кислоте, щавелевой кислоте.
Примечание: Применяйте только ингибированные кислотные очищающие средства.

Эти кислоты обычно поставляются в твердом виде, но легко растворяются в воде и не выделяют ядовитых паров.

3.3 Ингибиторы

См. Поз. 1.2 "Ингибиторы коррозии" выше, в этой Главе.

4. Процесс очистки и ингибирования

4.1 Общее

Примечание: Во время процесса очистки двигатель должен быть остановлен во избежание перегрева при осушении системы.

Обычно очистку можно производить без какой-либо разборки двигателя.

Поскольку в процессе очистки могут обнаруживаться течи (из-за слабо затянутых соединений или дефектных прокладок), во время очистки систему рекомендуется проверить.

4.2 Обезжиривание

Примечание: Будьте осторожны. Пользуйтесь защитными очками и перчатками.

Подготовка к обезжириванию

Содержит ли охлаждающая вода ингибитор?	
ДА	Осушите систему. Заполните систему чистой водопроводной водой. Следуйте операции, излагаемой ниже.
НЕТ	Следуйте операции, излагаемой ниже.

Нагрейте воду до 60 °C и постоянно прокачивайте ее по системе.

Слейте воду до нижнего уровня по смотровому стеклу расширительного бака.

Добавьте обезжиривающий состав

Добавьте обезжиривающий состав, предпочтительно со всасывающей стороны работающего насоса пресной воды охлаждения цилиндров.

Используйте количество состава, оговоренное поставщиком.

Вновь слейте воду до нижнего уровня в расширительном баке, если система охлаждающей воды заполнилась ранее введения всего объема состава.

Прокачивайте раствор

Прокачивайте состав в течение времени, указанного поставщиком.

Выявляйте и устраняйте утечки.

Слейте и промойте систему

Осушите систему полностью.

Это позволит также смыть масло или смазку, осевшую в расширительном баке.

Заполните систему чистой водопроводной водой.

Прокачайте воду в течение двух часов.

Осушите систему полностью.

Переходите к операции удаления накипи, см. Поз. 4.3.

4.3 Удаление накипи

По завершении процесса обезжиривания, см. Поз. 4.2, реализуйте данную операцию.

Примечание: Будьте осторожны. Пользуйтесь защитными очками и перчатками.

Подготовка к удалению накипи

Заполните систему чистой водопроводной водой.

Нагрейте воду до максимум 70 °C и постоянно ее прокачивайте.

Примечание: Некоторые готовые очищающие составы предписывается применять при меньшей температуре. Должна поддерживаться оговоренная максимальная температура.

Добавьте кислотный раствор

Растворите необходимое количество кислотного компаунда в чистой железной емкости, наполовину заполненной горячей водой. Тщательно перемешайте, напр. используя паровой шланг.

Для двигателей, которые обрабатывались перед ходовыми испытаниями, обычно достаточно минимальной концентрации, рекомендованной поставщиком.

Для необработанных двигателей обычно требуется повышенная концентрация - в зависимости от состояния системы охлаждения.

Растворимость кислот в воде часто бывает ограничена. Это может потребовать удаления отложений в два этапа, с новым раствором кислоты и чистой водой.

Обычно поставщик оговаривает максимальную растворимость.

Медленно введите кислотный раствор на всасывающей стороне насоса пресной воды охлаждения цилиндров.

Долейте емкость до полной горячей водой, продолжая помешивать и вливать раствор.

В случае необходимости слейте некоторую часть воды из системы.

Прокачайте кислотный раствор

Поддерживайте температуру воды на предписанном уровне подогрева и постоянно ее прокачивайте.

Длительность обработки будет зависеть от степени загрязнения.

Обычно, для двигателей, которые обрабатывались перед ходовыми испытаниями, достаточно наименьшего времени промывки, рекомендованного поставщиком.

Для двигателей, не прошедших обработки, требуется более продолжительное время промывки.

Проверяйте ежечасно, например, с помощью pH-бумаги, что еще не вся кислота нейтрализовалась.

Многие моющие вещества содержат цветные индикаторы, с помощью которых определяется состояние раствора.

Если кислота нейтрализована, можно добавить новую порцию раствора с наименьшей рекомендованной концентрацией.

Нейтрализуйте кислотные остатки

После завершения промывки, осушите систему и промойте ее водой.

Промывка необходима для удаления отложений, которые могли выпасть в процессе очистки.

Продолжайте промывку, пока вода не станет нейтральной (pH приблизит. 7).

Кислотные остатки могут быть нейтрализованы чистой водопроводной водой, содержащей 10 кг соды на тонну воды. В качестве альтернативы соде могут быть карбонат или фосфат натрия с такой же концентрацией.

Прокачайте смесь в течение 30 минут.

Осушите и промойте систему.

Продолжайте промывать, пока вода не станет нейтральной (pH приблизит. 7).

Проверьте содержание кислоты в циркуляционном масле сразу после очистки от накипи и через 24 часа повторно.

См. Главу 708, "Уход за циркуляционным маслом", Позиции 4.5 и 5.

Примечание: Во избежание загрязнения морской воды кислотой, рекомендуется, если возможно, собрать сливаемую воду, содержащую кислоту, в цистерну, где она может быть нейтрализована, например, с помощью соды, до откачки ее за борт.

4.4 Заполнение водой

Для предотвращения образования ржавчины на очищенных поверхностях, заполните систему водой немедленно после очистки.

Заполняйте деионизированной или дистиллированной водой до *нижнего* уровня в расширительном баке.

См. также Поз. 1.3 "Качество охлаждающей воды".

4.5 Добавление ингибитора

В связи с отсутствием жесткости деионизированная или дистиллированная вода относительно коррозионна.

Добавляйте ингибитор коррозии сразу после заполнения.

Отвесьте количество ингибитора, оговоренное поставщиком, см. таблицу на Стр. 709.10.

Мы рекомендуем использовать максимальное количество, оговоренное изготовителями.

Растворите ингибитор в горячей деионизированной или дистиллированной воде, используя чистую железную емкость.

Введите раствор на всасывающую сторону работающего насоса пресной воды охлаждения цилиндров или в другом месте, где обеспечен поток.

Жидкий ингибитор можно вводить непосредственно в систему с помощью оборудования, поставляемого изготовителем. Соблюдайте инструкции изготовителя.

Заполните систему до *нормального* уровня воды, используя деионизированную или дистиллированную воду.

Прокачайте охлаждающую воду в течение не менее 24 часов. Это обеспечит образование стабильной защиты охлаждаемых поверхностей.

Проверьте охлаждающую воду с помощью набора для испытаний (поставляется изготовителем ингибитора) и убедитесь в том, что нужная концентрация ингибитора достигнута.

См. также Поз. 2.2 Ежедневно, "Проверка концентрации ингибитора", выше в этой Главе.

5. Центральная система охлаждения, Очистка и ингибирование

Для правильного функционирования этой системы важно удалить имеющиеся известковые отложения, ржавчину и/или масляный шлам для сведения к минимуму риска засорения охладителей и для обеспечения хорошей теплопередачи. Естественно, должно проводиться последующее ингибирование.

Для центральной системы водяного охлаждения, которая организована с отдельными высокотемпературным и низкотемпературным контурами пресной воды, тщательные регулярные проверки, которые необходимы для воды охлаждения цилиндров (= пресной воды высокотемпературного контура), не являются необходимыми для низкотемпературного контура пресной воды.

**Нитритно-боратные ингибиторы коррозии
для обработки пресной охлаждающей воды**

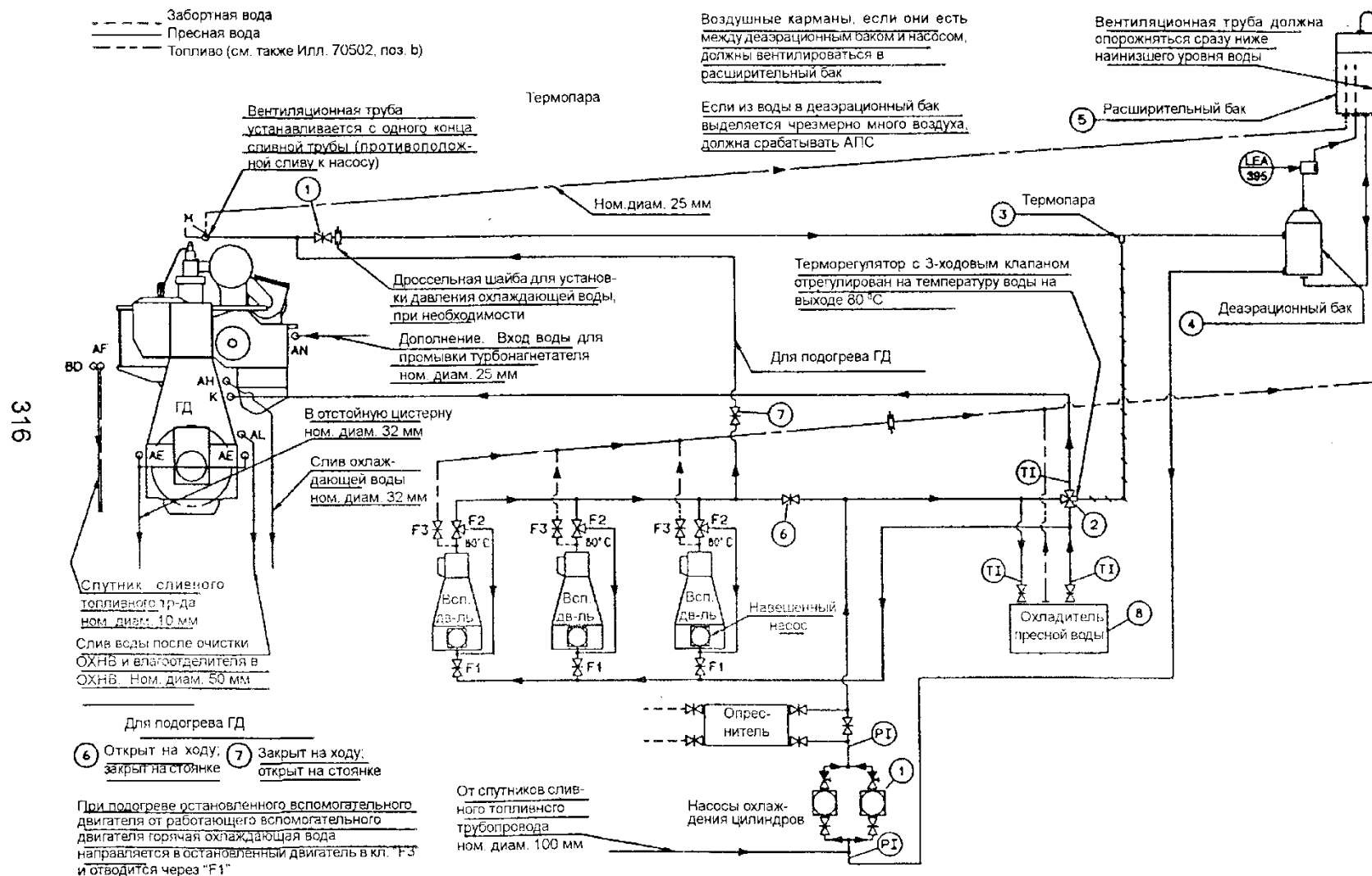
Фирма-изготовитель	Название ингибитора	Форма поставки	Мин. дозировка по рекомендации поставщика (*)
Castrol Ltd. Swindon Wiltshire, England	Castrol Solvex WT4	порошок	3 кг/1000 л
	Castrol Solvex WT2	жидкость	20 л/1000 л
Drew Ameriod Marine Boonton, N.J./USA	DEWT NC	порошок	3,2 кг/1000 л
	Liquidewt	жидкость	8 л/1000 л
	Maxiquard	жидкость	16 л/1000 л
Nalfloc Ltd. Northwich, Cheshire, England	NALFLEET 9-108	жидкость	2,25 л/1000 л
Rohm & Haas (ex Duolite) Paris, France	RD11 DIA PROSIM	порошок	3 кг/1000 л
Unitor Rochem Marine Chemicals Oslo, Norway	Dieselguard NB	порошок	3 кг/1000 л
	Rocor NB Liquid	жидкость	10 л/1000 л
Vecom Maassluis, Holland	CWT Diesel QC2	жидкость	12 л/1000 л

(*) Первичная дозировка может быть большей. Обычно мы рекомендуем 2000-2500 ppm нитритов.

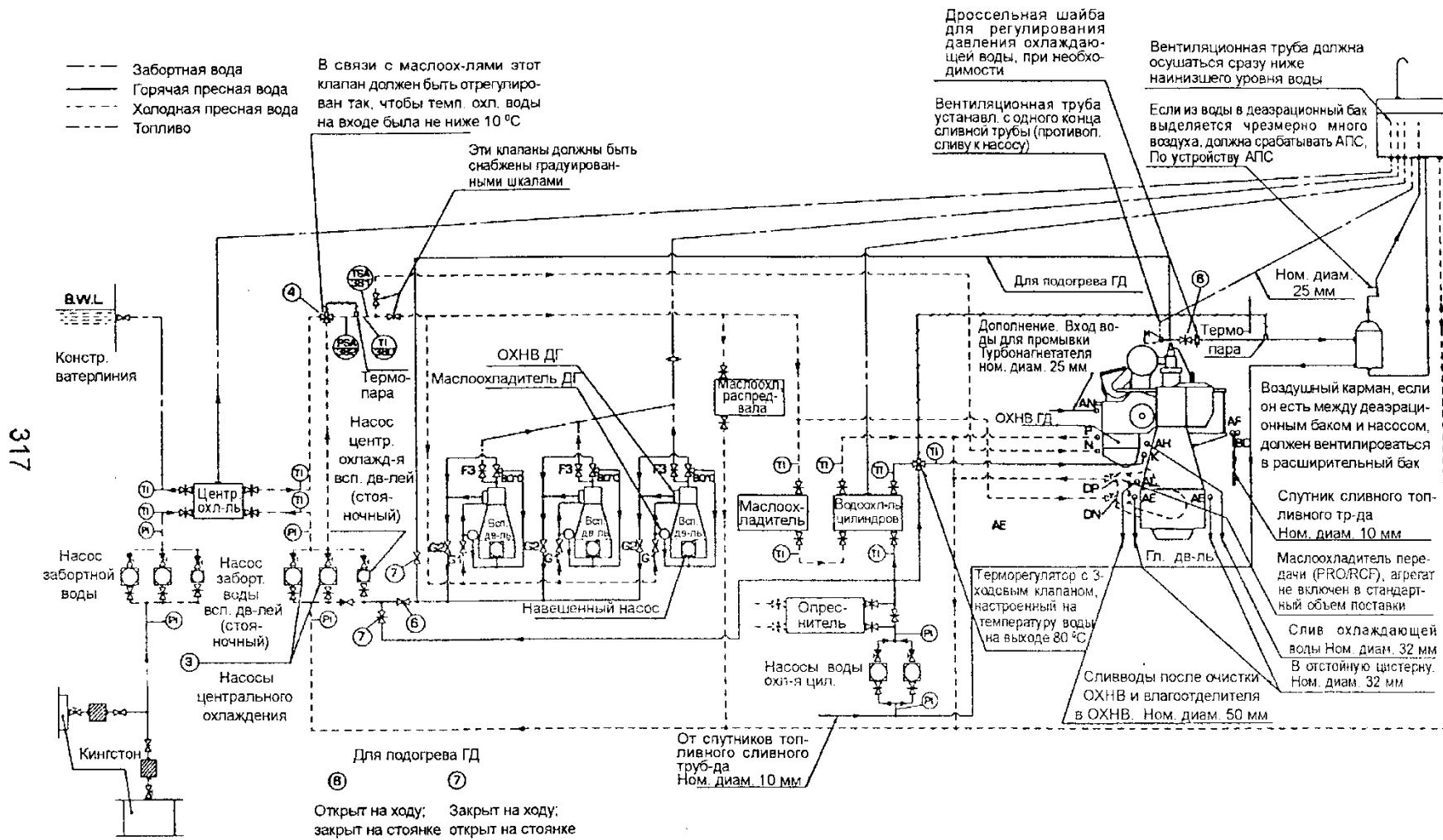
Перечень является рекомендуемым и не может считаться исчерпывающим. Мы не несем ответственности за трудности, которые могут возникнуть при использовании этих или других водных ингибиторов/химикатов.

Поставщики перечислены в алфавитном порядке.

Эти фирмы могут поставлять также соответствующие средства для очистки.



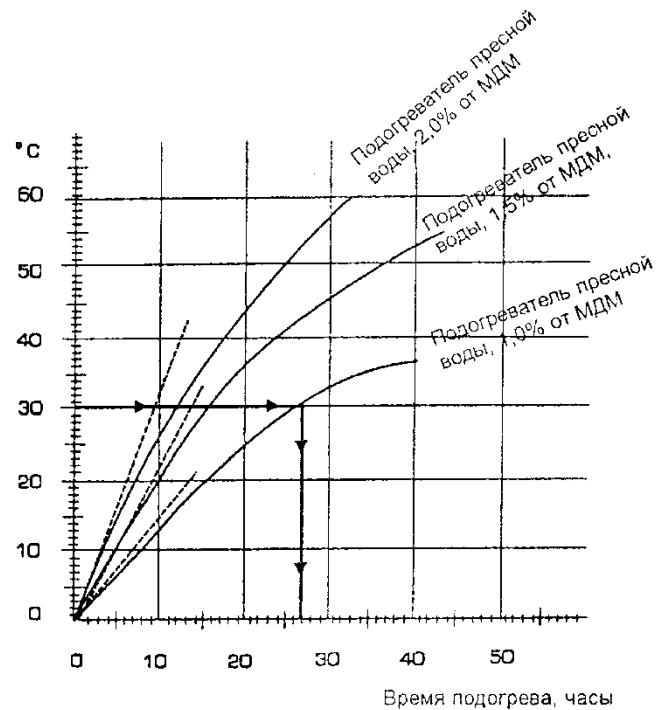
316



При подогреве остановленного вспомогательного двигателя от работающего вспомогательного двигателя горячая охлаждающая вода направляется в остановленный двигатель в клап. "F3" и отводится через "G1".



Увеличение средней температуры воды охлаждения цилиндров (ΔT)



Подогрев воды охлаждения цилиндров

Если охлаждающая вода нагревается в подогревателе, установленном в системе пресной воды, могут быть использованы, вышеприведенные кривые.

Кривые построены из предположения, что в начале подогрева температуры двигателя и МО равны.

Пример:

Подогреватель пресной воды с греющей производительностью, равной 1% от номинальной МДМ на валу дизеля, способен нагреть двигатель на 30 °C в течение 27 час.

Подогрев охлаждающей воды на стоянке описан в Главе 703, Позиция 7, "Действия после прибытия в порт".

Алфавитный предметный указатель

А

Абразивные частицы, - см. *Абразивные частицы, и/или Риски, ниже Подшипники, Циркуляционное масло, Состояние цилиндра, Цилиндр. втулка, Топливо, Поршневое кольцо и т.д.*

Абразивный износ, - см. *Состояние цилиндра, Цилиндр. втулка, Поршневое кольцо и т.д.*

Аварийный пост, Илл. 70301-02

Аварийное управление

ВРШ, 703.35, 703.39

ВФШ, 703.23

Алюминий, Содержание, см. *Топливо*

Атмосферная линия, 706.20, Илл. 70615

Б

Башмаки (крейцкопфа), 708.11

Белый металл, 708.01

Прочность сцепления (Бел. мет./сталь/покрытие), недостаточная, 708.07

Погрешность заливки (некачествен.), 708.07

Трещины, 708.07

Усталостное явление, 708.07

Твердые частицы, 708.06

Ослабленный, 708.05

Питтинг, 708.04

Ремонты на месте, 708.08

Раздавленный, 704.05, 708.05

Окись олова

Погрешности лужения (некачествен.), 708.07

Типы повреждений, 708.06

Натяг (наволакивание), 708.06, 708.22

Блокировки, 703.26, 703.35, 703.41

Болты, Проверка, 702.03

Бункерное топливо, - см. *Тяжелое топливо, и т.д.*

В

Валовая мощность, 706.25

Вентиляционные трубы, 702.03

Верхняя поверхность, - см. *Головка поршня "Кольцевые поверхности"*

Вибрации

Корпус, 703.41

Механическая, 704.08

Крутильные колебания, 704.08

Турбонагнетатель, 704.12, 706.16

Вискозиметр, - см. *Топливо*

Влагоотделитель, - см. *Водоотделитель*

Влажность, 706.17, - см. также

Окружающие условия

Внезапная (экстренная) остановка, 703.41

Вода, - см. *ОХНВ, Охлажд. вода, Водоподготовка, Заборная вода и т.д.*

Конденсация, трубы ОХНВ, 707.11

Охлаждающая система, 709, - см.

Центральн. охлад. система, Система охлаждения цилиндров, Система охлад. заборной воды

Влагоуловитель, 706.17, 707.11

Слив (дренаж), 702.04, 706.17

Загрязнение, 704.07

Трубы, оцинкованные, 709.05

Подготовка, - см. *Водоподготовка*

Водоподготовка системы охлаждения, 709.04

Содержание кислоты в циркуляц. масле, 709.08

Проверка системы/воды в эксплуатации, 709.05

Содержание хлорида, 709.04-05

Очистка, операция/средства, 709.06, 709.07

Коррозия, 709.04

Ингибиторы коррозии, - см.

Ингибиторы/ввод ингибиторов, ниже

Обезжиривание

Средства, 709.03

Операция, 709.07

Отложения (известь, ржавчины или масл. шлама), 709.06

Удаление окалины (накипи)

Средства, 709.03

Операция, 709.07

Испарившаяся охлаждающая вода, 709.06

Загрязнение выпускными газами, 709.05

Промывка, 709.06-08

Оцинкованные трубопроводы, 709.05

Ингибиторы/ввод ингибиторов, 709.04,

709.06
 Масла, 709.04
 Операция (добавление ингибиторов), 709.09
 Концентрация, 709.09-10
 Проверка концентрации, 709.05
 Хроматные ингибиторы, 709.04
 Дозы, 709.09-10
 Нитритно-боратные ингибиторы, 709.04, 709.10
 Лабораторный анализ, 709.06
 Значение pH, 709.04-05
 Уменьшение, 709.05
 Попадание забортной воды, 709.05
 Образование накипи (окарины), 709.04
 Отложения шлама, 709.05, 709.06
 Содержание сульфата, увеличение, 709.05
 Контрольные приборы, 709.05
 Вода
 Потеря, 709.06
 Пробы, 709.05-06
 Цинковые покрытия, 709.05
Воздух защиты, давление, 701.09
Воздух на входе, Температура
 Поправки для, 706.26, Илл. 70620-24
 Измерение, 706.26
 Повышение, Илл. 70604
Воздушная система, Загрязнена, Илл. 70604
Воздушный фильтр, - см. *Турбонагнетатель (ТН)*
Воспламенение, 701.01
 Картер, 704.01, 704.04
 Цепной отсек, 704.04
 Полость продувочного воздуха, 704.04
Впуск воздуха, Частицы, 707.11, - См. *также, Воздух на входе*
ВРШ
 Система управления (маневрирования), 703.32, 703.35
 Диаграмма последовательности операций, 703.35, 703.41
 Функция снижения частоты вращения ("Slow down"), 704.01, 704.05, 708.17
Всасывающий клапан, - См. *Всасывающий клапан ТНВД*
Вспомогательная воздухопроводка
 Активация (воздействие) давлений, 701.10
 Давления АПС, 701.10

Отключение (вывод из работы), 704.13
 Выключатель, 703.03
 Система, хлопушки, невозвратные клапаны, 707.02
ВФШ
 Система управления, 703.19, Илл. 70306-10
 Диаграмма последовательности (операций), 703.26, Илл. 70305
Вход воздуха, - См. *Воздух на входе*
Выброс (газов), 704.01
Выпуск (выхлоп)
 Коллектор выпускных газов, 702.02
 Сопротивление, 704.01
 Дым, 703.14, 704.01
 Система
 Неисправности, вызывающие помпаж, 704.07
 Загрязненный, Илл. 70604
 Температура ($t_{\text{вып.г}}$), 701.11, 706.07
 Коррекция (поправка), 706.27, Илл. 70621
 Уменьшение, 703.12
 Диагностика неисправности, 706.08
 Высокая(ое), 704.08
 Увеличение, 703.12, 704.08, 706.08, Илл. 70604
 Максимум, 706.27
 Допускаемые отклонения, 706.28
 Параметры
 Дающие увеличение, 706.08
 Влияние, 706.08-09
 КПД турбонагнетателя, 706.11
Выпускной клапан,
 Воздух
 Давление, 701.09
 Подача, 702.03, 703.01
 Пропуск, - См. *Утечка*, ниже
 Гидравлическое масло
 Подача, 702.03, 703.01
 Пропуски (утечки), 706.10
 Утечка, 703.12, 703.15, 704.09, 706.23, Илл. 70604, 70618
 Уменьшение P_c , 706.10
 Дающее повышение $t_{\text{вып.г}}$, 706.08
 Указатели движения, 703.01, 703.0
 Момент открытия, Илл. 70615
 Защитные мероприятия, 702.03, 703.01
 Уплотняющий воздух, 701.12
 Причина помпажа, 704.07
 Согласование (настройка), P_c уменьшение,

706.10
Вязкость, - См. *Топливо, Цилиндр. масло, Циркуляц. масло, Единицы (шкалы)*,
 - См. *Илл. 70506 (топливо) Регулятор*,
 - См. *Топливо*

Г

Гайки, Проверка, 02.03
Гидравлический регулятор, - См. *Регулятор*

Глушение, 708.18, Илл. 70820-21
Газойль, 705.08, 706.08
 Переход на тяжелое топливо: Увеличение $t_{\text{вып.г}}$, 706.08
 Низшая теплотворная способность (Q_p^*), 706.14

Головка поршня
 Абразивные частицы в отложении, Илл. 70709
 Прогорание, 706.23, Илл. 70618
 Измерение, 707.06
 Уменьшение p_c , 706.10
 Охлаждающая полость
 Отложения нагара (кокса), 703.18, 707.06, 708.23-24
 Трещина (сквозная), 704.06
 Отложения, 707.04
 Ревизия, 707.06
 Испытание под давлением, 707.06
 Поверхности колец: перемычек (включая верхн. поверхность), 707.04
 Отложения, 707.04
 Состояния поверхности, Илл. 70702-03
 Осмотр через продувочные окна, Илл. 70701
 Утечки масла, 707.06

Гомогенизаторы, (тяжелое топливо), 705.06

Горячие места (точки), 704.05

Гребной винт
 ВРШ (система управления), 703.32, 703.35, Илл. 70312-16
 ВФШ (система управления), 703.19, Илл. 70306-10
 Легкий или тяжелый, 706.01
 Характеристика, 706.02, 707.13
 "Оголение", 704.07

Греющие спутники, 705.07, Илл. 70502

Д

Давление, - См. также *Реальные системы*
 Воздух к выпускному клапану, 701.09
 Сигналы (АПС), 703.16
 Циркуляц. масло, 701.05
 Сгорание (горение), - См. *Максим. сгорание, ниже*
 Сжатие, 706.09, - См. также *Давление сжатия*
 Поправки, 706.26, Илл. 70622
 Отклонения, 706.23
 Диагностика неисправности, 706.10
 Измерение, 706.23
 Влияние параметров, 706.10
 Уменьшение, 706.10
 Управляющий воздух, 701.09

Перепад
 На ОХНВ, 701.10, Илл. 70604
 На воздушном фильтре ТН, 701.10, 706.11, Илл. 70604
 Воды охлаждения цилиндров, На двигателе, 701.09
 Вода охлаждения цилиндров, К двигателю, 701.08
 Топливо, 701.04, 705.03
 Циркуляционный насос, 705.08

Манометр, - См. *Манометр*

Масло
 Распредвал, 701.07
 Рамовый подшипник, 701.05
 Упорный подшипник, 701.06
 Подшипники турбоагнетателя (ТН), 701.08
 Максим. сгорание, 706.06, - См. также *Максим. давление сгорания*
 Поправки, 706.26, Илл. 70620
 Отклонения, 706.23
 Измерение, 706.23
 Среднее эффективное, 706.24
 Среднее индикаторное, 706.05, 706.19, 706.24, Илл. 70604
 Отклонения, 706.05
 Измерения, 706.23
 Нормальные эксплуатац. значения, 701.04-15
 Наблюдения во время работы, 706.01

Отношение (p_c / p_{int}), 706.09
 Значение ($p_{max} - p_c$), 703.15, 706.06
 Пульсации/вибрации, 704.07-08, 706.09, 706.21
 Воздух защиты, 701.09
 Наддувочный воздух, 706.11, Илл. 70604,
 - См. также, Давление наддувочного воздуха и Эксплуатац. (рабочие) параметры
 Изменения, 706.11
 Поправки, 706.26-27, Илл. 70623
 Заборная вода, к ОХНВ, 701.08
 Значения защиты остановкой (shut down), 701.04-15
 Значения защиты снижением частоты вращения (slow down), 701.04-15
 Пусковой воздух, 701.09
 Реле, 703.16, Илл. 70140
 Символы и единицы, 706.01
 Турбоагнетатель, - См. также, Турбоагнетатель, Воздушный фильтр и т.д.
 Противодавление, 704.01
Давление наддувочного воздуха (p_{int}), 706.10, - См. также Эксплуатац. параметры
 Изменения, 706.11
 Коррекция (поправка), 706.26-27, Илл. 70623
 Стравливание, 704.07-08
 Уменьшение, Илл. 70604
 Отношение (p_c / p_{int}), 706.09
Давление сжатия (p_c), 706.09, 706.19, Илл. 70615
 Коррекция (поправка), 706.26, Илл. 70622
 Отклонения
 Из-за механических дефектов, 706.09
 Из-за p_{int} , 706.09
 Диагностика неисправностей, 706.10
 Низкое, Илл. 70618
 Параметры, вызывающие уменьшение, 706.10
 Значение ($p_{max} - p_c$), 708.06
 Отношение (p_c / p_{int}), 706.08
 Уменьшение, 706.10
Данные, 701, 701.03-15
 Циркуляц. масло, 708.16, 708.25
 Цилиндр. масло, 707.14
 Двигатель, 701.03-15
 Топливо, 705.01-02, Илл. 70501

Двигатель

Уравновешивание, 704.09
 Система управления, 703.19, 703.32
 Состояние, 706.05
 Данные, 701.03-15
 Изнашивание, 706.26-27
 Неисправности, выявленные по индикаторным/развернутым диаграммам, 706.23, Илл. 70618
 "Отбой двигателю", 703.17
 Трение, 706.24
Нагрузка
 Диаграмма, 706.02
 Высокое, изменение P_{max} , 706.06
 Пределы, длительная работа, 706.02
 Пределы, работа с перегрузкой, 706.02
 Низкая
 Цилиндровое масло, 707.16
 Изменение P_{max} , 706.06
 Быстрые изменения, 704.07
 Ограничения, 704.11-12
 Нагружение, 703.10
 Максимальн. температура выпускных газов, 706.27
 Машинные условия, 706.27
 Наблюдения, 706.03, Илл. 70603
 Эксплуатационные кривые, 70605
 Эксплуатационные (рабочие) параметры, - См. также Эксплуатационные параметры
 Мощность, 706.19
 ЭЛС = эффективная (тормозная) мощность, 706.25
 Тормозная мощность (на гидротормозе) = эффективной (тормозной) мощности, 706.25
 Расчеты, 706.24
 Постоянные цилиндра
 Для ЭЛС, 706.24
 Для кВт, 706.24
 Эффективная (тормозная) мощность (ЭЛС), 706.25
 Индикаторная мощность (ИЛС), 706.25, - См. также, Эксплуатационные (рабочие) параметры
 Валовая мощность, 706.25
 Подогрев, вода охлаждения рубашек (цилиндра), 703.18, Илл. 70904
 Аспекты приработки, - См. Приработка, Обкатка

Эксплуатационные условия, 706.26-27
 Частота вращения, 706.06
 Снижение, 703.13, 704.01
 Ограничения, 704.12
 Реверсивный уровень, - *См. Реверс*
 Пусковой уровень, - *См. Пуск*
 Диагностика, 706.05
 Диаграммы. Илл. 70605-07
 Температура при пуске, 703.01
Движение, сопротивление, 706.06
Деионизированная вода, - *См.*
Охлаждающая вода
Деидвудные подшипники, 708.15
Демпфер продольных колебаний, 708.18
Диаграмма последовательности
 (операций), 703.26, 703.35, 703.41,
 Илл. 70305, 70311
Дизельное топливо, 705.01, 705.03,
 705.07-09
 Несовместимость с цилиндр. маслом,
 707.14
 Малосернистое, 707.14
 Маневры/Перевод (переключение),
 703.17
Дистанционное управление
 ВРШ, 703.32, 703.36
 Повторный пуск двигателя, 703.35,
 703.39
 ВФШ, 703.19
 Внезапный (экстренный), Стоп, 703.41
Дистиллированная вода, - *См.*
Охлаждающая вода
Докование, 706.06
Донышко поршня, - *См. Головка поршня*
Дополнительный (регулируемый)
маховик, Илл. 70817
Дым
 Из воздушного фильтра турбоагнетателя, 704.01
 Выпуск (выхлоп), 703.14, 704.01

Е
Единицы, 706.01

З
Забортная вода
 Охладитель воздуха (ОХНВ)
 Температура, 701.08, 707.11

Давление, 701.08
 Охлаждающая система, 709.01, Илл.
 70901
Заводские испытания, 706.06, 706.19,
 - *См. также Результаты стендовых испытаний (должны быть нормально зафиксированы в Главе 701, вместе с протоколом регулировки 701.16)*
Загрязнение
 Охладитель воздуха, - *См. ОХНВ*
 Корпус, 706.06
 Турбоагнетатель, - *См. Турбоагнетатель*
Заедание, - *См. Микрозадиры, Поршневое кольцо, Цилиндр, втулка и т.д.*
Замерзание, 701.02
Запасные части, 701.01
Запись ревизии (протокол), 705.09,
 Илл. 70809-14
Зола, Содержание, - *см. Топливо, Циркуляционное масло*

И

Измерительные приборы, 706.03,
 706.19, Илл. 70101-08
Износ, - *См. Соответствующие детали*
 Частицы (медные и железистые), 708.23
 Уступы (гребни), - *См. Цилиндр, втулка и Продувочные окна*
Износ цилиндра, - *См. Цилиндровая втулка, Поршневое кольцо*
Ингибиторы, - *См. Водоподготовка*
Ингибиторы коррозии, - *См. Водоподготовка системы охлаждения*
Индекс VIT, - *См. ТНВД*
Индикаторная мощность двигателя, -
См. Мощность двигателя
Индикатор, 706.19
 Атмосферная линия, 706.20
 Каналы, продувание, 706.20
 Кулачок
 Регулировка, 706.22, Илл. 70616
 Диаграммы, 706.03
 Сжатие
 Линия, 706.22, Илл. 70615, 70616
 Измерение давления, 706.23
 Шнур, 706.21
 Постоянная цилиндра, 706.24
 Диаграмма, 706.19, 706.24, Илл. 70615,

70619
Измерение площади, 706.24
Определение неисправностей двигателя, 706.23, Илл. 70618
Линия расширения, 706.22, Илл. 70615-16
Неисправности, 706.21, Илл. 70617
Измерение максим. давления, 706.23
Снятие диаграммы, 706.20
Развернутая диаграмма, 706.19-21, Илл. 70615
Привод, смещение/регулировка, 706.22, Илл. 70616
Неисправности двигателя, определяемые по индикаторной/развернутой диаграмме, 706.23, Илл. 70618
Фиттинг, 706.20
Трение, 706.20
Обслуживание, 706.19
Измерение максимального давления, 706.23
Повреждение механизма, 706.21
Перо - пишущий механизм, записывающее устройство, 706.20
Постоянная пружины, 706.24
Клапан, 706.20
Утечки, 706.21
Индикаторное давление, - См. *Среднее индикаторное давление*

К

Кавитация, 709.04
Картер
Коррозия, 702.03
Воспламенение (взрыв), 704.01, 704.04
Доступ, 701.02
"Клеверный лист" (вид износа), - См. *Цилиндровая втулка*
Климатические условия, - См. *Условия окружающей среды*
Коксуемость по Конрадсону, - См. *Топливо, Циркуляц. масло*
Колебания, - См. *Регулятор*
Коленчатый вал, 702.02
Центровка (кривая), - См., *Центровка рамовых подшипников*
Раскеп, - См. *Рамовый подшипник, "снятие раскелов"*
Кривая раскелов (отклонений), - См., *Ра-*

мовый подшипник "Раскеп коленчатого вала".
Измерение раскепа, - См. также *Рамовый подшипник "раскеп коленчатого вала"*
Максим. допустимый, Илл. 70817
Нормальный, Илл. 70817
Абсорбция, 708.01
Расцентровка (кривая), - См. *"Центровка" рамового подшипника*
Измерения по струне, 708.15
Положение, пуск, 703.09, 704.09
Кривошипные ("щеки") - "открытие/закрытие", - См. *Рамовый подшипник "кривошип"*
Команда, 701.01
Контроль (оборудование)
Циркуляц. масло, 704.04, 706.03
Охлаждающая вода, 706.03
Полость продувочного воздуха (ресивер), 704.01

Корпус

Обрастание, 706.06
Вибрации, 703.41
Коррозионный износ цилиндра, 707.04, 707.10,
Илл. 70706, - См. также, *Состояние цилиндра, Цилиндр. втулка, и т.д.*
Очищающие средства, 707.11
Температуры охлаждающей воды, 703.18, 707.10
Конденсация на трубах ОХНВ, 707.11
Соляная кислота, 707.11, Илл. 70706
Подогрев воды охлаждения цилиндров, 703.18,
Илл. 70904
Хлористый натрий, 707.11
Серная/Соляная кислота, 707.04, 707.10, 709.02,
Илл. 70706

Коэффициенты перевода, 706.01

К.П.Д. (коэффициент полезного действия) турбоагрегата, 706.11, 706.29-31

Крейцкопфный (головной) подшипник, 708.09, Илл. 70803

Кремний, 705.01

Содержание, топливо, 705.01

Кривая изменений (отклонений), 706.05

Изменения, от стендовых до ходовых
испытаний, 706.06

Коррекция (поправки) параметров, 706.26

**Кривые отклонения в зависимости от
времени, - См. Кривая отклонения
(изменения)**

Крутильные колебания, 704.08

Демпфер, 708.18, Илл. 70817

Л

Легкий винт, 706.06, Илл. 70601-02
 Лубрикатор, - См. Лубрикатор цилиндра
 Лубрикатор с подачей, зависимой от нагрузки (LCD), 707.14

М

Максимальное давление сгорания (p_{max}), 706.06, 706.19, 706.21, Илл. 0615
 Коррекция (поправка), 706.26, (Илл. 70620)
 Отклонение, 706.06
 Значение ($p_{max} - p_c$), 706.06, 703.15
 Уменьшение, 707.11
 Также высокая, 706.23, Илл. 70618
 Также низкая, 706.23, Илл. 70618
 Манометры, 706.19, Илл. 70101-08
 Масло, - См. также Циркуляция -
 Охлаждение - Неочищенное дизельное - Слив - Топливо - Газ - Смазочн. масло, и Тяжелое топливо, Остаточное топливо
 Пленка, - См. Подшипник, Состояние цилиндра, или Соответствующая деталь
 Поток, 702.01, 702.03, 708.01
 Канавки, - См. Подшипник, Крейцкопфный подшипник, Рамовый подшипник и т.д.
 Струи, 702.01, 708.05
 Туман, 704.04
 Сигнал (АПС), 701.11
 Детектор и сигнал, 703.17, 704.05
 Маслосборник, 702.01
 Голодание (недостаток), 708.07
 Клинья, - См. Подшипники, Крейцкопфные подшипники и т.д.
 Исчезаемые, 708.08
 Масло, - См. Циркуляция, масло

Неисправности (нарушение подачи), 708.17, 708.29
 Прощупывание узлов трения, 708.17
 Поток, 702.01
 Давление, 701.05
 Распредвал, 701.07
 Рамовый подшипник, 701.05
 Упорный подшипник, 701.06
 Турбонагнетатель, 701.08, Илл. 70826
 Температура, 701.04
 Распредвал, 701.07
 Мотылевый подшипник, 701.06
 Крейцкопфный подшипник, 701.06
 Турбонагнетатель, 701.07, Илл. 70826

Материалы

Цилиндрическая втулка, 707.10
 Поршневое кольцо, 707.10

Машинный журнал, подшипники, 708.03, 708.06, Илл. 70813-14

Медленное проворачивание, 701.02, 703.02, 703.05, 709.03

Меры предосторожности

Микро-задиры, Илл. 70706

Глянцевидная (затвердевшая) поверхность, 707.07

Расцентровка, 707.12

Восстановление (шлифование), 707.07,
 - См. также Поршневое кольцо

Мотылевый подшипник, 708.10

Температура циркуляц. масла, 701.06

Масло

Поток, 702.01, 704.05

Канавки/разгрузочная расточка/касательный профиль (выхода), 708.02, Илл. 70804

Оловянистое покрытие (слой), 708.02

Моющие средства (хим. реактивы), 707.11

Муфта (упругая), Илл. 70817

Н

Наблюдения, - См. Наблюдения двигателя

Нагрузка, - См. Нагрузка двигателя

Нагнетательный насос, - См. Топливный насос

Направляющие планки, 708.11

Нерастворимые в бензоле, - См. Циркуляционное масло

Нерасчетная температура, уплотнитель-

- ные материалы, 701.02
Нерастворимые, - См. *Циркуляц. масло*
Нерастворимые в Гептане, - См.
Циркуляционное масло
Нерастворимые в Пентане,
 - См. *Циркуляц. масло*
Несовместимость, 705.06, 707.14, - См.
Цилиндр. масло, Дизельное топливо,
Нестабильная (неустойчивая) работа,
 703.07
Неустойчивое регулирование, 703.14
Нефтеочистительные катализаторы, -
См. Топливо "Катализаторные
частицы"
Низкая температура, 701.02
Низшая теплотворная способность,
 - См. *Топливо "Низшая теплотвор-*
ная способность"
Новые подшипники, Ревизия, 708.12,
 Илл. 70827
Номинальная подача, - См. *Дозировка*
цилиндр. масла
- О**
Обдирка, 707.07
Обкатка, 703.11, 707.07
 График (цилиндр. масло), 707.08, Илл.
 70710
 График (нагрузка), Илл. 70714
 Неудовлетворительный, 707.12
Облегчение, 701.02
Обниженные подшипники/шейки
(ремонтного размера), 708.03,
 708.05
Обслуживание, Программа,
 - См. *(Том II)*, 702.01
Объединенная система смазки, 708.29
Ограничения
 Воздушная/газовыпускн. система, 704.07
 Нагрузка, 704.11-12
 Об/мин ($n_{дв}$), 704.10-11
Окись олова, 708.06, 708.23
Окраска
 Пузырчатый, 704.05, 708.23
 Отслаивание, 708.23
Окружающие условия
 Изменяемые, 706.26-28
 Предельные, вызывающие повышение
 $t_{вып.г}$, 706.08
- Высокая влажность, 707.11
 Температура
 Повышение, Илл. 70604
Оловянистый алюминий, 708.01
Опасность, 701.01
Осадка, 706.05
Остановка системой защиты (shut
down), 703.06, 703.14
 Значения параметров, 701.04-15
 Система защиты, 703.26, 703.35, 703.41
Остаточное топливо, - См. *также*
Тяжелое топливо и Топливо
"Отбой двигателю", 703.17
Отключена подача топлива (нет
горения), 704.11
Отстаивание, - См. *Топливо*
Отсутствие горения, 703.08
Охладитель воздуха (ОХНВ)
 Очистка, 706.17, 707.11
 Химреактивы, 707.11
 Охлаждение
 Охлажд. способность, снижена, 706.08
 Вода
 Увеличение перепада температуры,
 Илл. 70604
 Темп. воздуха на входе (эталон. усло-
 вия), 701.08, 706.26, Илл. 70620-24
 Конденсация, 707.11, 706.17
 Дренажная (сливная) система, 702.04,
 706.17
 Элемент, утечка, 702.04
 Загрязнение, 704.07, 706.28
 Дающие повышение $t_{вып.г}$, 706.08
 Воздушной стороны, 706.12
 Водяной стороны, 706.13
 Протекающий элемент, 702.04
 Эксплуатационные параметры, - См.
также Эксплуатационные параметры
 Перепад давления (воздуха), 701.10,
 706.12
 Увеличение, 706.12, Илл. 70604
 Падение давления, водяная сторона,
 706.13
 Забортная вода
 Температуры, 707.11
 Снижение перепада температуры,
 706.13
 Диагностика, 706.12
 Диаграммы, Илл. 70610
 Перепад температуры

- Воздух/вода, 706.12
 Увеличение, Илл. 70604
 Вода, 706.12
 Очистка труб, 706.13
 Вода, - см. также *Забортная вода, выше*
 Конденсация, 707.11
 Сливная система, 702.04
 Влагоуловитель, 706.17, 707.11
 Слив, 702.04
 Загрязнение, 704.07
Охлаждающая вода, - См. также *ОХНВ, Центральная система охлаждения (водяная), Подготовка охлаждающей воды (Водоподготовка), Система охлаждения цилиндров, Система охлаждающей забортной воды*
 Содержание аммиака, 709.04
 Содержание хлора, 709.04-05
 Содержание хлорида, 709.04-05
 Деионизированная вода, 709.04
 Дистиллированная вода, 709.04
 Питьевая вода, 709.04
 Загрязнение выхлопными газами, 709.05
 Неисправности (система охлаждения цилиндров), 709.02
 Оцинкованные трубы, 709.05
 Жесткость, 709.04
 Ингибиторы, - См. *Водоподготовка*
 Главный двигатель,
 Температура на выходе, 709.01
 Температура подогрева, 703.01, 703.10
 Температура во время стоянки, 703.18
 Контроль, 706.03
 Значение pH, 709.04-05
 Дождевая вода, 709.04
 Содержание силиката, 709.04
 Содержание сульфата, 709.04
 Содержание сульфида, 709.04
Охлаждающее масло, - См. также *циркуляц. масло*
 Нарушение (неисправности), 708.16
 Давление, 701.05
 Температура, 701.04
Оценка замеров (записей), 706.05
Оценка параметров, 706
Оцинкованные трубы, 709.05
Очистка и ингибирование, 709.06
- П**
- Параметры**, - См. *Эксплуатационные (рабочие) параметры*
Переборка, - См. также *Переборка цилиндра*
 Цилиндр, 707.04
 Опасности, 701.01
Переборка поршня (выем),
 - См. *Переборка цилиндра*
Переборка цилиндра
 Очистка, 707.05
 Интервалы, 707.05
 Втулка, - См. также, *Цилиндровая втулка или Втулка цилиндра*
 Восстановление, 707.07
 Износ, 707.05
 Уступы (гребешки), 707.07
 Поршень
 Ревизия охлаждающей полости, 707.06
 Ревизия головки, 707.06
 Кольцо,
 Ревизия канавок (кепов), 707.06
 Замена, 707.04
 Износ, 707.05
 См. также, *Поршневое кольцо*
 Юбка
 Ревизия, 707.06
 Восстановление, 707.07
 См. также, *Юбка поршня*
Перегрузка, 703.23
Подача воздуха (двигатель), Не оптимальна, 704.08
Поверхность кольца, - См. *Головка поршня*
Подшипник (общее), **708**, - См. также *Циркуляционное масло и конкретный тип подшипника*
 Абразивные частицы, 708.03, 708.04
 Сила сцепления (белого металла/стальной основы/ покрытия) недостаточна, 708.06-07
 Разгрузочная расточка (выемка), 708.02
 Распредвал, - См. *Подшипник распред вала*
 Погрешность заливки, 708.07
 Зазор, 702.02, 708.03
 Увеличение, 708.05
 Измерения, 708.03, 708.05
 Запись измерений (протокол), 708.03, Илл. 70813-14

Коррозионное циркуляционное масло, 708.03, 708.06, 708.22
 Растрескивание, 708.07
 Мотылевая шейка, - См. *Мотылевые подшипник*
 Крейцкопф, - См. *Крейцкопфный подшипник*
 Конструкция, общее, 708.01-03
 Заземляющее устройство, 708.04
 Усталостное явление, 708.07
 Геометрические погрешности, 708.07
 Волосовидные трещины, 708.07
 Твердые частицы, 708.06
 Высокие гребешки (уступы), 708.07
 Ревизия (осмотр), 708.09, 708.12, Илл. 70809-14
 Новый, 708.11, Илл. 70827
 Шейка (подшипник), 708.04-05, 708.08
 Абразивные частицы, 708.03-04
 Коррозионное воздействие, 708.06
 Геометрия, 708.04
 Питтинг, 708.04
 Переполировка, 708.04-05, 708.07-08
 Шероховатость, 704.04, 708.04, 708.07
 Риски, 708.08, 708.22
 Серебристо-белый вид, 708.04
 Искровая эрозия, 708.04
 Налипание белого металла, 708.04
 Нагружение, местное высокое, 708.07
 Машинный журнал, подшипники, 708.03, 708.06
 Смазочные канавки, - См. *Масляные канавки, ниже Подшипник крейцкопфа, Рамовый подшипник, и т.д.*
 Рамовый, - См. *Рамовый подшипник*
 Металл, - См. *Белый металл, ниже*
 Расцентровка, 708.02, 708.04, 708.07
 Новый, 708.12, Илл. 70827
 Масло (См. *также циркуляционное масло*)
 Образование пленки, 708.02
 Поток, 702.01, 704.05, 708.01-02
 Канавки, 708.02
 Клинья, 708.02
 Покрытие/белый металл, 708.01,
 - См. *также Покрытие*
 Частицы, - См. *Абразивные частицы, выше*
 Питтинговая эрозия, 708.04
 Реакции, 708.13, 708.15

Ремонт масляных переходов, 708.07
 Требования, 708.01
 Нагрев при работе, 708.05
 Грязь и шлам, 708.06
 Вкладыш, 708.02
 Раздавливание, 708.03
 Схватывание, 708.03
 Защитное оловянистое покрытие (слой), 708.02
 Искровая эрозия, 708.04
 Выдавленный металл, 704.05, 708.05
 Касательный профиль (выхода), 708.02
 Окись олова (SnO), 708.06, 708.23
 Погрешность лужения, 708.07
 Типы повреждений, 708.06
 Обниженные подшипники/шейки (ремонтного размера), 708.03, 708.05
 Белый металл, выдавленный, 704.05, 708.05
 - См. *также, Белый металл*
 Натяг (наволакивание), 708.06
Планиметр/планиметрирование, 706.19, 706.24, Илл. 70619
Пневматические клапаны, Воздушная система управления (пневматическая), 702.03
Подкачивающий насос, - См. *Топливную систему или Систему охлаждающей воды*
Подогреватель/подогрев, - См. *Охлаждающая вода главного двигателя, Циркуляц. масло, Топливо, Топливная система, Топливоподготовка, Масло, сливаемое из сальника штока*
Пожар, 701.01
 В машинном отделении, 704.04
 В полостях (ресивере) продувочного воздуха, 704.01
Покрытие (слой), 708.01, 708.06, 708.08
 Гальванический нарост, 708.08
 Ремонты на месте, 708.07-08
 Выдавленный, 704.05, 708.05
 Отрыв (разрушение), 708.06
 Типы поломок (неисправностей), 708.06
 Натяг (наволакивание), 708.06
Полость продувочного воздуха
 Трещины, 704.02
 Отложения, Илл. 70702-03
 Сухой кокс
 Пламя/дым/искры, 704.01

- Воспламенение, 704.04
 Сигнал пожара (АПС), 701.10
 Прибор контроля, 704.01
 Шлам, 703.15, 704.01, 708.26
Помпаж, 704.01, 704.07
Попутный поток, 703.41
Поршень
 Охлаждающая полость
 Отложения нагара, 703.18, 707.06,
 708.23-24
 Утечки масла, 707.06
 Охлаждающее масло,
 - См. также *Циркуляц. масло*
 Сигнал (АПС), 701.04
 Утечки, 704.05
 Давление, 701.05
 Температура, 701.04
 Отложения (нагара, и т.п.), 707.04
 Испытание под давлением (на
 плотность), 707.06
Поршневое кольцо
 Абразные
 Частицы, риски, 707.03, 707.12, Илл.
 70704-09
 Прорыв (газов), - См. *Состояние*
поршневого кольца, ниже
 Зазор, 707.04, 707.07
 Состояние, 707.02
 Плохое уплотнение (кольца и канавки),
 707.04
 Темные, сухие площадки, 707.04
 Прорыв, 703.12, 703.15, 704.01, 704.09,
 706.23, 707.04, Илл. 70604, 70618
 Поломка, 707.03, Илл. 70702-03
 Заусенцы, 707.02
 Поломка (разрушение), 707.03
 Отложения (на перемычках), 707.04
 Большой радиус закругления кромки,
 707.04
 Упругость, 707.03
 Проба напильником, 707.04
 Глянцевидная (отвердевшая)
 поверхность, 707.07
 Хорошее состояние, 707.02
 Состояние смазки, 707.04, Илл. 70702-
 03
 "Перемалывание" (измельчение), Илл.
 70708
 Микрозадир, 707.03, Илл. 70704-06
 Глянцевидная (отвердевшая)
 поверхность, 707.07
 Расцентровка, 707.12
 Восстановление/реконструкция, Илл.
 70705, 70708
 Восстановление (обдирка), 707.07
 Зеркальная поверхность, 707.03, Илл.
 70704-05
 Движение, 707.03, Илл. 70702-03
 Уменьшение p_c , 706.10, 706.23
 "Оспины" (вырывы), 707.12, Илл. 70707-
 08
 Радиус, также большой, 707.04
 Концы колец
 Ударения, 707.03
 Рабочая поверхность, Илл. 70704-05
 "Песко-струйная", 707.12, Илл. 70707,
 70709
 Риски, 707.03, 707.12, Илл. 70704-08
 Пригорание (с потерей подвижности),
 707.03
 Состояния поверхности, Илл. 70702-03
 Кромка/конец
 Радиус, также большой, 707.04
 Фиттинг, 707.07
 Функция, 707.01
 Зазор (в замке), 707.05, 070.07
 Канавки, 707.06
 Абразивные частицы, Илл. 70707
 Зазор, 707.04
 Нарастание давления газов за кольцом,
 707.03
 Хорошее состояние, 707.02
 Поверхности (перемычек), - См. *Головка*
поршня, "Перемычки колец"
 Материалы, 707.10
 Направляющее кольцо, 707.05, 707.07
 Восстановление (микрозадир), Илл.
 70705, 70708
 Снятие, 707.05
 Восстановление (микрозадир), 707.07
 Замена, 707.04
 Обкатка, 707.07
 Осмотр через продувочные окна, 707.01,
 Илл. 70701
 Обдирка, 707.07
 Износ
 Измерение, 707.05
 Допуски, 707.05
Превышение предельной частоты
вращения (разнос), 703.23

Пределы сигнализации (АПС), 701.12
 Уставка, 701.12, 703.23
 Выключатель, 703.23
Предохранительные клапаны, 704.04
Приборы, 706.03, 706.19, Илл. 70101-08
Приборы/система защиты
 Превышение предельной частоты вращения ("разнос"), 703.09
 Остановка shut down, 703.06
Приход в порт, 703.17
Проворачивание, - См. *Медленное проворачивание*
 Механизм, 701.02, 703.02
Продувочные окна
 Осмотр, 702.02, 707.01, Илл. 70701-03
 наблюдения, 707.02
 Износые уступы (гребни), - См. Износ цилиндровой втулки
Промывка, - См. *Циркуляц. масло, Водоподготовка (охлажд. воды)*
Прорыв (газов), - См. *Пропуски выпускного клапана, и Прорыв (газов) через поршневые кольца*
Противодавление, после турбонагнетателей, 704.01
Протокол регулировки - формуляр (стенд. испытания), 701.16
Прощупывание узлов трения, 701.02, 704.04-05
Пульсации (колебания) газа/вибрации, 704.07-08, 706.09, 706.21
Пуск/запуск, 703, 703.01, 705.07
 ВРШ, 703.33, 703.37
 ВФШ, 703.20
 Давление воздуха, 701.09
 Проверки, 703.09-10
 Холодный двигатель, ограничения, 703.01
 Положение коленвала, 703.09, 704.09
 Дозировка цилиндр. масла, 703.10, 707.16
 Неисправности (неполадки), 703.04-09
 Отказ, 703.21, 703.34, 703.38, 703.04-09 уровень, 703.21, 703.34, 703.37, 703.41, Илл. 70305, 70311
 Повторный, - См. *Повторный пуск*
 Повторный пуск с мостика
 ВРШ, 703.35, 703.39
 ВФШ, 703.22
 Ограничения, холодный двигатель,

703.01
 Клапан
 Утечка, 703.09-10
 Испытание, 703.17
PV диаграмма, - См. *Индикаторную диаграмму*

Р

Работа

Общее, 706
 В порту, 709.02
 Низкая нагрузка, 707.16
 Цилиндр. масло, 707.16
 P_{max} изменение, 706.06
 Наблюдения, - См. *Наблюдения двигателя*
Работа двигателя, 703
 Проверки, 703.16
 Неисправности (неполадки), 703.12-15
 Аварийный, - См. *Аварийное управление, Аварийная работа*
 Особые условия, 704
 Нестабильная, 703.07
 С:
 Отключенным регулятором, 703.23
 С выключенной подачей топлива в одном цилиндре (нет горения), 704.11
 Отключен турбонагнетатель, 704.12
Рабочая диаграмма, - См. *Индикаторная диаграмма*
Рабочий диапазон, - См. *Нагрузка двигателя*
Развернутая диаграмма, 706.21, Илл. 70615
 Выявление неисправностей двигателя, 706.23, Илл. 70618
Рамовый подшипник, 708.10
 Центровка, 708.13, Илл. 70815-16
 Кривая, Илл. 70816
 Горизонтальная расцентровка, 708.14, Илл. 70815
 Вертикальные
 Раскепы (отклонения), 708.13, Илл. 70816
 Расцентровка, 708.14, Илл. 70815-16
 Операция замера раскепа, 708.13
 Раскеп коленчатого вала
 Причины, 708.15
 Кривая, 708.14, Илл. 70816

- Линия, Илл. 70816
 Максим. допустимые, Илл. 70817
 Измерения, 708.13
 Проверка, 708.14, Илл. 70815
 Ошибка отсчета, Илл. 70815
 Нормальные разрешаемые, Илл. 70817
 Замеры, Илл. 70815-16
 Неправильная ("плавающие" шейки),
 708.14
 Перецентровка (переукладка) рекомен-
 дуемая, Илл. 70817
 Кривошип, "открытие/закрытие", 708.13,
 Илл. 70816
 Конструкция, общее, 708.01
 Смещение
 Фундаментной рамы, 708.15
 Центровки двигателя, 708.15
 Центровки валопровода, 708.15
 Щуп (особый), 708.15
 Высокие, 708.13
 Шейка
 Эксцентриситет, 708.14, Илл. 70815
 Плавающие (поднятые) шейки, 70814,
 Илл. 70815, 70817
 Овальность, 708.14, Илл. 70815
 Питтинг, 708.04
 Серебристо-белый, 708.04
 Давление циркуляц. масла, 701.05
 Кривая расцентровки, - *См. Кривую
 центровки*
 Масло
 Поток, 702.01, 704.05, 708.01
 Измерения по струне, 708.15
 Перецентровка (переукладка), 708.14
 Центровка валопровода, 708.15
 Искровая эрозия, 708.04
 Температура, 701.06
 Толстостенный вкладыш, 708.10
 Тонкостенный вкладыш, 708.10
 Износ, 708.15
 Белый металл, 708.01
 Питтинг, 708.04
Раскеп, Илл. 70815-16
 Максимально допустимые раскепы ко-
 ленчатого вала, Иллюстрация 70817
 Нормальные раскепы, Илл. 70817
Распределительный вал
 Подшипник, 708.11, 708.27
 Одно-вкладыш., 708.11
 Двух-вкладыш., 708.11
 Циркуляц. масло, 708.27
 Разбавление (разжижение), 708.28
 Температура воспламенения,
 испытание, 708.28
 Загрязнение топлива, 708.27
 Увеличение вязкости, 708.28
 Максим. содержание топлива, 708.27
 Давление, 701.07
 Насос
 Защитное мероприятие (выпускной
 клапан), 702.03, 703.01
 Запах, 708.28
 Температура, 701.07
 Масляная система, 708.27, Илл. 70824
 Промывка, 708.28
 Увеличение уровня масла, 708.28
 Регулировка давления масла, 708.27
 Согласование
 Причина помпажа, 704.07
 Неправильное положение, 703.12
Распыливающие трубы, 702.01 **Расход**, -
См. Топливо
Реверс, 703.22, 703.25, 703.35
 Отказ, 703.05
 Перемещения ролика ТНВД, 703.02
 Уровень, 703.41, Илл. 70305
 Испытание, 703.17
Ревизия, Новые подшипники, 708.12,
 Илл. 70827
Регулировка/регулирование
 Неустойчивое, 703.14
 Механизм, проверка, 703.03
 Вал, аварийное подсоединение
 напрямую, Илл. 70301-02
Регулятор
 Пневмоусилитель, 703.06
 Отсоединен (разобщен), 703.23
 Отказ, 703.14, 703.16
 Неисправности, 703.07
 Колебания, 704.07-08
 Управление индексом, 704.08
 Масло, 702.02
Ресивер продувочного воздуха
 Отложения, Илл. 70702-03
 Доступ, 707.02
 Шлам, 703.15, 708.26
 Температура, 701.09
Риски, - *См. Абразивные частицы и/или
 Риски, относящиеся к деталям*

*двигателя - см. также , например,
Состояние цилиндра*

С

SAN (Число сильной кислоты), - См.

Циркуляц. масло

Сгорание

Давление, - См. *Максим. давление (сгорания)*

Медленное, 704.01

Сепаратор/сепарирование, - См.

Циркуляционное масло, Топливоподготовка, Масло, сливаемое из сальников штока.

Сепарация, - См. *Сепаратор/сепарирование, Циркуляц. масло и Топливоподготовка*

Сервисные письма, 700.04

Серная кислота, 707.04, 707.10, 709.02, Илл. 70706

Сигналы (АПС)

Пределы, 701

Детектор масляного тумана, 704.05

Символы и единицы, 706.01

Диагностические диаграммы, 706.05, Илл. 70605, 10

Система впрыска, - См. *Топливная система*

Система наддувочного воздуха, неисправности, вызывающие помпаж, 704.07

Система охлаждающей воды, - См.

Центральную систему охлаждения (водяную), Систему охлаждения цилиндров, Систему охлаждающей забортной воды

Система охлаждения цилиндра, 709.11, Илл. 70902,

- См. также *Охлаждающая вода и Водоподготовка*

Проверка системы/воды в период эксплуатации, 709.05

Неисправности охлаждения, 709.02

Оцинкованные

Покрытия, 709.05

Трубы (трубопровод), 709.05

Контроль, 706.03

Работа в порту, 709.02

Подогрев, 703.18, Илл. 70904

Давление, 701.08

Перепад на двигателе, 701.09

Защита против коррозии, 709.04

Насосы, 703.18

Образование пара, 709.03

Температура, 701.08

Перепад на блоке цилиндра, 707.10

Выход из двигателя, 709.01

Вода

Испарение, 709.06

Утечки, потери, 709.06

Цинковые покрытия, 709.05

Сливаемое масло из сальников штоков

Анализы, 708.26

Сепарирование

Расход (пропускн. способность), 708.26

Температура подогрева, 708.26

Циркуляц. масло

Щелочное/моющее, 708.26

Не щелочное, 708.26

Система очистки, 708.26, Илл. 7082311

Фильтрация, 708.26

Проба, 708.26

Значение TAN, 708.26

Водяная промывка, 708.26

Сливаемое (дренажное) масло, - См.

Масло, сливаемое из сальников штоков

Сливные трубопроводы полостей продувочного воздуха, 704.02

Очистка, 704.02

Ежедневная проверка, 704.02

Сливы (дренажи), 702.03

Смазка, 702.02

Смазка цилиндра, 707.07-08, 707.14,

- См. также *Цилиндр. масло*

Проверка, 707.07

Снижение частоты вращения (защита slow down), 703.14

Функция, ВРШ-установки, 704.01, 704.05, 708.17

Значение параметра, 701.04-15

Совместимость, - См. *Несовместимость, или Цилиндр. масло, Дизельное топливо, Тяжелое топливо*

Содержание ванадия, - См. *Топливо*

Соляная кислота, 707.11, 708.25, Илл. 70706

Соль, 707.11, - См. также *Коррозионный*

износ цилиндра
Сопротивление, движение, 706.02, 706.06
Состояние цилиндра (общее), 707, 707.01,
 - *См. также, Цилиндр. втулка, Цилиндр. масло, Поршень (юбка), Поршень (кольцо) и т.п.*
 Абразивный
 Частицы, риски, 707.03, 707.11-12
 Износ, 707.11, Илл. 70706
 Степень (скорость), Илл. 70707
 Щелочное масло, 707.10
 Темные, сухие участки (места), на кольцах и втулке, 707.04
 Отложения нагара, 707.03-04
 Очистка, 705.05
 Охлаждающая вода, уровни температур, 703.18, 707.10
 Конденсация на трубах ОХНВ 707.11
 Коррозионный износ, 703.18, 707.04, 707.10, Илл. 70706
 Отложения, 707.03-04
 Нарастание давления газа, внутри кольца, 707.03
 Соляная кислота, 707.11, Илл. 70706
 Машин. журнал (цилиндров), 707.02
 Малосернистое топливо, 705.08
 Состояние смазки, 707.04, Илл. 70702-03
 Микрозадиры, Илл. 70706
 Глянцевидная (затвердевшая) поверхность, 707.07
 Расцентровка, 707.12
 Восстановление, обдирка, 707.07
 Масляная пленка, разрушение, 707.03
 Частицы, - *См. Абразивные частицы, выше*
 Подогрев воды охлаждения цилиндров, 703.18, Илл. 70904
 Обкатка, 707.07
 Риски, - *См. Абразивные частицы, выше*
 Обдирка (обработка шлифов. камнем), 707.07
 Серная/Сернистая кислота 707.04, 707.10, 709.02, Илл. 70706
 Износ, факторы влияния, 707.10, Илл. 70706
 Белые, или потемневшие участки на стенках втулки, 707.04
Спутник (обогрева), 705.07, Илл. 70502
Среднее индикаторное давление (p_{mi}),

706.05, 706.19, 706.24, Илл. 70604,
 - *См. также Эксплуатационные параметры*
 Отклонение, 706.06
Среднее эффективное давление (p_{me}), 706.24
Средняя осадка, 706.05, 706.06
Срыв потока, - *См. Помпаж*
Стандартные условия, - *См. Эталонные условия*
Стендовые испытания
 Регулировки, 701.16
 Результаты - должны быть нормально зафиксированы в Главе 701, вместе с протоколом регулировки 701.16 (*См. также Заводские испытания*)
Сточная (междудонная) цистерна, 702.03, 708.06
 Очистка, 708.18
 Кснденсация, 708.23
 Вентиляция, 708.17
Стояночные периоды (стоянки), 702
 Подогрев топлива, 705.07
Стравливание (спуск), 704.07-08
Струна, Измерения, 708.15,
 - *См. Рамовый подшипник*
Суда на приколе, 702.04
Супер фильтр (декантер), 705.06
Сырая нефть, 705.06

Т

ТАН (Общее кислотное число),
 - *См. циркуляц. масло*
ТВН (Общее базовое число), - *См. Цилиндр. масло, Циркуляц. масло*
Твердые частицы, 708.06
Температура воспламенения, - *См. Топливо, Циркуляц. масло*
Температура, - *См. также конкретную среду, систему*
 Охладитель воздуха (ОХНВ)
 Температура охлад. воды на входе (эталонные условия), 701.08
 Коррекция для (поправка для), 706.26, Илл. 70620-23
 Эталонные условия, 706.26
 Заборная вода, 701.08, 707.11
 Воздух на входе
 Коэффициенты для (поправки для), 706.26,

- Илл. 70620-23
 Увеличение, Илл. 70604
 Измерение, 706.26
 Эталонные условия, 706.26
 Сигналы (АПС), 703.17
 Масло распредвала, 701.07
 Циркуляц. масло, 701.04
 Мотылевый подшипник (циркуляц. масло), 701.06
 Крейцкопфный подшипник (циркуляц. масло), 701.06
 Перепад
 На блоке цилиндра, 707.10
 На ОХНВ, воздух/вода, Илл. 70604
 Двигатель (пуск/нагружение), 703.01, 703.10, 703.18, Илл. 70904
 Выпуск, 706.07
 За турбоагрегатами, 701.11
 За клапанами, 701.11
 Поправки, 706.22-24, Илл. 70621
 Уменьшение, 703.12
 Диагностика неисправности, 706.08
 Высокая, 704.08
 Увеличение, 703.12, 704.08, 706.08, 706.12, 706.27, Илл. 70604
 Максимум, 706.27
 Допускаемое отклонение из-за определенных факторов, 706.28
 Параметры влияния, 706.08
 Температура в ресивере, 701.10
 Пресная вода
 После ТН, 701.09
 Из цилиндров, 701.08
 К главному двигателю, 701.08
 На выходе из двигателя, 709.01
 Подогрев, 703.18, Илл. 70904
 Топливо, подогрев
 Перед сепаратором, 705.05, Илл. 70505
 Перед впрыском, 701.04, 705.07, Илл. 70506
 Циркуляц. масло
 Распредвал, 701.07
 Мотылевые подшипники, 701.06
 Крейцкопфные подшипники, 701.06
 Рамовые подшипники, 701.06
 Упорный подшипник, 701.04
 Подшипники ТН, 701.07, Илл. 70826
 Рамовый подшипник, 701.06
 Нормальные эксплуатац. значения, 701.04-15
 Наблюдения во время работы, 706.01
 Масло охлаждения поршня, 701.04
 Продувочный воздух
 Полость продувочн. воздуха, сигнал пожара, 701.10
 Изменения в, Илл. 70604
 Ресивер, 701.09
 Заборная вода
 ОХНВ, 701.08, 707.11
 Эталонная темпер. на входе, 706.26
 Значения защиты остановкой ("shut down"), 701.04-15
 Значения защиты снижением частоты вращения ("slow down"), 701.04-15
 Масло, сливаемое из сальников штоков, Подогрев перед сепаратором, 708.26
 Символы и единицы, 706.01
 Сегмент упорного подшипника, 701.07
 Смазочное масло ТН, 701.07, Илл. 70826
Температура наддувочного воздуха
 Сигнал (АПС), 704.01
 В ресивере, 701.09
 Контроль, 704.01
 Повышение, Илл. 70604
Теплотворная способность топлива
 (значение), - См. Топливо
Термическая нагрузка, Увеличение, 706.11, 706.27
Термодинамические состояния, Илл. 70604
Термометр, 706.18, Илл. 70101-08
 Карманы, 706.18
Термостаты, 703.17
Термо-щуп, 703.11, 704.04-05
Толкатель (реверсивный), 703.02, 703.15, 708.27-28
 Корпус, дренаж (спуск) масла, 708.27
Топливный насос, - См. также Впрыск топлива, Топливный циркуляц. насос и Топливоподкачивающий насос
 Неисправности, вызывающие помпаж, 704.07
 Индекс, 706.06
 Увеличение, 703.16, 707.11
 Снижение, 703.15, 707.09
 Изменения, 706.06-07
 Утечки, 706.06
 Плунжер, 703.16
 Заедание (зависание), 705.07-08
 Толкатель

- Трение, 703.15
 Задир, 703.15
 Ролики, реверсирование/перемещение, 703.02
 Всасывающий клапан
 Абразивные частицы. повреждение, 707.11, Илл. 70709
 Утечки, 706.06, 707.11
 Индекс VIT, 706.23, Илл. 70618
 Заедание, 703.16, 706.06
Топливо, 705. - *См. также Сырая нефть, Дизельное топливо, Газойль, Тяжелое топливо, Остаточное топливо*
 Абразивные частицы (загрязнение), 705.05, 707.11-12, Илл. 70707-09, - *См также Цилиндр. втулка, Поршневое кольцо*
 Сепарация, - *См. Топливоподготовка*
 Алюминий, 705.01
 Анализ информации, 705.01
 Зола, 705.01
 Распыление, 705.07
 Теллотворная способность (низшая), значение, 706.06, 706.14, Илл. 70611
 Оценки на базе содержания серы и плотности, 706.14, Илл. 70611
 Коксуемость, 705.01
 Частицы катализатора, 705.05
 Сепаратор/сепарирование, - *См. Топливоподготовка*
 Перевод (переключение), 705.08
 Защитные мероприятия (обогревающие спутники), 705.07
 Дизельного топлива, 703.17, 705.03, 705.08, 705.09
 Тяжелого топлива, 705.08
 Циркуляционный насос, - *См. Топливная система*
 Циркуляция, 703.18, 705.03, 705.07
 Перед пуском, 705.01, 705.07
 Очистка, - *См. Топливоподготовка*
 Коксуемость по Конрадсону, 705.02
 Расход
 Измерение/расчет, 706.13-14
 Поправка температуры, Илл. 70611
 Загрязнители, 705.05, - *См. также Абразивные частицы, Частицы катализатора*
 Сырая нефть, - *См. Сырая нефть*
- Данные, 705.01-02, Илл. 70501
 Плотность
 Изменения в зависимости от температуры, 706.14, Илл. 70611
 Поправки (коррекции), Илл. 70611
 Определение, 706.14
 Дизельное топливо, - *См. Дизельное топливо/или Перевод на тяжелое топливо*
 Фильтр тонкой очистки, 705.06
 Температура вспышки, 705.01
 Рекомендуемая спецификация, 705.01-02, Илл. 70501
 Тяжелое топливо, - *См. Тяжелое топливо, Перевод на тяжелое топливо,*
 Циркуляция тяжелого топлива
 Гомогенизаторы, - *См. Топливо-подготовка*
 Характеристики воспламенения, 706.23, Илл. 70618
 Примеси, 705.05
 Несовместимое/несовместимость, 705.06, 705.07
 С цилиндрическим маслом, 707.14
 Впрыск
 Запаздываемый (задерживаемый), 706.23, Илл. 70618
 Оборудование
 Условия, 706.06, 707.02
 Неисправности, вызывающие повышение $t_{\text{выпл.г}}$, 706.08
 Также рано (подача), 706.23, Илл. 70618
 Также поздно, 706.23, Илл. 70618
 Морские топлива, Илл. 70501
 Смешивание, 705.06-07
 Частица загрязнения, - *См. Абразивные частицы, выше*
 Температура застывания, 705.01
 Подогрев
 Перед сепаратором, - *См. Топливо-подготовка*
 Перед впрыском, 701.04, 705.07, Илл. 70506
 Несоответствующий, 705.07
 В порту, 705.07
 Давление, 701.04
 Регулирование, 705.03-04
 Предел прокачиваемости, Илл. 70506
 Изменение качества, вызывающее

повышение $t_{\text{вып.г}}$, 706.08
 Сепарация, - См. *Топливоподготовка*
 Содержание кремния, 705.01
 Плотность, 705.01, 706.06, 706.14, - См.
также Тяжелое топливо
"Плотность" выше
 Оценка низшей теплотворной способ-
 ности (Qp), 706.14, Илл. 70611
 Спецификация, 705.01-02, Илл. 70501
 Стабильность, 705.06
 Расслоение, 705.06
 Сера, 705.01
 Содержание, 707.14
 Низкое (малое), (705.08), 707.14
 Коррозия, 707.10
 Подкачивающий насос, - См. *Топливная*
система
 Причина помпажа, 704.07
 Система, Илл. 70502
 Воздух/газ, в системе, 703.13, 703.15
 Циркуляционный насос, 705.03-04
 Давление, 705.04
 Остановка, 705.03
 Докование, 705.08
 Разгрузка, 705.05
 Неисправности, вызывающие помпаж,
 704.07
 Фильтр тонкой очистки, 705.06
 Регулировка давления на линии
 (трубопровода), 705.04
 Большой ремонт, 705.08
 Остановка более, чем 5 дней, 705.08
 Под давлением, 705.03-04
 Подкачивающий насос, 705.03-04
 Спутники, 705.07, Илл. 70502
 Вискозиметр (регулятор вязкости),
 705.07
 Температура, 701.04
 После подогревателя, Илл. 70506
 Подготовка, -см. *Топливоподготовка*
 Ванадий, 705.01
 Вискозиметр (регулятор вязкости), - См.
Топливную систему
 Вязкость, 705.01, 706.06, Илл. 70506
 После подогревателя, 705.07, Илл.
 70506
 Индекс, Илл. 70506
 Единицы измерения (шкалы), Илл.
 70506
 Уставка, 705.07, Илл. 70506

Вода, 705.01
 Сепарация, 705.05, 707.12
Топливоподготовка, 705, 705.01, 705.05
 Сепаратор/сепарирование, 705.05,
 707.12
 Производительность, 705.05-06,
 Илл. 70505
 Высоковязкие топлива, 705.06
 Несоответствующее, вызывающее
 повышение $t_{\text{вып.г}}$, 706.08
 Пропускная способность, 705.05-06,
 Илл. 70505
 Гравитационный диск, 705.05
 Параллельная работа, 705.06, Илл.
 70504
 Подогрев (температура), 705.07, Илл.
 70506
 Температура сепарации, Илл. 70505
 Частицы, 705.05
 Температура, 707.12, Илл. 70505
 Вода, 705.05
 Последовательная работа, 705.06, Илл.
 70504
 Шлам (абразивные частицы), Илл.
 70709
 Гомогенизаторы, 705.06
 Супер фильтры (декантеры), 705.06
Трение, потеря давления, 706.24
Трубы, Оцинкованные, 709.05
Турбонагнетатель (ТН)
 Воздушный фильтр
 Интервал очистки, 706.11
 Перепад давления на фильтре, 701.10
 Увеличение, 706.11, Илл. 70604
 Дым, 704.01
 Противодействие, 704.01
 Подшипник
 Отказ, 704.12
 Хорошее состояние, 704.07
 Очистка, 706.16
 Сторона турбины, 706.16
 Сторона компрессора, 706.17
 Компрессор
 КПД, 706.11, 706.29-31, Илл. 70625
 Загрязнение, 706.17
 Коэффициент скольжения, 706.30
 Состояние, 706.05
 Сливы, 702.02
 Сухая очистка турбиной стороны, 706.16

КПД, 706.11, 706.29-31, Илл. 70625-26
 Механический, 706.29
 Без ТКС и байпаса, 706.29
 С ТКС и/или байпасом, 706.31
 Неисправности, вызывающие помпаж, 704.07
 Фильтр, - См. *Воздушный фильтр, выше*
 Загрязнение, 706.11, 706.16, 706.28
 Дающее увеличение $t_{\text{вып.г}}$, 706.08
 Осмотр (крышки), 702.02
 Воздух на входе, частицы, 707.11
 Масло
 Отказ, 708.29
 Давление, 701.08, Илл. 70826
 Температуры, 701.07, Илл. 70826
 Смазка, 708.30
 Отключение, 704.08, 704.12
 Вывод из работы, 704.12
 Нагрузка/об/мин, ограничения, Илл. 70403
 Общий КПД, 706.29-31, Илл. 70626
 Сигнал (АПС) по превышению предельной частоты вращения (разносу), 701.12
 Эксплуат. параметры, - См. *(также) Эксплуат. параметры*
 Коэффициент скольжения, 706.30
 Частота вращения
 Высокая/низкая, 706.11
 Помпаж, 704.07
 Диаграммы, Илл. 70608-09
 Общий КПД, 706.29-31, Илл. 70626
 Турбина
 КПД, 706.11, 706.29-31
 Неуравновешенный ротор, 706.16
 Вибрации, 704.12, 706.16
 Водная очистка, сторона турбины, (MAN BVC), 706.16, Илл. 70613
Тяжелое топливо
 Постоянная эксплуатация на, 705.08
 Увеличение температуры выпуск. газов, 706.08
 Подогрев перед впрыском, Илл. 70506
Тяжелый винт, 706.06

У

Удельный
 Расход топлива, 706.13
 Плотность, - См. *Топливо, Циркуляц.*

масло
Уплотнительные материалы, разъедающее действие.
 Эффект, 701.02
Управление, 703
 Механизм
 Неисправности, 703.06
 Трение, 702.02
 Смазка, 702.02, 703.03
 Система
 Диаграмма, Илл. 70306-10, 70312-16
 Функции клапанов, 703.26
 Консистентная смазка, 702.02
 Смазка, 702.02
 Дозировка цилиндр. масла, 703.10, 707.16
Упорный подшипник, 708.11
 Трение, 706.25
 Масло
 Давление, 701.06
 Подача, 704.04
 Температура, 701.04
Управление, - См. *Центральный пост управления (ЦПУ), Аварийное управление, Дистанционное управление*
Управляющий воздух
 Давление, 701.09
 Система, Пневматические клапаны, 702.03
Упругая (эластичная) муфта, Илл. 0817
Уравновешивание, 704.09
Уставка частоты вращения, Сигнал воздушный, 703.06

Ф

Фильтры, 702.02
 Очистка (топлива), 705.06
 Сетка фильтра (циркуляц. масло), 704.04
 См. *также Воздушный фильтр турбонагнетателя*
Форсунка, - См. *также Впрыск топлива*,
 Неисправности, вызывающие помпаж, 704.07
Фреттинг, 708.06
Фундаментные болты, проверка, 702.23

Х

Ходовые испытания (морские), 706.19
 Ходовые испытания, 703.03
 Ход расширения, Илл. 70615
 Ход сжатия, Илл. 70615
 Холодный двигатель, - См. Двигатель
 Ход, Сжатие/расширение, Илл. 70615

Ц

Центральная система охлаждения
 (водой), 709.02, Илл. 70903

Цепной отсек

Воспламенение, 704.04
 Ревизия, 702.03

Цепной привод

Дефекты или неправильная регулировка,
 703.12
 Распыливающие трубки, 702.01

Цилиндр

Постоянные, 706.24
 Доступ, 701.02
 Температуры пресной охлаждающей
 воды, 701.08
 Перепад температуры на блоке (цилин-
 дров), 707.10
 Нет пожара, 703.08
 Отключение, 704.08
 Нагрузка/частота вращения, ограниче-
 ния, 704.11-12
 Пуск, 704.11
 Вывод из эксплуатации, 704.09, Илл. 70401

Цилиндрические стекла (лубрикатора),
 - См. Лубрикатор цилиндра,
 Расходомерная стеклянная трубка

Цилиндровая втулка, - См. также
 Состояние цилиндра, Цилиндр,
 масло, Поршень, Поршневое кольцо

Абразивный

Частицы, риски, 707.03, 707.11
 Износ, 707.11, Илл. 70706
 Степень (скорость), Илл. 70707
 Темные, сухие участки, 707.04
 "Клеверный лист", 707.04, Илл. 70705
 Механический, 707.04
 Охлаждающая вода, температуры,
 703.18, 707.10
 Коррозионный износ, 703.18, 707.04,
 707.10, Илл. 70706
 Конденсация на трубах ОХНВ, 707.11

Хорошее состояние, 707.02
 Глянцевые, 707.07
 Соляная кислота, 707.11, Илл. 70706
 Состояние смазки, 707.04, Илл. 70702-03
 Материалы, 707.10

Микро-задир, 707.03, Илл. 70706
 Глянцевидная (затвердевшая) поверх-
 ность, 707.07

Расцентровка, 707.12

Восстановление, обдирка, 707.07

Зеркальная поверхность, 707.03

Частицы, - См. Абразивные частицы,
 выше

Подогрев воды охлаждения цилиндров,
 703.18, Илл. 70904

Восстановление (микро-задир), 707.07

Операция обкатки, 707.07

Осмотр через продувочные окна, Илл.
 70701

Риски, - См. Абразивные частицы, выше

Обдирка (удаление рисков), 707.05

Сера, 707.10

Серная кислота, 707.04, 709.02, Илл.
 70706

Поверхность

Состояние, Илл. 70702-03

Глянцевая, 707.07

Износ,

Факторы влияния, 707.10, Илл. 70706

Максимум, 707.06

Измерения, 707.05

Поправки, 707.06

Специальное (измерительное) приспо-
 собление, 707.05

Уменьшение P_{ci} , 706.10

Уступы, 707.03, 707.06

Белые, или потемневшие участки,
 707.04

Цилиндровое масло

Щелочное масло, 707.10

Базовая подача, 707.08, 707.15

Марки, 707.15

Данные, 707.14

Дозировка, 707.15

Ненормальное состояние цилиндра,
 707.17

Абсолютный минимум, 707.16

Регулировка

В соответствии с действительной экс-
 плуатационной нагрузкой, 707.08

- Частичная нагрузка, 707.16
 Переменный спектр режимов, 707.16
 Дозировка (количество подачи), 707.15, Илл. 70710
 Повышенная дозировка, 707.04
 Увеличенная, 707.07, 707.10, 707.16
 Изменение нагрузки, 707.14, 707.16
 Маневрирование, 703.10, 707.16
 Обкатка (график), 703.10, 707.16
 Особые условия, 707.16
 Пуск и маневрирование, 703.10, 707.16
 Расход (подача), - См. Дозировка цилиндра масла, выше
 Пленка, 707.14
 Нарушения, Илл. 70706
 Несовместимость с топливом, 707.14
 Перечень, 707.15
 Малосернистые топлива, 707.14
 Номинальная подача, - См. Дозировка цилиндра масла, выше
 Ход плунжера, расчет, 707.15
 TVN (Общее базовое число), 707.14
 Вязкость (уровень), 707.14
Цилиндровый лубрикатор, 707.07, 707.14
 Сигнал (АПС), 701.07
 Проверка, 702.03, 703.01, 703.10
 Поток масла, 702.03
 Ход плунжера, расчет, 707.15
 Подача (уставка), - См. Дозировка цилиндра масла
 Согласование, 707.14
Циркуляционный насос, - См. Топливную систему или систему охлаждающей пресной воды
Циркуляционное масло (и система), 708, 708.16
 Абразивные частицы, 708.03-04, 708.18-19
 Содержание кислоты, 708.25, 709.08
 Подсос воздуха, 708.23
 Щелочное моющее (масло), 708.26
 Щелочность, 708.25
 Анализы и комплект приборов, 708.24-25
 Молочный вид масла, 708.24
 Содержание золы, 708.25
 Бактериологическое воздействие, 708.23
 Нерастворимые в бензоле, 708.25
 Глушение (заглушки), 708.18, Илл. 70820-21
 Сточная цистерна (междудонная), 708.20, 708.23
 Марки, 708.16
 Отложения нагара в охлаждающей полости поршня, 708.23-24
 Каталитическое действие, 708.23
 Сепаратор/сепарирование, 708.19-20
 Эффективность очистки, 708.20
 Расход (количество прокач. масла), 708.20-21
 Подогреватели, 708.19
 Температура подогрева, 708.22
 Процесс соответствует объему масла, 708.21
 Пропускная способность (расход) сепаратора, 708.21
 Характеристики, 708.25
 Циркуляция
 Расход, 708.22
 После остановки двигателя, 708.22
 После остановки подогрева, 708.23
 Помимо подшипников, 708.18
 Очистка, 708.20
 Конденсация, 708.23
 Условия, 708.24-25
 Коксуемость по Конрадсону, 708.25
 Расход, 708.20
 Загрязнение
 Уровень, 708.21-22
 Расход, 708.20
 Цилиндр. маслом/дизельным топливом/тяжелым топливом/водой, 708.25
 Контрольные мешочки, 708.19, Илл. 70821
 Охладитель, 708.18-19
 Медные частицы износа, 708.23
 Коррозионный, 704.04, 708.06, 708.22
 Данные, 708.16, 708.25
 Деаэрация междудонной (сточной) цистерны, 708.23
 Моющее действие/диспергирующее, 708.16, 708.22, 708.26
 Старение, 708.22
 Признаки, 708.23
 Появление росы, 708.24
 На смотровых стеклах, 708.24
 Поломка (отказ), 708.16
 Железистые износостойкие частицы, 708.23
 Фильтр (промывка), 708.18, 708.20, - См. также, Система циркуляц. масла

Блокирование, 708.20
 Температура воспламенения (вспышки),
 708.25, 708.28
 Поток, 708.01, 704.05, 708.01
 Промывка (система), 702.03, 708.18
 Содержание пресной воды, 708.23
 "Испытание на шипение", 708.24
 Нерастворимые в гептане, 708.25
 Высокая температура (местная), 708.22
 Соляная кислота, 708.25
 Неорганические (сильные) кислоты,
 708.22-25
 Нерастворимые, 708.21-22, 708.25
 Лаковые отложения, 708.23
 Лаковые отложения на обработан.
 поверхностях, 708.23
 Обслуживание, 708.18
 Молочный вид, 708.24 (и 704.04)
 Контроль, 704.04, 706.03
 Не щелочной, 708.26
 Количество масла (общее), 708.23
 Органические кислоты, 708.23, 708.25
 Окисление, 708.22-23
 Катализаторы, 708.23
 Окалина, 708.18
 Окраска
 Вспучивание, 708.23-24
 Отслаивание, 708.23-24
 Частицы, - См. *Абразивные частицы,
 выше*
 Нерастворимые в пентане, 708.21-22,
 708.25
 Уровень равновесия, 708.22
 Подогреватель,
 Циркуляция после остановки, 708.23
 Вентиляция, недостаточная, 708.23
 Давление, 701.05
 Падение в, 708.17
 Свойства, 708.25
 Насосы, 703.18
 Ржавчина, 708.23
 Соленая вода, 708.06
 Пробы (анализ), 708.24
 SAN (Число сильной кислоты), 708.22,
 708.25
 Попадание забортной воды, 708.23
 Сепарация, - См. *Сепаратор/сепариро-
 вание*
 Шлам, 708.23-24
 Выпадение в сепараторе, 708.23

Запах масла, 708.23-24
 Плотность, 708.25
 Состарившееся масло, 708.23
 Масло минеральное неразбавленное,
 708.22
 Серная кислота, 708.25
 Система, 708.16
 Очистка, перед заполнением, 708.18
 Промывка, 708.18
 Внутри двигателя, Илл. 70819
 Относительный объем масла при
 сепарировании, 708.21
 Вне двигателя, Илл. 70818
 Соединения трубопроводов, плотность,
 708.23
 Трубы между фильтром и
 подшипниками, 708.18
 Телескопические трубы, плотность,
 708.23
 Вентиляция сточной масл. цистерны,
 708.23
 Сварочные искры, 708.18
 TAN (Общее кислотное число), 708.22,
 708.25
 TBN (Общее базовое число), 708.25
 Температура, 701.04, 708.22
 Образование окиси олова, 708.23
 Подготовка, 708.20
 Тип, - См., *Данные циркуляц. масла*
 Вязкость, 708.25
 Единицы (шкалы), см. *Илл. 70506 (топ-
 ливо)*
 Вода
 Испарение, 708.23
 В масле, 708.06, 708.23, 708.25
 Образование слабых кислот, 708.06
 Частицы износа ("железистые" и медные),
 708.23
ЦПУ
 Винты регулируемого шага (ВРШ), 703.32,
 703.35
 Винты фиксируемого шага (ВФШ), 703.19
Ч
Частицы, - См. *Абразивные частицы
 под, цилиндра, Цилиндр. втулка,
 Топливо, Поршневое кольцо и т.д.*
Частицы катализатора, - См., *Топливо*
Частота вращения двигателя, 704.01,

- См. Частота вращения двигателя и турбоагнетателя

Чистота, 701.01

Ш

Шейка крестового пальца, - См. Подшипник крестового пальца, выше

Шероховатость, подшипник, 704.04,
- См. также Крестовый подшипник

Испытание, 708.07

Шлам, 703.15, 704.04, 708.26

Шпильки, Проверка, 702.03

Шток поршня

Трещина (сквозная), 704.06

Коррозия, 702.03

Состояние смазки, Илл. 70702-03

Осмотр через продувочные окна, Илл. 70701

Сальник, - См. Сальник штока, Слив масла

Щ

Щелочность, см. Цилиндровое масло, Циркуляционное масло

Э

Эксплуатационные кривые, 706.05,
Илл. 70628

Эксплуатационные наблюдения,
706.03, Илл. 70603

Интервалы между проверками, 706.03

Эксплуатационные неисправности (неполадки), 703.04-09, 703.12-14

Эксплуатационные (рабочие) параметры, 706.03, Илл. 70604

Охладитель воздуха (ОХНВ)

Допустимые отклонения параметра,
706.12

Перепад давления (воздуха) в зависимости от давления наддувочного воздуха, 706.12

Перепад температур воздуха/воды в зависимости от давления наддувочного воздуха, 706.12

Перепад температуры охлаждающей воды в зависимости от давления

наддувочного воздуха, 706.12

Коррекции (поправки), 706.26

Двигатель

Давление сжатия в зависимости от эффективной мощности двигателя,
706.09

Температура выпуск. газов в зависимости от эффект. мощности,
706.07

Индекс топливного насоса в зависимости от эффект. мощности, 706.06

Максим. давление сгорания в зависимости от эффект. мощности, 706.06

Частота вращения в зависимости от среднего индикаторного давления,
706.06

Эталонные условия, 706.26

Турбоагнетатель

КПД в функции давления наддувочного воздуха, 706.11

Перепад давления на воздушном фильтре в функции давления наддув. воздуха, 706.11

Давление наддув. воздуха в функции эффект. мощности, 706.11

Частота вращения в функции давления наддув. воздуха, 706.11

Электронный регулятор, - См. Регулятор

Эталонная кривая, 706.05

Параметрические поправки, 706.26

Эталонные условия

Температура воздуха на входе, 706.26

Температура охлаждающей воды на входе, ОХНВ, 701.08, 706.26

Эффективная мощность (э.л.с.), - См. Мощность двигателя

Ю

Юбка поршня

Осмотр, 707.06

Состояние смазки, Илл. 70702-03

Микрозадир, Илл. 70706

Глянцевидная (отвердевшая) поверхность, 707.07

Расцентровка, 707.12

Восстановление (обдирка), 707.07

Осмотр через продувочные окна, Илл. 70701

Обдирка, 707.07

ВСЕМ УДАЧИ !!!