

Э

КОНСТРУКЦИЯ

И УСТРОЙСТВО

ДВИГАТЕЛЕЙ

ТИПА

NVD-48, NVD-36, NVD-24

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
Государственный институт по проектированию
рыбопромыслового флота «ГИПРОРЫБФЛОТ»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА

NVD-48, NVD-36 и NVD-24

Пособие

Издательство «ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

Москва · 1965

В пособии дано краткое описание двигателей, которое поможет обслуживающему персоналу лучше изучить силовую установку. Кроме описания двигателей, значительное внимание уделено вопросам обслуживания, устранения неисправностей, проведения планово-предупредительных осмотров и ремонтов, швартовых и ходовых испытаний, обкатки, а также регулированию двигателей.

По вопросам технологии текущего и капитального ремонта двигателей освещаются преимущественно принципиальные положения, с которыми встречается обслуживающий персонал при контроле за качеством ремонта, проводимого судоремонтными предприятиями по действующим техническим условиям.

Использованы результаты выполненных Гипрорыбфлотом многочисленных испытаний по увеличению межремонтных периодов двигателей завода им. Карла Либкнехта и другие источники.

Цель пособия — оказать помощь обслуживающему персоналу в повышении уровня технической эксплуатации дизельных установок и, следовательно, в целом судов рыбного промыслового флота.

ВВЕДЕНИЕ

Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР поставили перед рыбной промышленностью задачу резко увеличить добычу рыбы и морепродуктов.

Флот рыбной промышленности СССР за истекшее десятилетие значительно увеличился. По количеству судов, технической оснащенности и типовому составу он превосходит флоты капиталистических стран и позволяет осуществлять в крупных масштабах лов рыбы, бой китов и морского зверя в различных океанических промысловых районах мира.

Для выполнения поставленной задачи по резкому увеличению добычи рыбы и морепродуктов, повышению рентабельности работы флота большое значение имеет улучшение технической эксплуатации и ремонта, сокращение сроков стоянки судов в ремонте, увеличение сроков службы двигателей внутреннего сгорания, которыми оснащено абсолютное большинство судов, и повышение надежности их работы.

Правильный и технически грамотный уход за дизельной установкой может обеспечить только тот обслуживающий персонал, который ясно представляет себе все процессы, происходящие в дизельной установке при различных режимах ее работы, хорошо знает устройство, конструкцию и особенности обслуживаемых механизмов, точно и сознательно выполняет правила и технические инструкции по обслуживанию.

Хорошие технические знания и практическая подготовка машинных команд позволяют найти резервы для улучшения использования дизельной установки, удлинения срока ее службы, способствующие повышению эффективности использования рыбопромысловых судов.

К самостоятельному обслуживанию дизельной установки могут допускаться лица, хорошо изучившие и практически освоившие машинную установку данного судна, хорошо знающие специальные инструкции по обслуживанию, имеющие удостоверение о сдаче экзаменов по техминимуму.

При эксплуатации судовых двигателей необходимо также руководствоваться инструкциями заводов-изготовителей, в кото-

рых содержатся специфические и детальные указания по уходу за отдельными типами двигателей.

Следует помнить, что правила и инструкции не могут предусмотреть всех случаев, встречающихся при эксплуатации двигателей. Поэтому обслуживающий персонал должен быть внимательным и подготовленным к быстрому принятию правильных решений.

Обслуживающий персонал обязан обеспечивать исправное техническое состояние главных и вспомогательных двигателей во время их эксплуатации, ремонта и консервации, правильно и своевременно заполнять всю необходимую техническую документацию по эксплуатации двигателей—вахтенный машинный журнал, журнал технического состояния, формуляры и паспорта, журнал учета горюче-смазочных материалов и др.

Необходимо иметь в виду, что без надлежащей чистоты и порядка в машинном отделении не может быть высокой культуры эксплуатации двигателей.

Не должны допускаться какое-либо экспериментирование с обслуживаемой машинной установкой, перегрузка ее, работа на параметрах с отступлением от допустимых норм, применение масла непредусмотренного сорта и другие отступления, за исключением случаев, когда имеется на то специальное разрешение.

Пособие разработали: гл. I—VI, § 3 гл. VIII, гл. IX и X—инж. Я. Ф. Жикурин; §§ 1—4, § 9 гл. VII, §§ 1 и 2 гл. VIII—инж. Ю. П. Королевский; §§ 5—8 гл. VII—инж. А. М. Александров.

Глава I

КРАТКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Двигатели типа *NVD* постройки завода им. К. Либкнехта (ГДР) и других заводов, строящих эти двигатели по лицензии завода им. К. Либкнехта, имеют цельноблочную конструкцию, с вертикальным рядным расположением цилиндров, четырехтактные, бескомпрессорные, простого действия с водяным охлаждением и струйным распыливанием топлива.

Они разделяются на группы: *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*; основные марки этих двигателей приведены в табл. 1.

Двигатели указанных в табл. 1 марок приводятся как основные, используемые на судах рыболовецкого флота. Двигатели типа *NVD* других марок, находящиеся в эксплуатации в рыбной промышленности, принципиально одинаковы с рассматриваемыми и отличаются от них лишь регулировкой или конструкцией отдельных узлов.

С ноября 1959 г. все типы двигателей, выпускаемые в ГДР, стандартизованы и получили новые обозначения.

В табл. 1 приведены старые и новые обозначения двигателей как рассматриваемых в Пособии, так и не вошедших в него.

Модификации двигателей каждой из приведенных выше трех групп имеют одинаковую размерность и строятся с использованием типовых унифицированных деталей.

На рис. 1, 2, 3 показаны продольные, а на рис. 1а, 2а, 3а — поперечные разрезы двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*, а в табл. 2 приведены их основные технические характеристики.

Марки материалов, применяемых для изготовления основных деталей, приведены в табл. 3.

Таблица 1

Марка двигателя		Мощность, л. с.	Число оборо- тов в минуту	Примечание
старая	новая, после стандартиза- ции			

Двигатели, рассматриваемые в Пособии

R8DV148	8NVD-48 <i>u</i>
R6DV148	6NVD-48 <i>u</i>
R8DV136	8NVD-36 <i>u</i>
6DV224	6NVD-24
4DV224	4NVD-24

Основные технические данные при-
ведены в табл. 2

Двигатели, не вошедшие в Пособие

R8DV148A	8NVD-48A <i>u</i>	800	300	} Главный
R8DV148	8NVD-48 <i>u</i>	650	340	
8DV136	8NVD-36	400	500	} Вспомогательный
6DV136	6NVD-36	300	500	
S4DV136	4NVD-36	150	375	} Главный с реверс-ре- дуктором
S6DV224	6NVD-24	150	750	
S4DV224	4NVD-24	80	600	} Вспомогательный
3DV224	3NVD-24	65	650	

Примечание. Индекс *A* обозначает, что двигатель выполнен с надду-
вом, а индекс *u* — двигатель реверсивный и предназначен для использования
в качестве главного.

В дальнейшем в Пособии индекс *u* при обозначении марок двигателей
опущен.

Таблица 2

Наименование характеристик	Марка двигателя		
	8NVD-48 (6NVD-48)	8NVD-36	6NVD-24 (4NVD-24)
✓ 1. Назначение двигателя	Главный	Главный	Вспомога- тельный
2. Номинальная мощность, <i>э.л.с.</i> . .	540 (400)	300	150 (100)
при числе <i>об/мин</i>	275	360	750
3. Максимальная мощность (при рабо- те двигателя до одного часа), <i>э.л.с.</i>	594 (440)	330	165 (110)
при числе <i>об/мин</i>	284	370	750

Продолжение табл. 2

Наименование характеристик	Марка двигателя		
	8NVD-48 (6NVD-48)	8NVD-36	6NVD-24 (4NVD-24)
4. Минимальное устойчивое число оборотов	90	120	—
5. Число цилиндров	8 (6)	8	6 (4)
6. Порядок нумерации цилиндров	Со стороны маховика		
7. Порядок работы цилиндров при работе на передний ход	1—3—4—7— 8—6—5—2 (1—2—3— 6—5—4)	1—3—4—7— 8—6—5—2	1—2—3—6— 5—4 (1—3—4—2)
при работе на задний ход	1—2—5—6— 8—7—4—3 (1—4—5— 6—3—2)	1—2—5—6— 8—7—4—3	—
8. Цилиндровая мощность, <i>э. л. с.</i>	67,5 (66,5)	37,5	25
9. Диаметр цилиндра, <i>мм</i>	320	240	175
10. Ход поршня, <i>мм</i>	480	360	240
11. Средняя скорость поршня, <i>м/сек</i>	4,4	4,32	6,0
12. Рабочий объем цилиндра, <i>л</i>	38,61	16,29	5,76
13. Литровая мощность, <i>э. л. с./л</i>	1,74	2,3	4,35
✓ 14. Давление в конце цикла сжатия, <i>кг/см²</i>	34—40	34—40	34—40
✓ 15. Максимальное давление горения, <i>кг/см²</i>	52—55	52—55	52—55 ✓
16. Среднее эффективное давление, <i>кг/см²</i>	5,72 (5,65)	5,75	5,16
17. Степень сжатия	14,2	14,4	14,85
18. Газораспределение			
клапан впускной			
а) открытие до в.м.т. в градусах поворота коленчатого вала	20	20	20
б) закрытие после н.м.т. в градусах поворота коленчатого вала	40	40	40
в) продолжительность впуска в градусах поворота коленчатого вала	240	240	240
клапан выпускной			
а) открытие до н.м.т. в градусах поворота коленчатого вала	40	40	40
б) закрытие после в.м.т. в градусах поворота коленчатого вала	20	20	20
в) продолжительность выпуска в градусах поворота коленчатого вала	240	240	240

Продолжение табл. 2

Наименование характеристик	Марка двигателя		
	8NVD-48 (6NVD-48)	8NVD-36	6NVD- (4NVD-24)
Зазоры между коромыслами и штоками впускного и выпускного клапанов, <i>мм</i>			
а) для горячего двигателя . . .	0,4—0,5	0,4—0,5	0,3—0,4
б) для холодного двигателя . . .	0,5—0,6	0,5	0,4
Пусковой клапан			
а) открытие до в.м.т. в градусах поворота коленчатого вала . . .	5	5	10*
б) закрытие до н.м.т. в градусах поворота коленчатого вала . . .	45	45	70*
19. Топливная система			
а) марка топлива	Дизельное автотракторное ГОСТ 305—62 Дизельное ГОСТ 4749—49 Соляровое масло ГОСТ 1666—51		
б) удельный расход топлива, <i>г/э.л.с.ч</i>	175±10%**	175±10%**	180±10%
в) топливный фильтр	Сдвоенный сетчатый		Сдвоенный фетровый
г) топливный насос тип насоса	Индивидуальный плунжерный со всасывающим и нагнетательным клапанами		
число насосов	8 (6)	8	6 (4)
диаметр плунжера, <i>мм</i> . . .	21	16	10
ход плунжера, <i>мм</i>	12	10	10
угол опережения подачи то- плива до в.м.т. по такту сжатия по углу поворота коленчатого вала, <i>град</i> . . .	21—23	21—23	21—23
опережение подачи топлива по ходу плунжера топлив- ного насоса при положении поршня в в.м.т., <i>мм</i>	1,7—2,1	1,4—1,8	3
д) регулятор числа оборотов . . .	Механический центро- бежный всережимный		Механиче- ский центро- бежный однорежим- ный (в ди- зель-генера- торном аг- регате)
е) форсунка			
тип форсунки	Закрытая со щелевым фильтром		
давление подъема иглы при впрыске топлива, <i>кг/см²</i> . . .	280—300	280	280

Продолжение табл. 2

Наименование характеристик	Марка двигателя		
	8NVD-48 (6NVD-48)	8NVD-36	6NVD-24 (4NVD-24)
число отверстий в распылителе	8	6	6
диаметр отверстий, мм	0,35	0,3	0,25
величина подъема иглы, мм	0,5	0,5	0,6
угол распыливания топлива, град	130	130	120***
20. Система смазки	Циркуляционная под давлением Дизельное Д-11 или Дп-11 по ГОСТу 5304—54 Моторное Т ГОСТ 1519—42		
а) тип смазки			
б) марка масла	—		
✓ в) число насосов основных	Один двухсекционный (одна секция откачивающая, другая нагнетающая)		Один односекционный
✓ резервных с приводом от электромотора	Один двухсекционный (одна секция откачивающая, другая нагнетающая)		—
г) тип масляного насоса	Шестеренчатый	Шестеренчатый	Шестеренчатый
д) давление масла при эксплуатационных режимах после масляного фильтра, кг/см ²	1,5—2,0	1,2—1,5	1,0—1,4
е) давление масла на минимальных устойчивых оборотах, кг/см ² , не менее	0,5	0,5	0,5
ж) температура масла перед маслоохладителем, °С, не более	60	60	60
з) производительность масляного насоса основного и резервного, л/мин			
откачивающей секции	135	60	—
нагнетающей секции	108	45	24 (16)
и) расход масла при номинальной мощности, г/л.с.ч.	2,5	2,7	2,2
к) масляный фильтр	Сдвоенный сетчатый		Щелевой односекционный
л) масляный холодильник	Пластинчатый четырехсекционный	Пластинчатый двухсекционный	Пластинчатый односекционный

Наименование характеристик	Марка двигателя		
	8NVD-48 (6NVD-48)	8NVD-36	6NVD-24 (4NVD-24)
м) количество масла в картере двигателя, л			
наибольшее	350 (265)	210 ✓	50 (31)
наименьшее	160 (125)	125 ✓	23 (15)
н) давление регулировки предохранительного клапана на масляном насосе, кг/см ² . .	8—10	8—10	5—7
21. Система охлаждения			
а) тип охлаждения	Проточное заборной водой для двигателей выпуска до 1957 г. Циркуляционное пресной водой для двигателей выпуска после 1957 г.	Проточное заборной водой	Циркуляционное пресной водой
б) насос охлаждающей воды системы проточного охлаждения		Поршневой	
производительность насоса, м ³ /ч	12,7	7,5	4,4 (3,1)
при числе двойных ходов в минуту	275	360	476
системы циркуляционного охлаждения	Центробежный, навешенный на двигатель		Центробежный автономный
производительность насоса, м ³ /ч	26 (20)	20	16
при числе оборотов в минуту	1470	2000	2850
температура воды, °С, выходящей из двигателя (охлаждение проточное)	50	50	50
входящей в двигатель (охлаждение циркуляционное)	50—60	50—60	50—60
выходящей из двигателя (охлаждение циркуляционное)	70—80	70—80	70—80 ✓
22. Система пуска			
а) тип системы пуска		Сжатый воздухом	
б) давление пускового воздуха, кг/см ²			
наибольшее	30	30	30
наименьшее	8,5	10	12

Наименование характеристик	Марка двигателя		
	8NVD-48 (6NVD-48)	8NVD-36	6NVD-24 (4NVD-24)
в) компрессор тип компрессора	Двухступенчатый, поршневой, навешенный на двигатель		—
производительность, $m^3/ч$.	21,7	12	—
при числе ходов в минуту .	275	360	—
и противодавлении, $кг/см^2$	30	30	—
диаметр поршня первой ступени, мм	170	120	—
диаметр поршня второй ступени, мм	70	40	—
ход поршня, мм	100	76	—
23. Габариты и вес****			
а) габариты двигателя, мм			
длина			
без маховика	4824 (3874)	3720	2420 (1810)
с маховиком и промежуточным валом	5344 (4394)	4105	2610 (2000)
габарит для выема неразъемного распределительного вала	3775 (2815)	2815	1660 (1070)
габарит для выема разъемного распределительного вала	1765 (1260)	1305	—
ширина	1400	1070	680
высота:			
от оси коленчатого вала до верха	2020	1600	1220
от оси коленчатого вала до низа	625	490	450 (360)
от оси коленчатого вала с учетом габарита для выема поршней	2615	2075	1510
б) вес сухого двигателя с навешенными агрегатами и маховиком, кг	22000 (18000)	10000	3800 (2700)

* Для двигателей 4NVD-24 и 6NVD-24 приведены моменты открытия и закрытия пускового распределительного золотника.

** Для двигателей типоразмеров NVD-36 и NVD-48 выпуска с 1960 г. удельный расход топлива снижен до 160+5%.

*** Угол распыливания топлива взят по чертежу № Д1Г-14.2.1. Проведенными институтом «Гипрорыбфлот» и Таллинским Политехническим институтом специальными испытаниями установлено, что для двигателей типа 4NVD-24 оптимальным углом распыливания топлива является угол 130°.

**** По каталогам: VEB Schwermaschinenbau Karl Liebknecht, Magdeburg.

Наименование детали	Двигатели 6NVD-48 и 8NVD-48		
	№ детали по фирменной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка
Остов двигателя			
Картер	01 901	457-6-1	Чугун, СЧ 21-40
Подшипники рамовые			
вкладыш упорного подшипника	02 001	Д1Е.2.1.1РП	Сталь 35 Баббит Б83
вкладыш рамового подшипника	02 008	Д1Е.2.2РП	Сталь 35 Баббит Б83
Блок цилиндров			
блок цилиндров	05 901	457-6-5-1	Чугун, СЧ 18-36
втулка рабочего цилиндра	06 001	Д1Е-6-1	Чугун, СЧ 28-48
шпилька крышки цилиндра	05 011	Д1Е-5-0-1	Сталь 35У
Крышка рабочего цилиндра	10 001	Д1Е-10-1.0.1	Чугун, СЧ 21-40
Кривошипно-шатунный механизм			
Коленчатый вал	03 001	457-6-3-1 или 457-6-3-2	Сталь 40Х
Поршень	07 001	Д1Е.7.1	Чугун, СЧ 28-48
Палец поршня	07 006	Д1Е.7.2	Сталь 20Х
Кольца поршневые			
кольцо компрессионное с правым замком	07 009	Д1Е.7.4	Чугун, СЧ 24-44
кольцо компрессионное с левым замком	07 008	Д1Е.7.5	Чугун, СЧ 24-44
кольцо маслосъемное верхнее	07 010	Д1Е.7.3	Чугун, СЧ 24-44
кольцо маслосъемное нижнее	07 011	Д1Е.7.8	Чугун, СЧ 24-44
Шатун			
стержень шатуна	08 001	Д1Е.8.0.1 (Д1Д.8.0.1)	Сталь 35У (Сталь 35)
головка мотылевая (верхняя половина)	08 008	Д1Е.8.2.1 (Д1Д.8.1.1)	Сталь 45 (Сталь 25)
головка мотылевая (нижняя половина)	08 008	Д1Е.8.2.2 (Д1Д.8.1.2)	Сталь 45У (Сталь 25)
болт шатуна передний	08 017	Д1Е.8.0.6	Сталь 20ХНЗА
болт шатуна задний	08 018	Д1Е.8.0.5	Сталь 20ХНЗА
гайка шатунного болта	08 019	Д1Е.8.0.7	Сталь 40Х
втулка верхней головки шатуна	08 004	Д1Е.8.1	Сталь 15 Бронза свинц. Бр С30
вкладыши мотылевого подшипника	—	—	Баббит Б83 Заливка в нижнюю головку шатуна

рых содержатся специфические и детальные указания по уходу за отдельными типами двигателей.

Следует помнить, что правила и инструкции не могут предусмотреть всех случаев, встречающихся при эксплуатации двигателей. Поэтому обслуживающий персонал должен быть внимательным и подготовленным к быстрому принятию правильных решений.

Обслуживающий персонал обязан обеспечивать исправное техническое состояние главных и вспомогательных двигателей во время их эксплуатации, ремонта и консервации, правильно и своевременно заполнять всю необходимую техническую документацию по эксплуатации двигателей—вахтенный машинный журнал, журнал технического состояния, формуляры и паспорта, журнал учета горюче-смазочных материалов и др.

Необходимо иметь в виду, что без надлежащей чистоты и порядка в машинном отделении не может быть высокой культуры эксплуатации двигателей.

Не должны допускаться какое-либо экспериментирование с обслуживаемой машинной установкой, перегрузка ее, работа на параметрах с отступлением от допустимых норм, применение масла непредусмотренного сорта и другие отступления, за исключением случаев, когда имеется на то специальное разрешение.

Пособие разработали: гл. I—VI, § 3 гл. VIII, гл. IX и X—инж. Я. Ф. Жикурин; §§ 1—4, § 9 гл. VII, §§ 1 и 2 гл. VIII—инж. Ю. П. Королевский; §§ 5—8 гл. VII—инж. А. М. Александров.

Наименование детали	Двигатели 6NVD-48 и 8NVD-48		
	№ детали по фирменной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка
Остов двигателя			
Картер	01 901	457-6-1	Чугун, СЧ 21-40
Подшипники рамовые вкладыш упорного подшипника	02 001	Д1Е.2.1.1РП	Сталь 35 Баббит Б83
вкладыш рамового подшипника	02 008	Д1Е.2.2РП	Сталь 35 Баббит Б83
Блок цилиндров			
блок цилиндров	05 901	457-6-5-1	Чугун, СЧ 18-36
втулка рабочего цилиндра	06 001	Д1Е-6-1	Чугун, СЧ 28-48
шпилька крышки цилиндра	05 011	Д1Е-5-0-1	Сталь 35У
Крышка рабочего цилиндра	10 001	Д1Е-10-1.0.1	Чугун, СЧ 21-40
Кривошипно-шатунный механизм			
Коленчатый вал	03 001	457-6-3-1 или 457-6-3-2	Сталь 40Х
Поршень	07 001	Д1Е.7.1	Чугун, СЧ 28-48
Палец поршня	07 006	Д1Е.7.2	Сталь 20Х
Кольца поршневые			
кольцо компрессионное с правым замком	07 009	Д1Е.7.4	Чугун, СЧ 24-44
кольцо компрессионное с левым замком	07 008	Д1Е.7.5	Чугун, СЧ 24-44
кольцо маслосъемное верхнее	07 010	Д1Е.7.3	Чугун, СЧ 24-44
кольцо маслосъемное нижнее	07 011	Д1Е.7.8	Чугун, СЧ 24-44
Шатун			
стержень шатуна	08 001	Д1Е.8.0.1 (Д1Д.8.0.1)	Сталь 35У (Сталь 35)
головка мотылевая (верхняя половина)	08 008	Д1Е.8.2.1 (Д1Д.8.1.1)	Сталь 45 (Сталь 25)
головка мотылевая (нижняя половина)	08 008	Д1Е.8.2.2 (Д1Д.8.1.2)	Сталь 45У (Сталь 25)
болт шатуна передний	08 017	Д1Е.8.0.6	Сталь 20ХНЗА
болт шатуна задний	08 018	Д1Е.8.0.5	Сталь 20ХНЗА
гайка шатунного болта	08 019	Д1Е.8.0.7	Сталь 40Х
втулка верхней головки шатуна	08 004	Д1Е.8.1	Сталь 15 Бронза свинц. Бр С30
вкладыши мотылевого подшипника	—	—	Баббит Б83 Заливка в нижнюю головку шатуна

Таблица 3

Двигатели 8NVD-36			Двигатели 4NVD-24 и 6NVD-24		
№ детали по фирменной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка	№ детали по фирменной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка
01 901	457-5-1	Чугун, СЧ 21-40	01 001	457-3-1-1	Чугун, СЧ 18-36
02 001	Д1А.2.1.1РП	Сталь 35 Баббит Б83	02 003	Д1Г.2.1РП (Д1В.2.1РП)	Сталь 15 Баббит Б83
02 008	Д1А.2.2.РП	Сталь 15 Баббит Б83	02 001	Д1Г.2.2РП (Д1В.2.2РП)	Сталь 15 Баббит Б83
05 901	457-5-5-1	Чугун, СЧ 18-36	05 001	457-3-5-1	Чугун, СЧ 21-40
06 001	Д1А-6-1	Чугун, СЧ 28-48	06 001	Д1Г-6-1	Чугун, СЧ 24-44
05 008	Д1А.5.3	Сталь 35У	05 004	Д1Г.5.1	Сталь 35
10 001	Д1А.10.1	Чугун, СЧ 21-40	10 901	Д1Г.10.1	Чугун, СЧ 28-48
03 004	457-5-3-1	Сталь 40Х	03 001	Д1Г.3А.1 (Д1В.3А.1)	Сталь 40
07 001	Д1А.7.1	Чугун, МСЧ 28-40	07 001	Д1Г.7.1	Чугун, СЧ 24-44
07 006	Д1А.7.3	Сталь 12ХНЗА	07 006	Д1Г.7.8	Сталь 12ХНЗА
07 008	Д1А.7.7	Чугун, СЧ 24-44	07 008	Д1Г.7.5	Чугун, СЧ 24-44
—	Д1А.7.8	Чугун, СЧ 24-44	—	Д1Г.7.4	Чугун, СЧ 24-44
—	Д1А.7.6	Чугун, СЧ 24-44	07 010	Д1Г.7.6	Чугун, СЧ 24-44
07 010	Д1А.7.2	Чугун, СЧ 24-44	07 011	Д1Г.7.2	Чугун, СЧ 24-44
08 001	Д1А.8.0.1	Сталь 35У	08 001	Д1Г.8.0.1	Сталь 35У
—	—	—	—	—	—
—	Д1А.8.0.2	Сталь 35У	—	Д1Г.8.0.2	Сталь 35У
08 009	Д1А.3.0.6	Сталь 20ХНЗА	08 001	Д1Г.8.0.6	Сталь 20ХНЗА
088009	Д1А.8.0.6	Сталь 20ХНЗА	08 011	Д1Г.8.0.6	Сталь 20ХНЗА
08 010	Д1А.8.0.7	Сталь 45	08 012	Д1Г.8.0.7	Сталь 45
08 003	Д1А.8.0.3	Бронза Бр0Ф10-1	08 003	Д1Г.8.0.3 (Д1В.8.1)	Бронза Бр0Ф10-1 (Сталь 20, бронза свинц. БрС30)
08 012	Д1А.8.1.1	Сталь 15 Баббит Б83	08 008	Д1Г.8.1.2	Сталь 15 Баббит Б83

Наименование детали	Двигатели 6NVD-48 и 8NVD-48		
	№ детали по фирменной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка
Механизм газораспределения			
Вал распределительный в сборе вал распределительный	—	—	—
шайба кулачная пускового клапана	21 020	Д1Е.21.10	Сталь 20
шайба кулачная впускного и выпускного клапанов	21 013	Д1Е.21.4	Сталь 12ХН3А
шайба кулачная топливного насоса	21 019	Д1Е.21.9	Сталь 12ХН3А
Ролик толкателя привода впускного и выпускного клапанов	23 005	Д1Е.23.1.3	Сталь 20Х
Коромысло	23 020	Д1Е.23.01	Сталь 20
Рычаг клапана	23 030	Д1Е.23.02	Сталь 20
Клапан выпускной	11 008	Д1Е.11.7	Сталь Х9С2
Клапан впускной	11 001	Д1Е.11.1	Сталь 40ХН
Пружина клапана	11 004	Д1Е.11.3 (Д1Д.11.1)	Сталь 50ХФА
Клапан пусковой	12 002	Д1Е.12.6 (Д1Д.12.2)	Сталь 40ХН
Топливный насос			
Ролик толкателя привода топливного насоса	25 005	Д1Е.25.5	Сталь 20Х
Плунжерная пара в сборе (комплектно)	25 020	Д1Е.25.1	—
втудка плунжерная	—	Д1Е.25.1.2	Сталь ХВГ
плунжер	—	Д1Е.25.1.1	Сталь ХВГ
Пружина толкателя	25 026	Д1Е.25.02	Сталь 50ХФА
Клапан нагнетательный	25 053	Д1А.25.2.1а	Сталь ХВГ
Клапан всасывающий	25 038	Д1А.25.3.1	Сталь ХВГ
Пружина клапана нагнетательного . .	25 055	Д1А.25.0.20	Сталь 50ХФА
Пружина клапана всасывающего . .	25 040	Д1А.25.0.16	Проволока 06П-1
Форсунка			
Игла с направляющей в сборе (комплектно)	14 011	Д1Е.14.2.1	—
игла	—	Д1Е.14.1.1	Сталь ХВГ
направляющая иглы	—	Д1Е.14.2.1.2	Сталь ХВГ
Распылитель	14 013	Д1Е.14.0.1	Сталь ХВГ
Пружина	14 019	Д1Е.14.0.20	Сталь 50ХФА

Примечания: 1. Если номера чертежей и марки материалов деталей двигателей для двигателей 8NVD-48 и 6NVD-24 в скобках.

2. Номера чертежей Гипрорыбфлота приведены по состоянию на 1 января 1965 г.

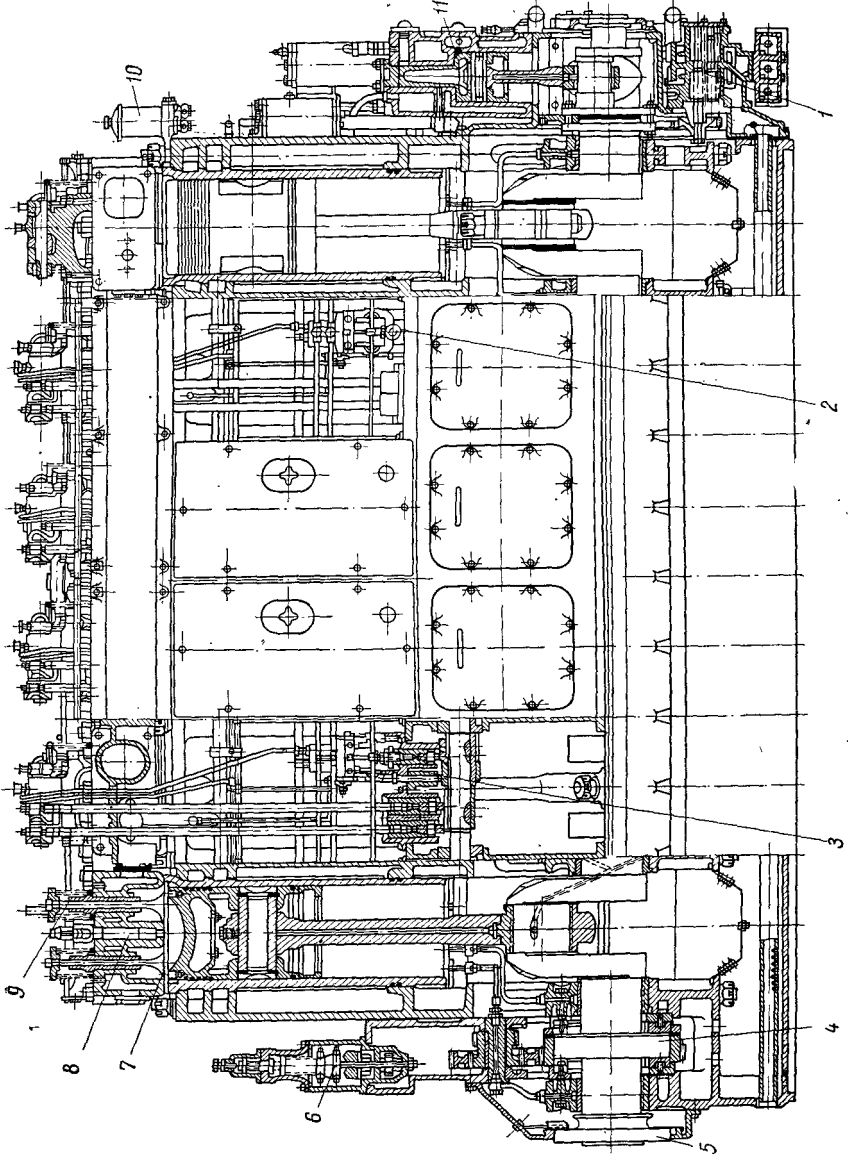
Продолжение табл. 3

Двигатели 8NVD-36			Двигатели 4NVD-24 и 6NVD-24		
№ детали по фр.-менной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка	№ детали по фр.-менной ведомости	№ чертежа Гипрорыбфлота	основной материал, марка
—	—	—	21 901	—	—
21 020	Д1А.21.13	Сталь 20	21 005	Д1Г.21.1 (Д1В.21.1) Д1Г.21.2	Сталь 45 (Сталь 50Г) Сталь 20ХН
21 013	Д1А.21.7	Сталь 12ХНЗА	21 006	Д1Г.21.3 (Д1В.21.2)	Сталь 20ХН
21 019	Д1А.21.12	Сталь 12ХНЗА	21 013	Д1Г.21.6	Сталь 20ХН
23 005	Д1А.23.1.1	Сталь 20Х	23 025	Д1Г.23.1.3	Сталь 15Х
23 023	Д1А.23.0.1	Сталь 20Л	23 009	Д1Г.23.3.1	Сталь 20Л
23 033	—	—	—	—	—
11 008	Д1А.11.7.1	Сталь Х9С2	11 008	Д1Г.11.1	Сталь Х9С2
11 001	Д1А.11.1.1	Сталь 40ХН	11 001	Д1Г.11.7	Сталь 40ХН
11 004	Д1А.11.3	Сталь 50ХФА	11 004	Д1Г.11.3	Сталь 50ХФА
12 005	Д1А.12.6	Сталь 40ХН	12 001	Д1Г.12.1	Сталь 3Х13
25 005	Д1А.25.5.2	Сталь 20Х	25 025	Д1Г.23.1.3	Сталь 15Х
25 020	Д1А.25.1а	—	25 006	Д1Г.25.1а	—
—	Д1А.25.1.2а	Сталь ХВГ	—	Д1Г.25.1а.01	Сталь ХВГ
—	Д1А.25.1.1а	Сталь ХВГ	—	Д1Г.25.1а.1.1	Сталь ХВГ
25 026	Д1А.25.06	Сталь 50ХФА	25 033	Д1Г.25.0.3	Сталь 50ХФА
25 053	Д1А.25.2.1а	Сталь ХВГ	25 013	Д1Г.25.2а.1	Сталь ХВГ
25 038	Д1А.25.3.1	Сталь ХВГ	—	—	—
25 055	Д1А.25.0.20	Сталь 50ХФА	25 015	Д1Г.25.0.2	Сталь 50ХФА
25 040	Д1А.25.0.16	Проволока 06П-1	—	—	—
14 009	Д1А.14.1а	—	14 008	Д1Г.14	—
—	Д1А.14.1.4	Сталь ХВГ	—	Д1Г.14.1.2а	Сталь ХВГ
—	Д1А.14.1.3	Сталь ХВГ	—	Д1Г.14.1.1а	Сталь ХВГ
14 011	Д1А.14.0.1а	Сталь ХВГ	14 010	Д1Г.14.0.1а	Сталь ХВГ
14 016	Д1А.14.0.2а	Сталь 50ХФА	14 015	Д1А.14.0.2а	Сталь 50ХФА

лей 6NVD-48 и 8NVD-48, а также 4NVD-24 и 6NVD-24 различны, то они указаны

Рис. 1. Продольный разрез двигателя типа NVD-48:

- 1 — масляный насос
- 2 — топливный насос
- 3 — воздушный распределительный золотник
- 4 — упорный подшипник
- 5 — выходной фланец коленчатого вала
- 6 — регулятор числа оборотов
- 7 — выхлопной клапан
- 8 — форсунка
- 9 — впускной клапан
- 10 — топливный фильтр
- 11 — компрессор воздуха



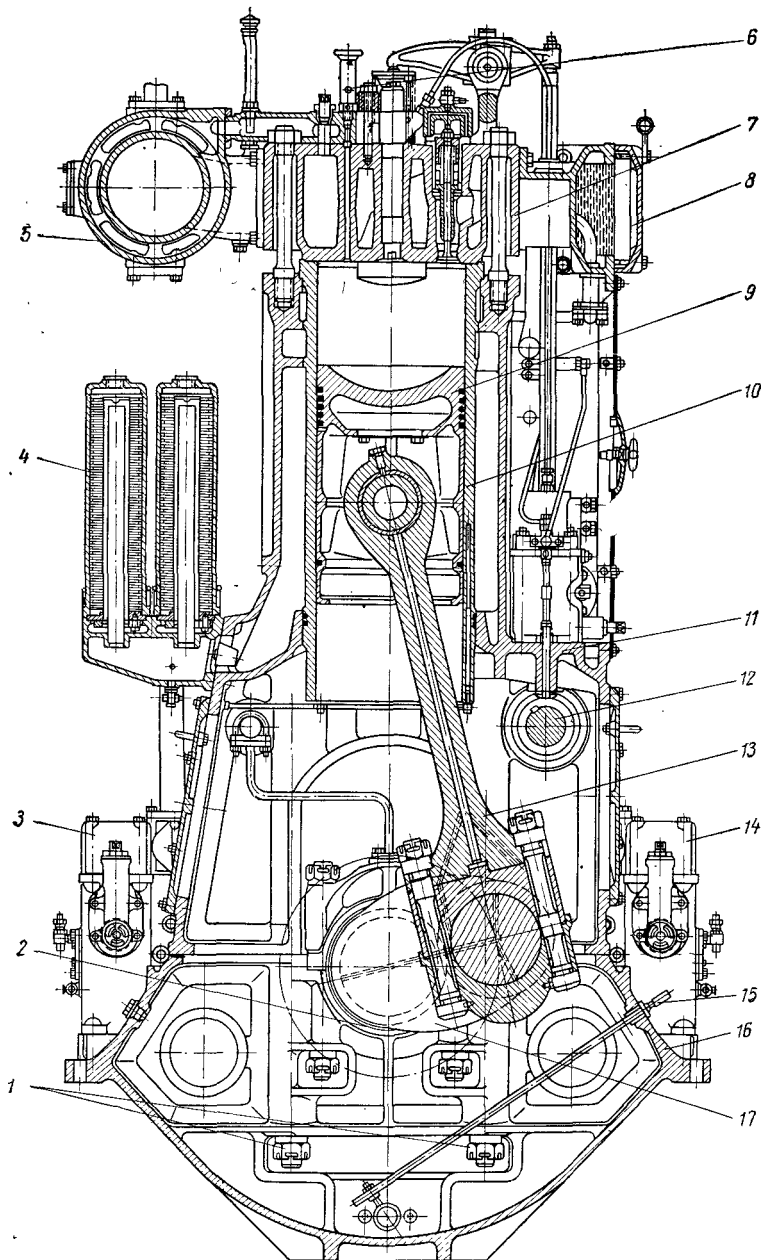


Рис. 1а. Поперечный разрез двигателя типа NVD-48:

1 — анкерные связи, 2 — рамный подшипник коленчатого вала, 3 — насос для подачи охлаждающей воды, 4 — масляный холодильник, 5 — выхлопной коллектор, 6 — предохранительный клапан, 7 — цилиндрическая крышка, 8 — всасывающий коллектор, 9 — поршень, 10 — цилиндрическая втулка, 11 — блок цилиндра, 12 — кулачковый вал, 13 — шатун, 14 — осушительный насос, 15 — щуп для замера уровня масла в картере, 16 — фундаментная рама двигателя, 17 — кривошип коленчатого вала.

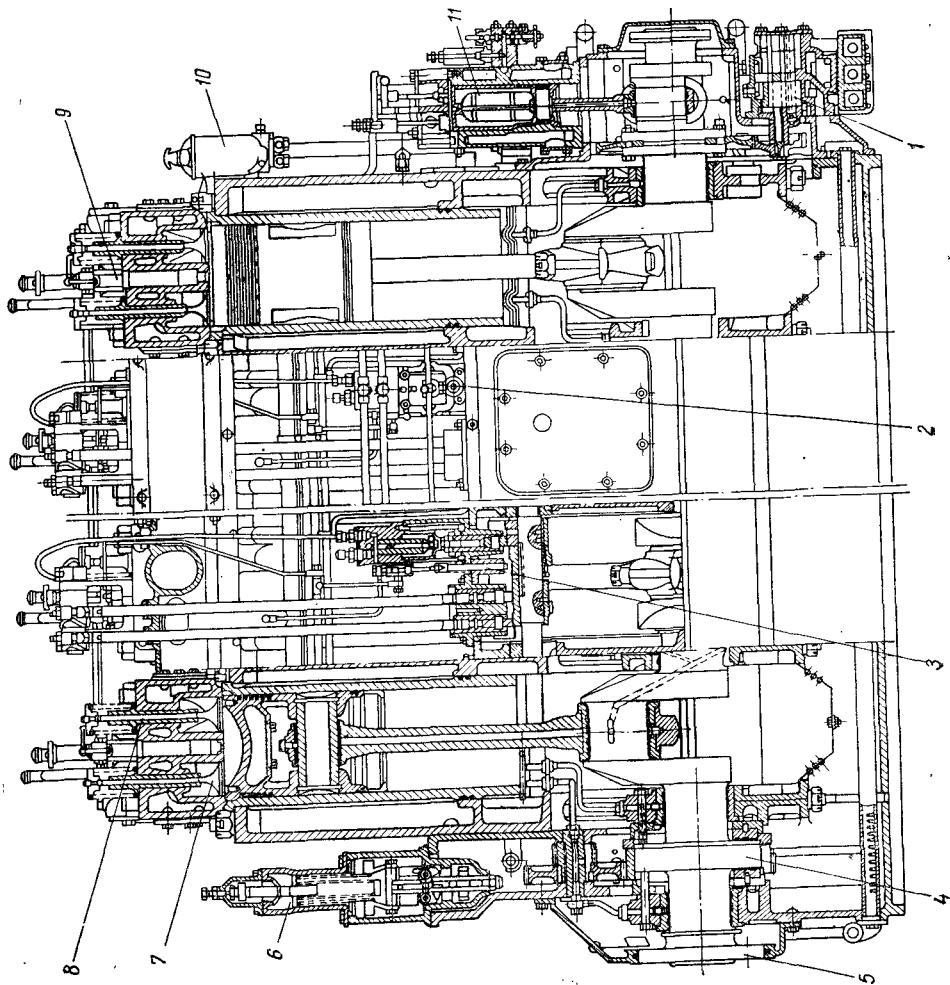


Рис. 2. Продольный разрез двигателя типа VUD-36.

- 1 — масляный насос, 2 — топливный насос, 3 — воздушный пусковой распределительный золотник, 4 — упорный подшипник, 5 — выходной фланец коленчатого вала, 6 — регулятор числа оборотов, 7 — выпускной клапан, 8 — впускной клапан, 9 — форсунка, 10 — топливный флягер, 11 — компрессор пускового воздуха

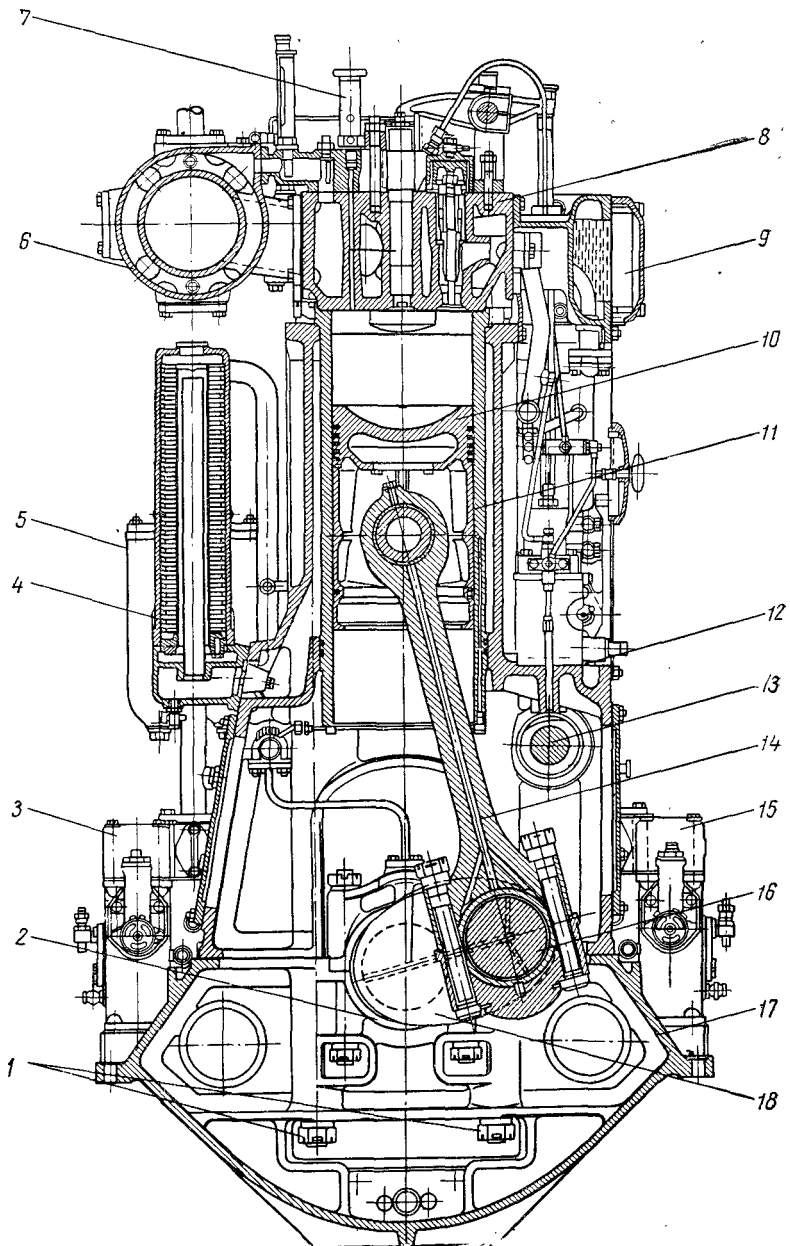


Рис. 2а. Поперечный разрез двигателя типа *NVD-36*:

1 — анкерные связи, 2 — рамочный подшипник коленчатого вала, 3 — насос для подачи охлаждающей воды, 4 — масляный холодильник, 5 — фильтр циркуляционного масла, 6 — выхлопной коллектор, 7 — предохранительный клапан, 8 — цилиндрическая крышка, 9 — всасывающий коллектор, 10 — поршень, 11 — цилиндрическая втулка, 12 — блок цилиндров, 13 — кулачковый вал, 14 — шатун, 15 — осушительный насос, 16 — мотылевая шейка коленчатого вала, 17 — фундаментная рама двигателя, 18 — кривошип коленчатого вала.

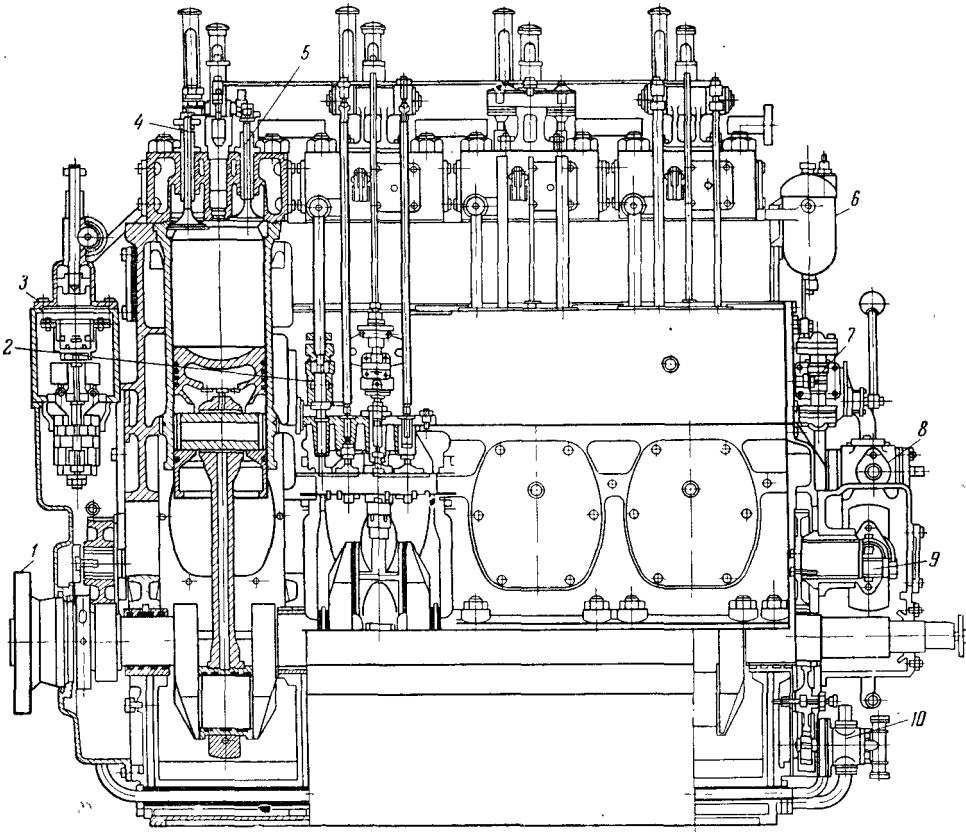
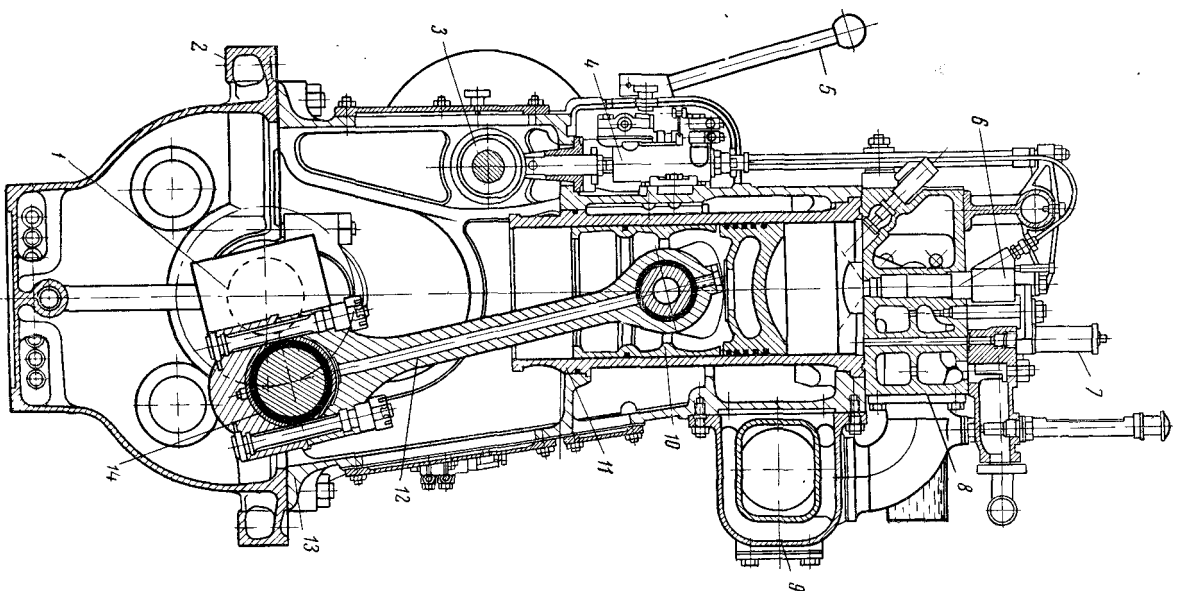


Рис. 3. Продольный разрез двигателя типа NVD-24:

1 — выходной фланец коленчатого вала, 2 — воздушный пусковой распределительный золотник, 3 — регулятор числа оборотов, 4 — выпускной клапан, 5 — впускной клапан, 6 — топливный фильтр, 7 — ручной маслопроточивающий насос, 8 — насос для подачи охлаждающей воды, 9 — привод насоса для подачи охлаждающей воды, 10 — масляный насос.

Рис. 3а. Поперечный разрез двигателя типа NVD-24:

1 — кривошип коленчатого вала, 2 — фундаментальная рама двигателя, 3 — кулачковый вал, 4 — топливный насос, 5 — пусковая рукоятка, 6 — форсунка, 7 — предохранительный клапан, 8 — цилиндрическая крышка, 9 — выхлопной коллектор, 10 — поршень, 11 — втулка цилиндра, 12 — шатун, 13 — блок цилиндров, 14 — монтажная шейка коленчатого вала.



Глава II

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

§ 1. ОСТОВ ДВИГАТЕЛЯ

Остов двигателя состоит из фундаментной рамы, блока цилиндров и крышек цилиндров.

Части остова двигателя скрепляются между собой с помощью анкерных связей, шпилек, болтов.

ФУНДАМЕНТНАЯ РАМА

Фундаментная рама двигателей всех типоразмеров представляет собой цельную чугунную отливку жесткой конструкции (см. рис. 1, 2, 3 и 1а, 2а, 3а).

Фундаментная рама, являющаяся несущей конструкцией, перегороджена поперечными переборками, полукруглые приливы которых образуют постели для нижних вкладышей рамовых подшипников коленчатого вала. Пространства между поперечными переборками являются колодцами для мотылей.

В приливах двух первых переборок со стороны маховика лежат вкладыши упорного подшипника (двигатели 6NVD-48, 8NVD-48, 8NVD-36), предохраняющие коленчатый вал от осевого перемещения при воздействии осевого усилия, создаваемого гребным винтом при вращении.

Для обеспечения необходимой прочности переборки упорного подшипника соединены между собой продольными ребрами.

Со стороны, противоположной маховику, рама двигателей типа NVD-48 и NVD-36 имеет приливы для крепления компрессора, масляного и охлаждающего насосов. На раме двигателей типа NVD-24 имеются приливы для крепления только масляного и охлаждающего насосов. С противоположной стороны рамы крепится кожух сальникового уплотнения коленчатого вала.

Фундаментная рама, в нижней части которой проложена приемная масляная труба, является и маслосборником.

В нижней части фундаментной рамы двигателей типа NVD-24 проложены приемные и нагнетательная масляные трубы.

В колодцах фундаментной рамы двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* установлены защитные металлические листы с прорезями, предотвращающие попадание масляной пены и нагара в приемный масляный трубопровод.

В нижней части по всей длине фундаментные рамы всех двигателей имеют продольные полки, которыми они опираются на судовой фундамент (главные двигатели) или на специальную раму (дизель-генераторный агрегат) и крепятся к ним с помощью простых и призонных болтов. Раму дизель-генераторных агрегатов устанавливают на резинометаллические сварные амортизаторы.

РАМОВЫЕ И УПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ

Рамовые подшипники состоят из стальных вкладышей, залитых белым металлом, и чугунных крышек.

На внутренней поверхности верхнего вкладыша рамового подшипника двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* имеется кольцевая канавка, по которой подводится масло к холодильникам вкладышей и отверстиям в рамовых шейках коленчатого вала. В кольцевую канавку верхнего вкладыша масло подводится через сквозное отверстие в верхней части вкладыша. В это же отверстие вкладыша и в отверстие в крышке подшипника вставляется втулка, которая предотвращает проворачивание вкладышей.

У двигателей типа *NVD-24* в подшипник рамовой шейки масло подводится через нижний вкладыш, для чего последний имеет с внешней стороны фрезерованную канавку на дуге около 90° .

На концах канавки имеется по одному сквозному сверлению диаметром 6 мм, по которым через внутренние канавки в нижнем и верхнем вкладышах масло подводится к холодильникам рамовых подшипников и к сверлениям в рамовых шейках коленчатого вала.

Верхний вкладыш с внешней стороны имеет глухое сверление. В это сверление вставляется штифт для предотвращения проворачивания вкладышей. Другим концом штифт вставляется в углубление в крышке подшипника.

Крышки подшипников крепятся двумя шпильками, ввернутыми в приливы в перегородках фундаментной рамы.

Одногребенчатые упорные подшипники (рис. 4) двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* одинаковы по конструкции. Упорный подшипник размещается непосредственно в фундаментной раме между первым и вторым рамовыми подшипниками (со стороны маховика). Он служит для передачи через раму двигателя корпусу судна осевого усилия, создаваемого гребным винтом при вращении.

Упорный подшипник состоит из четырех полуколец 3 (два полукольца переднего и два — заднего хода), опирающихся на выточки в приливах первого и второго рамовых подшипников, и двух стопорных сегментов 4, которые с помощью специальных болтов-штуцеров крепятся к крышкам рамовых подшипников.

В каждые два полукольца переднего и заднего хода вкладывается по восемь стальных упорных подушек 1, облицованных белым металлом.

Передние кромки упорных подушек закруглены, что способствует затягиванию масла в зазор между трущимися поверхностями.

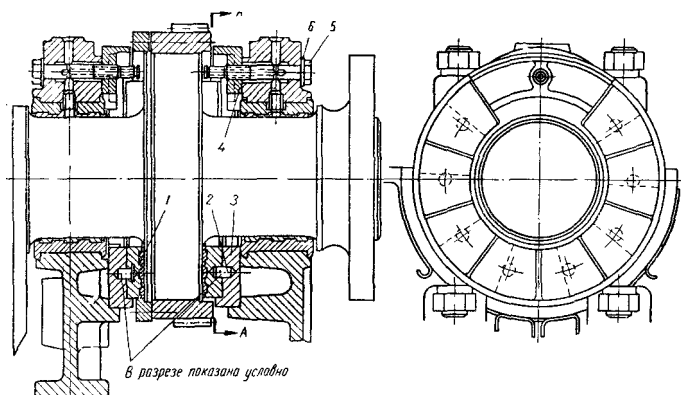


Рис. 4. Упорный подшипник двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — упорная подушка, 2 — штифт, 3 — полукольцо, 4 — стопорный сегмент, 5 — болт-штуцер, 6 — стопорная шайба.

Для предотвращения возможности проворачивания упорных подушек в полукольцах имеются штифты, а подушки имеют отверстия, которыми устанавливаются на штифты с зазором, вследствие чего подушки имеют возможность поворачиваться при создании между трущимися поверхностями масляного клина.

Болты-штуцера служат также для подвода смазки к трущимся поверхностям упорного подшипника из сверления в крышке рамового подшипника и стопорятся шайбой.

Обратные (нерабочие) поверхности упорных подушек имеют клиновые скосы, кромки которых проходят на 5—7 мм дальше геометрической оси подушек. Вследствие этого кромка клинового скоса является осью разворота упорной подушки при давлении масляного клина на ее рабочую поверхность. Поворот упорных подушек на кромке клинового скоса при работе двига-

теля способствует созданию надежного масляного клина между трущимися поверхностями.

В двигателях, используемых в качестве приводных в агрегатах дизель-генераторов, где не возникают большие осевые усилия, упорным подшипником служит один из рамовых подшипников (второй от маховика), вкладыши которого залиты белым металлом и с торцовых поверхностей. Торцовые поверхности вкладышей этого подшипника воспринимают незначительные осевые усилия, возникающие в самом двигателе и генераторе, и предотвращают осевое перемещение коленчатого вала.

В остальном (кроме развитых торцовых поверхностей вкладышей) этот упорный подшипник имеет аналогичную с остальными рамовыми подшипниками конструкцию.

БЛОК ЦИЛИНДРОВ

Блок цилиндров (см. рис. 1, 2, 3 и 1а, 2а, 3а) двигателей всех типоразмеров представляет собой чугунную отливку.

Блок цилиндров двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* крепится к фундаментной раме при помощи анкерных связей, а для обеспечения необходимой плотности между блоком и рамой последние скрепляются между собой короткими болтами.

Блок цилиндров двигателей типа *NVD-24* к фундаментной раме крепится при помощи шпилек.

В нижней части блока двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* со стороны поста управления расположены приливы для крепления подшипников распределительного вала, топливных насосов и других устройств; со стороны выхлопного коллектора предусмотрены приливы для крепления маслоохладителя и масляной цистерны. У двигателей типа *NVD-24* со стороны выхлопного коллектора предусмотрены приливы для крепления масляного фильтра и маслоохладителя. Для доступа в картер с обеих сторон блока против каждого цилиндра предусмотрены горловины, закрывающиеся крышками.

В блоке по количеству цилиндров имеются вертикальные расточки с посадочными поясками, в которые вставляются втулки цилиндров.

В пространстве, образованном рабочей втулкой и блоком, циркулирует охлаждающая вода.

Со стороны маховика блок имеет прилив для крепления кожуха коробки передач к распределительному валу и регулятору. Сверху в блок ввернуты шпильки для крепления крышек цилиндров и ниппели с резиновыми уплотнительными кольцами для перепуска охлаждающей воды из полостей блока в крышки цилиндров.

ВТУЛКИ И КРЫШКИ ЦИЛИНДРОВ

Втулки рабочих цилиндров всех приведенных в настоящем Пособии двигателей отлиты из чугуна. В верхней части они имеют бурты, которыми опираются на посадочные пояски в соответствующих выточках блока.

Сопрягаемые поверхности бурта втулки и посадочного пояска в выточке блока шлифуются. По этой поверхности бурты втулок прижимаются к блоку цилиндров с помощью шпилек, ввернутых в верхнюю часть блока, чем и достигается уплотнение зарубашечного охлаждаемого пространства в верхнем поясе.

На боковой поверхности рабочих втулок двигателей типа *NVD-48* имеется в верхней части три направляющих пояска, у втулок остальных двигателей — по одному пояску.

В нижней части рабочих втулок всех двигателей имеется по одному направляющему пояску, в выточках которого располагаются резиновые кольца, уплотняющие нижний пояс.

Для подвода масла к рабочей поверхности цилиндров во втулках двигателей типа *NVD-48* имеется четыре сверления на глубину 388 мм, во втулках двигателей типа *NVD-36* — два сверления на глубину 295 мм от нижней кромки. Втулки двигателей *NVD-24* смазываются посредством разбрызгивания масла, поэтому сверлений не имеют.

Крышки (рис. 5 и 6) индивидуальные для каждого цилиндра отлиты из чугуна.

С боковых сторон крышка имеет приливы, к которым с помощью шпилек присоединяются патрубки всасывающего и выхлопного коллекторов.

Крышка имеет отверстия для размещения форсунки, впускного, выпускного, пускового и предохранительного клапанов.

Кроме того, на крышке двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* предусмотрена установка клапана для контроля отработавших газов, а на крышке двигателей типа *NVD-24* предусмотрена возможность установки газоотборного клапана.

Внутри крышка имеет полость для охлаждающей воды, которая поступает в нее из блока через два штуцера и выходит в охлаждающую полость выхлопного коллектора.

Нижняя часть крышки имеет бурт, которым она опирается на торец втулки цилиндра; для уплотнения между буртом крышки и торцом втулки цилиндра ставится отоженная красномедная прокладка.

На верхней стороне крышки на шпильках крепится кронштейн для коромысел впускного и выпускного клапанов.

Водяная полость крышки цилиндров имеет для осмотров четыре (двигатели типа *NVD-48* и *NVD-36*) и три (двигатели типа *NVD-24*) герметично закрывающихся лючка. К двум (двигатели

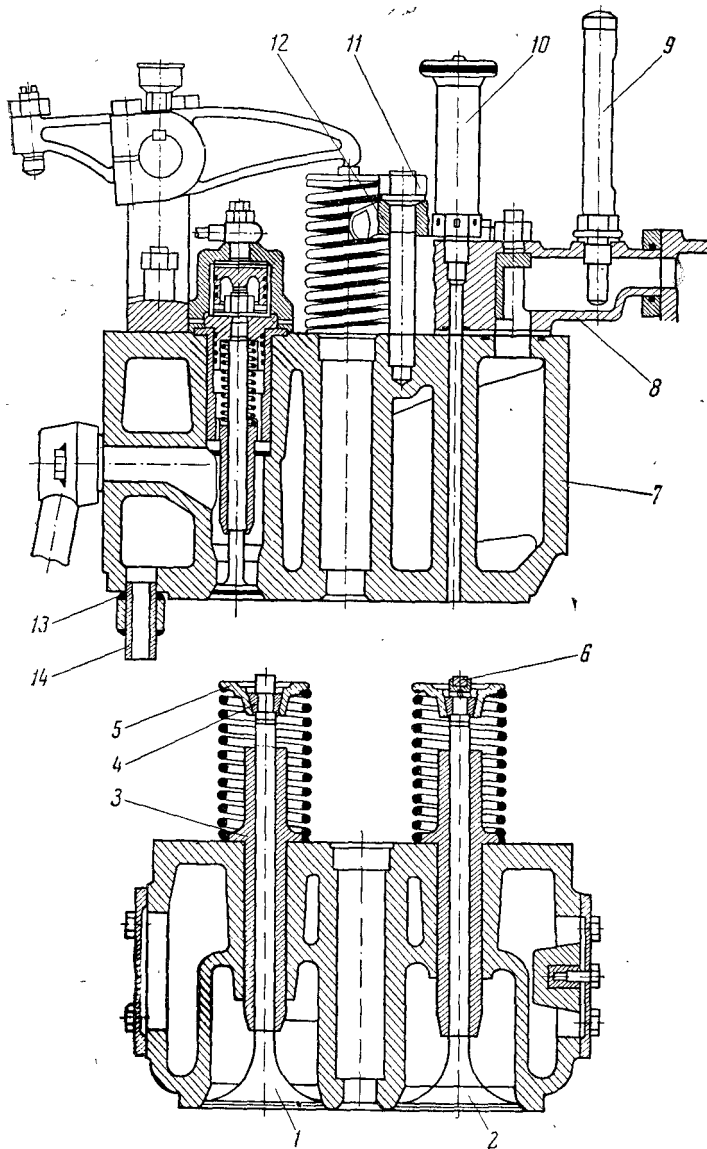


Рис. 5. Крышка цилиндра двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* в комплекте с оборудованием:

1 — выпускной клапан, 2 — впускной клапан, 3 — направляющая втулка клапана, 4 — сухарь, 5 — верхняя тарелка пружины клапана, 6 — колпачок штока клапана, 7 — крышка цилиндра, 8 — патрубок для перепуска охлаждающей воды, 9 — термометр для охлаждающей воды, 10 — предохранительный клапан, 11, 12 — шпилька со скобой, 13 — уплотнительное кольцо, 14 — патрубок для перепуска воды.

типа *NVD-48* и *NVD-36*) и одному (двигатели типа *NVD-24*) лючкам крышек прикрепляются цинковые протекторы.

Каждая цилиндровая крышка имеет четыре отверстия для шпилек, с помощью которых она крепится к блоку цилиндров.

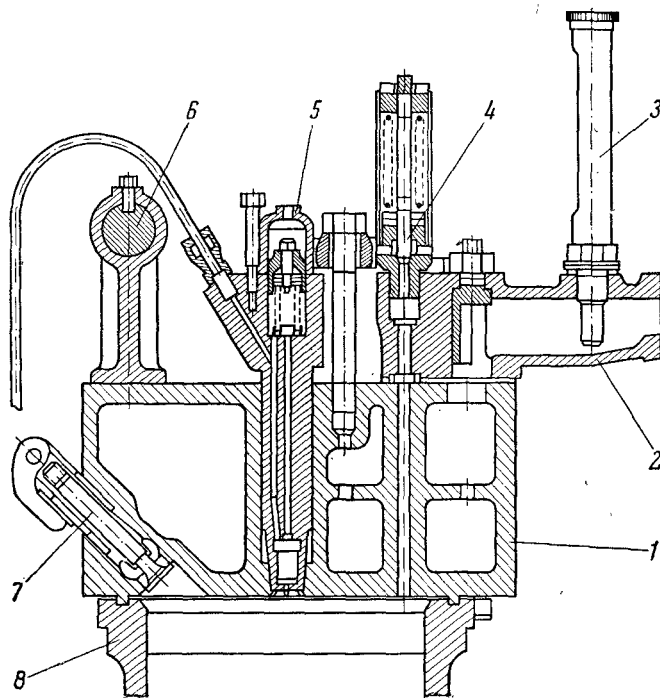


Рис. 6. Крышка цилиндра двигателей типа *NVD-24* в комплекте с оборудованием:

1 — крышка цилиндра, 2 — патрубок для перепуска воды, 3 — термометр для охлаждающей воды, 4 — предохранительный клапан, 5 — форсунка, 6 — валик коромысел клапанов, 7 — пусковой клапан, 8 — втулка цилиндров.

§ 2. КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЙ МЕХАНИЗМ

КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ И МАХОВИК

Коленчатые валы (рис. 7 и 8) двигателей всех рассматриваемых типоразмеров стальные, цельнокованные.

В зависимости от количества цилиндров двигатели имеют следующие углы поворота коленчатого вала между вспышками: *8NVD-48* и *8NVD-36*— 90° , *6NVD-48* и *6NVD-24*— 120° , *4NVD-24*— 180° .

На коленчатых валах двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*, используемых в качестве главных, между первой и второй рамовой

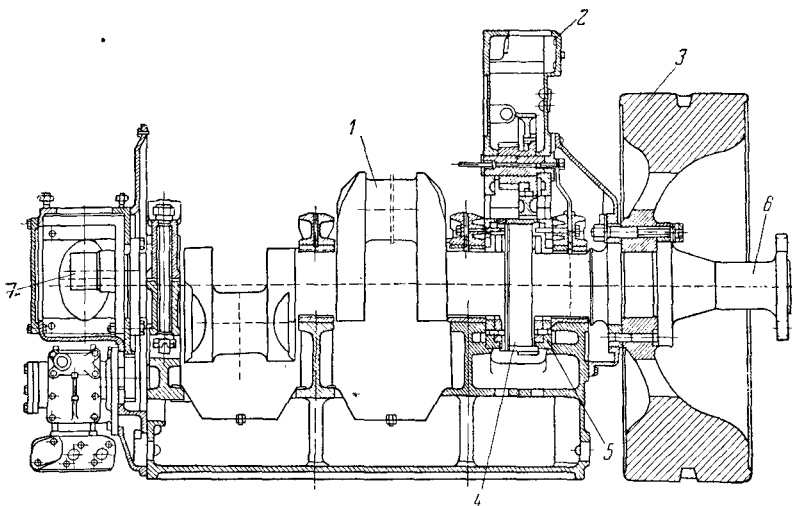


Рис. 7. Коленчатый вал двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — коленчатый вал, 2 — кожух коробки передач, 3 — маховик, 4 — гребень упорного подшипника, 5 — полукольцо, 6 — промежуточный вал, 7 — кривошип привода компрессора и водяных насосов.

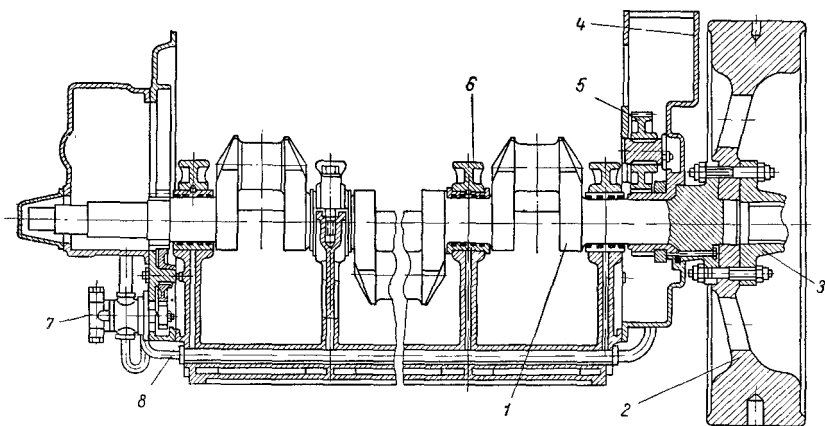


Рис. 8. Коленчатый вал двигателей типа *NVD-24*:

1 — коленчатый вал, 2 — маховик, 3 — фланец вала генератора, 4 — корпус регулятора, 5 — шестерня привода кулачкового вала, 6 — верхняя крышка рамового подшипника, 7 — масляный насос, 8 — всасывающая труба масляного насоса.

шейкой (со стороны маховика) имеется откованный заодно с валом гребень упорного подшипника. На гребень насажена на шпонке шестерня привода распределительного вала. Шестерня привода распределительного вала двигателей типа 4*NVD-24* закреплена у выходного фланца коленчатого вала.

У главных двигателей со стороны основного отбора мощности к фланцу коленчатого вала сквозными болтами крепится маховик и фланец промежуточного вала. У вспомогательных двигателей типа *NVD-24* к маховику крепится фланец вала генератора. Маховик фиксируется на фланце призонными болтами. На ободу маховика имеются углубления для проворачивания вала двигателя вручную при помощи специального рычага.

С противоположной стороны к фланцу коленчатого вала двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* на болтах крепится кривошип, приводящий в движение компрессор, охлаждающий и трюмный насосы; между фланцами вала и кривошипа закреплена шестерня привода масляного насоса. В кривошипе просверлено отверстие диаметром 8 мм для подвода масла к бугелю привода компрессора и водяных насосов.

Свободный фланец кривошипа предназначен для присоединения вала отбора мощности.

Привод масляного и водяного насосов двигателей типа *NVD-24* осуществляется с помощью шестерни, насаженной на шпонке на конце коленчатого вала, противоположном маховику.

Для смазки рамовых шеек масло подается через сверления в рамовом подшипнике; для смазки мотылевых шеек масло подается из рамовых подшипников через сверления в щеках и шейках мотыля.

ШАТУН

Шатуны двигателей (рис. 9, 10, 11) откованы из стали. Стержень шатуна круглого сечения, по оси имеет сквозное сверление для подачи масла к головному подшипнику.

В верхнюю головку шатуна впрессована бронзовая втулка, а у двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48* более позднего выпуска — стальная втулка, залитая с внутренней стороны свинцовистой бронзой.

Втулка верхней головки шатуна двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* с наружной стороны снизу до боковых сквозных отверстий имеет канавку для подвода масла по ней и через боковые сверления к холодильникам втулки для смазки трущихся поверхностей втулки и пальца.

Втулка верхней головки шатуна двигателей типа *NVD-24* имеет в нижней части сквозное сверление диаметром 9,5 мм, через которое масло поступает во внутреннюю кольцевую канавку и далее к холодильникам для смазки трущихся поверхностей.

Нижняя головка шатуна двигателей типа *NVD-48* в отличие от нижней головки остальных двигателей выполнена отъемной от стержня шатуна. При этом можно изменять высоту камеры сжатия (степень сжатия), устанавливая стальные прокладки в плоскость разъема; величину масляного зазора предусмотрено

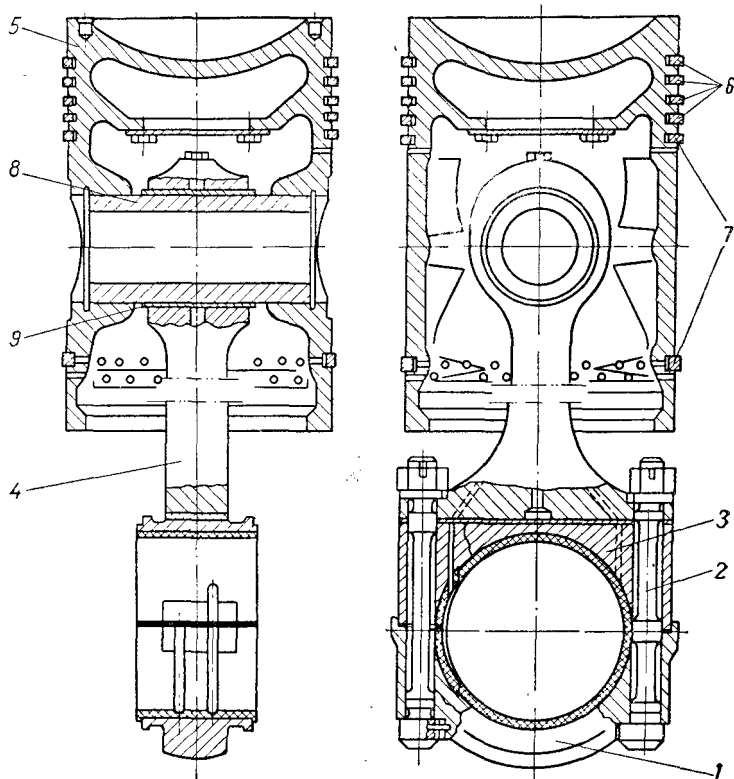


Рис. 9. Шатун (в сборе с поршнем) двигателей типа *NVD-48*:
 1 — нижняя крышка, 2 — шатунный болт, 3 — верхняя крышка, 4 — стержень шатуна, 5 — поршень, 6 — компрессионные кольца, 7 — масляные кольца, 8 — поршневой палец, 9 — втулка верхней головки шатуна.

изменять путем установки латунных прокладок между верхней и нижней половинами мотылевой головки шатуна. Верхняя и нижняя половины мотылевой головки шатуна крепятся к стержню с помощью двух шатунных болтов.

Передний и задний шатунные болты двигателей типа *NVD-48* отличаются расположением направляющих поясков и не являются взаимозаменяемыми.

Чтобы обеспечить правильную сборку нижней головки шатуна, риски, имеющиеся на одной из узких сторон его стержня, верхней и нижней половине мотылевой головки и на головке одного из шатунных болтов, надо совместить по направлению.

С внутренней стороны нижней половины мотылевой головки шатуна двигателей типа *NVD-48* и нижнего мотылевого вклады-

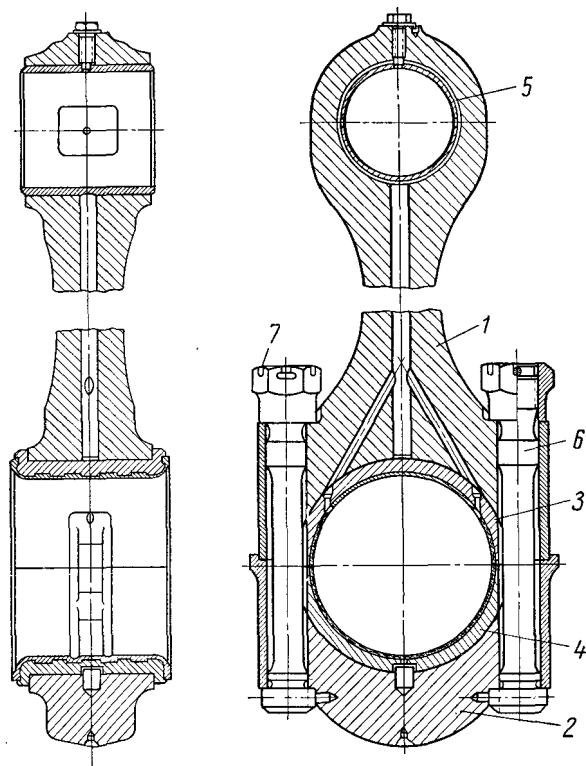


Рис. 10. Шатун (в сборе) двигателей типа *NVD-36*:

1 — стержень шатуна, 2 — крышка мотылевого подшипника, 3 — верхний вкладыш мотылевого подшипника, 4 — нижний вкладыш мотылевого подшипника, 5 — втулка, 6 — шатунный болт, 7 — корончатая гайка.

ша двигателей типа *NVD-36* имеется по две полукольцевых канавки; канавки соединяют холодильники и доходят до сквозных сверлений в верхней половине подшипника, по которым масло поступает для смазки трущихся поверхностей мотылевой шейки и подшипника и в сверление в стержне шатуна.

В двигателях типа *NVD-24* для обеспечения смазки трущихся поверхностей мотыля и для подачи масла в сверление стержня шатуна на внутренней поверхности нижнего мотылевого

вкладыша имеется одна кольцевая канавка, соединяющая холодильники вкладышей. В верхнем вкладыше эта канавка доходит до двух сквозных сверлений.

Мотылевые подшипники шатунов двигателей всех типов залиты баббитом.

Для предотвращения возможности проворачивания мотылевых вкладышей на крышке нижней головки шатуна предусмотрены установочная втулка (двигатели типа *NVD-36*), штифт (двигатели *NVD-24*), входящие в глухое отверстие на наружной поверхности нижнего вкладыша. В двигателях типа *NVD-48* мотылевые подшипники образованы путем заливки белого металла в нижнюю головку шатуна.

Крышка нижней головки шатуна двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24* крепится к стержню шатуна с помощью двух шатунных болтов. Шатунные болты двигателей всех типов изготовлены из высоколегированной стали. Головки их фиксируют от проворачивания, а корончатые гайки после затяжки шплинтуют.

ПОРШЕНЬ

На рис. 12 показан поршень двигателей типа *NVD-48*. Поршни двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24* аналогичны по конструкции и материалу поршню двигателя *NVD-48* и имеют

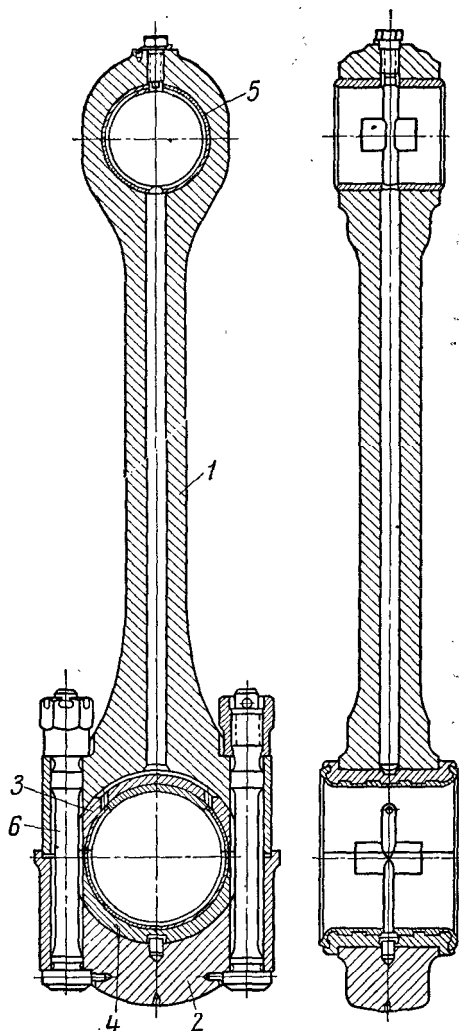


Рис. 11. Шатун (в сборе) двигателей типа *NVD-24*:

1 — стержень шатуна, 2 — крышка мотылевого подшипника, 3 — верхний вкладыш мотылевого подшипника, 4 — нижний вкладыш мотылевого подшипника, 5 — втулка, 6 — шатунный болт.

Поршень отлит из мелкозернистого чугуна и имеет с внутренней стороны приливы (бобышки) для размещения в них поршневого пальца, который запрессовывается с натягом и фиксируется от осевого перемещения стопорными кольцами. Поршневой палец изготовлен из стали; поверхность его цементирована и закалена. Для предотвращения возможности попадания масла

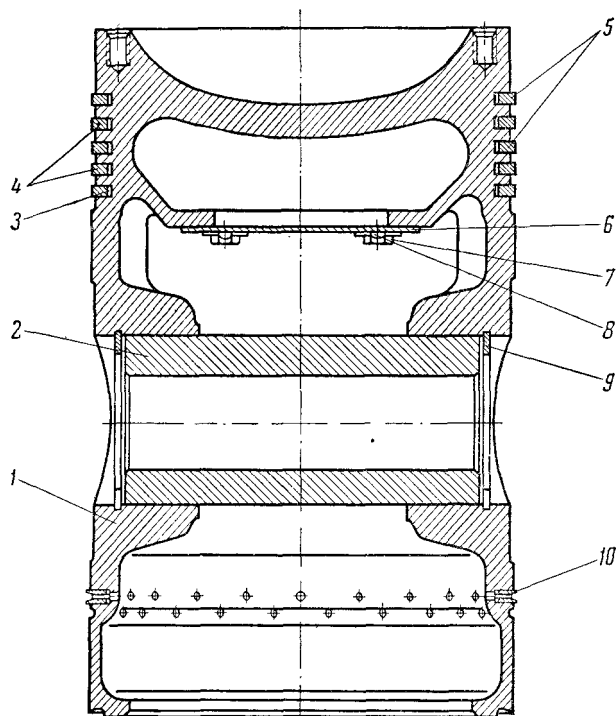


Рис. 12. Поршень (в сборе) двигателей типа *NVD-48*:
 1 — поршень, 2 — палец поршня, 3 — верхнее маслоъемное кольцо, 4 — компрессионные кольца с правым замком, 5 — компрессионные кольца с левым замком, 6 — крышка, 7 — болт, 8 — стопорная шайба, 9 — стопорное пружинное кольцо, 10 — нижнее маслоъемное кольцо.

на доньшко поршня и образования на нем нагара, что может послужить причиной перегрева головки поршня, последняя отделена внутренним поперечным ребром с отверстием для осмотра и чистки доньшка. Отверстие закрывается заглушкой из листовой стали.

На головке поршня проточены пять канавок, из которых четыре предназначены для компрессионных колец и одна (нижняя) — для маслоъемного кольца. В нижней части поршня проточена еще одна канавка — для второго маслоъемного кольца.

Ниже каждого маслосъемного кольца проточено по одной канавке, которые сообщаются с внутренней полостью поршня сверлениями и служат для отвода масла со стенок цилиндра в картер двигателя.

Кроме того, канавка нижнего маслосъемного кольца сверлениями также соединена с внутренней полостью поршня. В эту канавку ставится маслосъемное кольцо со сквозными прорезями, которые служат для отвода масла через сверления в канавку.

§ 3. МЕХАНИЗМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Механизм газораспределения состоит из клапанно-рычажного механизма, привода к нему и распределительного вала. Механизм газораспределения двигателей рассматриваемых типоразмеров имеет одинаковую конструкцию основных узлов, поэтому приведенное ниже описание его будет общим для всех двигателей. Отличия в конструкции оговорены в тексте.

КЛАПАННО-РЫЧАЖНЫЙ МЕХАНИЗМ

Клапаны — впускной и выпускной каждого двигателя — имеют одинаковую конструкцию, размеры и величину хода. Тарелки клапанов плоские с рабочей фаской, выполненной под углом 45°. На нижней стороне тарелки имеют глухие прорези для притирки клапана по гнезду. В верхней части шток клапана имеет выточку для установки стопорной разрезной шайбы (сухаря), в которую упирается тарелка пружины.

Каждый клапан прижимается пружиной к расточенному в крышке цилиндра гнезду. Направляющая часть штока движется в чугунной направляющей втулке, запрессованной в крышку цилиндра.

Выпускной клапан изготовлен из жароупорной стали и маркируется буквой *A*. Впускной клапан изготовлен из обычной низколегированной стали и маркируется буквой *E*. Клапаны, изготовленные на предприятиях, маркируются соответственно *VX* и *BC*.

Допускается применение выпускных клапанов в качестве впускных. Использование впускных клапанов вместо выпускных недопустимо.

Клапанные пружины и направляющие втулки одинаковы для впускных и выпускных клапанов.

Кинематическая схема привода клапанов (рис. 13) — общая для всех двигателей.

У двигателей типа *NVD-24* всасывающие патрубки и выхлопной коллектор расположены со стороны двигателя, противоположной приводе клапанов.

Открытие и закрытие клапанов производится стальными рычагами, связанными с кулачками распределительного вала при помощи штанг и толкателей.

На концах рычагов имеются сферические поверхности, которыми они опираются на торцы штоков клапанов.

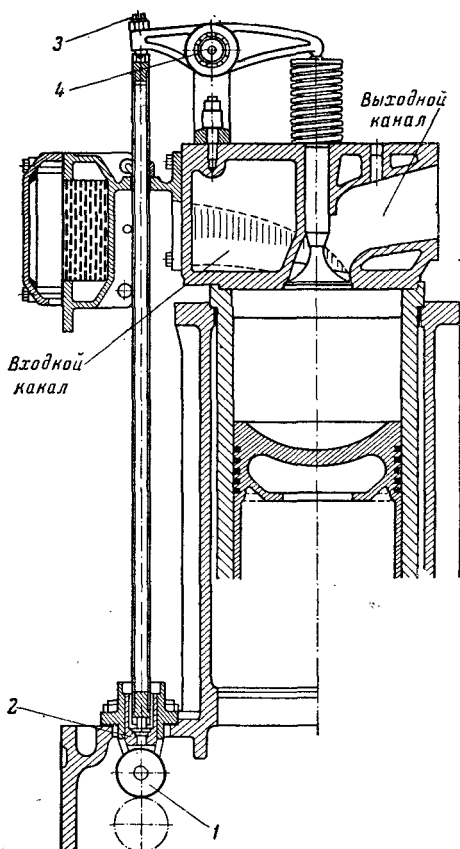


Рис. 13. Привод клапанов:

1 — ролик, 2 — толкатель штанги, 3 — регулировочный винт, 4 — рычаг.

установочным винтом, рычаги сидят свободно и приводятся в действие штангами толкателей.

В концы рычагов всех двигателей ввернуты регулировочные винты, которые цементированными и закаленными концами входят в цементированные и закаленные наконечники штанг.

Наконечники нижних концов штанг опираются на толкатели, в прорезях которых на пальцах вращаются стальные закаленные ролики.

Рычажный механизм двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* (рис. 14) по конструктивному исполнению отличен от рычажного механизма двигателей типа *NVD-24*. У этих двигателей рычаг выпускного клапана представляет собой коромысло, качающееся на горизонтальном валу на игольчатом подшипнике. Горизонтальный вал расположен так же на игольчатых подшипниках. Рычаг впускного клапана посажен на шпонке на конце этого вала. На другом конце вала закреплен на шпонке второй рычаг, посредством которого движение передается горизонтальному валу рычагов от штанги толкателя.

Рычаги впускного и выпускного клапанов двигателей типа *NVD-24* представляют собой коромысла с бронзовыми втулками, запрессованными в отверстия посадки на горизонтальный валик. На валике, застопоренном

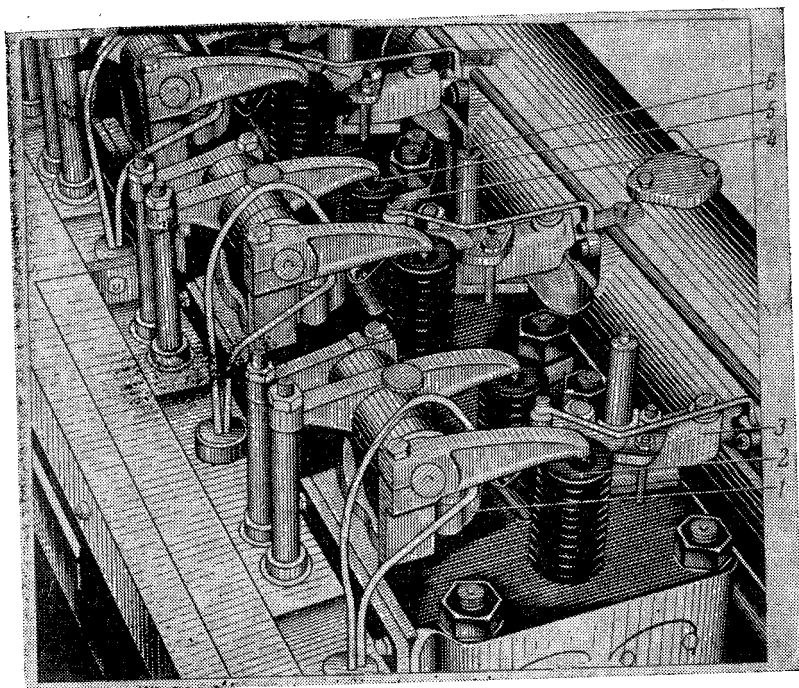


Рис. 14. Рычажный механизм и другое оборудование крышки цилиндра двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — пусковой клапан, 2 — впускной клапан, 3 — патрубок для перепуска охлаждающей воды, 4 — форсунка, 5 — выпускной клапан, 6 — предохранительный клапан.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36*

Распределительные валы двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* (рис. 15, 16) конструктивно выполнены одинаково, за исключением расположения муфты, посредством которой производится передвижение распределительного вала при реверсировании. У двигателей типа *NVD-36* эта муфта расположена со стороны шестерни привода распределительного вала. Кроме того, на распределительном валу этих двигателей нет шестерни привода тахометра, так как последний приводится в действие от передаточного механизма регулятора. Поэтому ниже приводится описание распределительного вала только двигателей типа *NVD-36*.

Распределительный вал (см. рис. 16) — стальной, монтируется на подшипниках, запрессованных в гнезда перегородок блока. Выполняется он из двух частей, соединенных между собой в горячем состоянии.

Чтобы не происходило осевого смещения частей вала, последние фиксируются сухарем 2, который крепится болтом с пружинным стопором.

На распределительном валу на шпонках установлены комплекты кулачных шайб 8 (переднего и заднего хода) впускного и выпускного клапанов.

Для предотвращения осевого перемещения шайбы стопорят на валу винтом 9. Кулачная шайба пускового клапана насажена на втулку 6 распределительного вала с помощью шпонки 5.

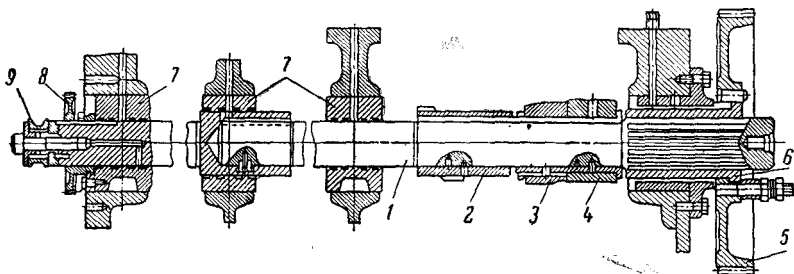


Рис. 15. Распределительный вал двигателей типа NVD-48:

1 — распределительный вал, 2 — кулачная шайба впускного и выпускного клапанов, 3 — кулачная шайба пускового клапана, 4 — кулачная шайба топливного насоса, 5 — шестерня привода распределительного вала, 6 — втулка, 7 — подшипники, 8 — шестерня привода тахометра, 9 — муфта.

Кулачная шайба 3 топливного насоса симметрична, имеет на торцах радиально расположенные зубцы, которые входят в зацепление с зубцами на бурте втулки 6.

Кулачные шайбы топливного насоса и пускового клапана прижимаются к бурту втулки стопорной гайкой. Втулка 6 насажена на вал с помощью шпонки и стопорится установочным штифтом 4.

Со стороны маховика конец распределительного вала имеет шлицы, которыми входит в зацепление с втулкой 10, вращающейся в подшипнике.

Со стороны маховика на конце втулка имеет бурт, к которому крепится шестерня привода распределительного вала. На противоположном конце на втулку 10 установлена шайба со стопорным кольцом, предотвращающая осевое перемещение втулки. Со стороны шестерни на конце распределительного вала закреплена муфта 15, которая посредством пальцев и рычагов связана с реверсивной машинкой, расположенной у поста управления. Назначение муфты 15 — передвигать распределительный вал в осевом направлении при реверсировании.

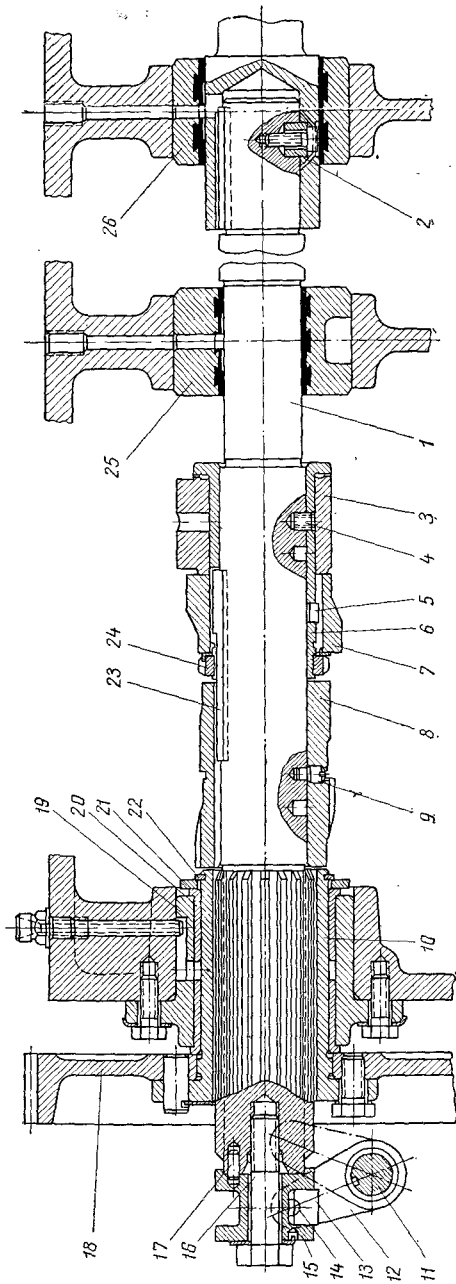


Рис. 16. Распределительный вал двигателей типа NVD-36:

1 — распределительный вал, 2 — сухарь, 3 — кулачковая шайба впускного клапана, 4 — кулачковая шайба выпускного клапана, 5 — штифт, 6 — втулка, 7 — кулачковая шайба пускового клапана, 8 — кулачковые шайбы впускного и выпускного клапанов, 9 — винт, 10 — втулка, 11 — вал реверсивной рукоятки, 12 — рычаг, 13 — сухарь, 14 — палец сухаря, 15 — муфта, 16 — муфта, 17 — штифт, 18 — штифт, 19 — корпус подшипника, 20 — втулка, 21 — шайба, 22 — стопорное кольцо, 23 — шпонка, 24 — вода распределительного вала, 25, 26 — вкладыши подшипников распределительного вала.

На противоположном конце распределительного вала при помощи специального поводка крепится привод лубрикатора для смазки цилиндров.

Смазка подшипников распределительного вала производится от насоса циркуляционной смазки через отверстия в приливах переборки блок-картера, вкладышах и втулках.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

Распределительный вал (рис. 17) — стальной, смонтирован в блоке на подшипниках. Подшипники состоят из разъемных чугунных вкладышей, залитых белым металлом. Подшипник *A* состоит из чугунного корпуса, в который запрессован бронзовый вкладыш *З*.

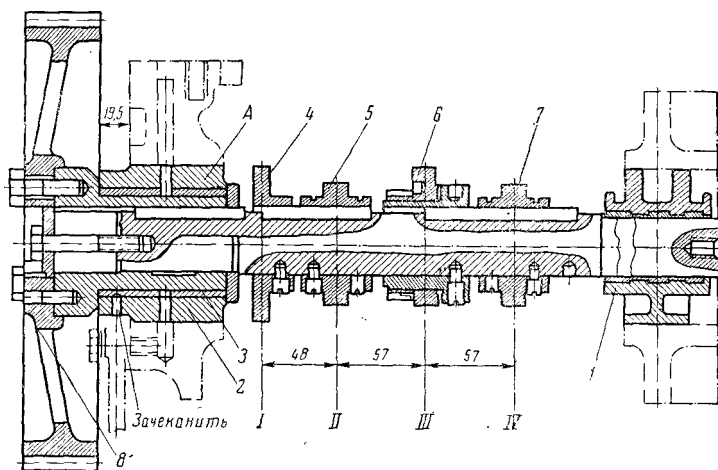


Рис. 17. Распределительный вал двигателей типа *NVD-24*:

1 — разъемный подшипник, 2 — чугунный корпус подшипника *A*, 3 — бронзовый вкладыш подшипника *A*, 4 — кулачная шайба воздушного распределительного золотника, 5 — кулачная шайба выпускного клапана, 6 — кулачная шайба топливного насоса, 7 — кулачная шайба впускного клапана, 8 — шестерня привода распределительного вала. *I* — ось клапана воздушного распределительного золотника; *II* — ось выпускного кулачка; *III* — ось топливного кулачка; *IV* — ось впускного кулачка.

Кулачные шайбы впускного 7, выпускного 5 клапанов и воздушного распределительного золотника насажены на шпонках и для предотвращения осевого перемещения зафиксированы стопорными винтами. Кулачная шайба 6 топливного насоса имеет торцовую насечку и прижата шлицевой гайкой к фланцу дер-

жателя шайбы, который имеет аналогичную насечку. Держатель шайбы насажен на кулачковый вал на шпонке. Торцовая насечка на фланце держателя и торце топливной кулачковой шайбы позволяет изменять угол опережения подачи топлива путем поворота шайбы топливного насоса относительно держателя.

Со стороны маховика на конце распределительного вала посредством шпонки и цапфы закреплена приводная шестерня. Для предотвращения осевого перемещения шестерня фиксирована болтом, ввернутым в торец вала.

Смазка подшипников распределительного вала производится от насоса циркуляционной смазки через сверление в приливах переборок блок-картера и разбрызгиванием.

Распределительный вал двигателей всех моделей приводится от шестерни, насаженной на коленчатый вал со стороны маховика, через промежуточную шестерню.

Передаточные отношения приводных шестерен таковы, что распределительный вал делает один оборот за два оборота коленчатого вала.

Смазка цапфы промежуточной шестерни осуществляется от циркуляционного насоса, смазка зубьев передаточных шестерен — маслом от редукционного клапана.

§ 4. ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА

В систему топливоподачи входят расходная топливная цистерна, трубопроводы высокого и низкого давления, топливные фильтры, топливные насосы с приводами и форсунки.

СХЕМА ТРУБОПРОВОДОВ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ

Схема трубопроводов топливной системы (рис. 18) аналогичная для всех типов двигателей.

Из расходной топливной цистерны топливо самотеком поступает в двоянный топливный фильтр.

Из фильтра очищенное топливо по трубопроводу и подводящему коллектору поступает к топливным насосам высокого давления 7. Из насосов топливо подается по нагнетательному трубопроводу к форсункам и впрыскивается в цилиндры.

Излишки топлива после отсечки из насосов, а также излишки топлива из форсунок отводятся по отдельному сливному трубопроводу 11 в расходную топливную цистерну либо могут подводиться в приемный трубопровод.

Внешние потери топлива, происходящие из-за неплотности соединений, из желобка на полке двигателя через сливной трубопровод 12 отводятся в сточную цистерну.

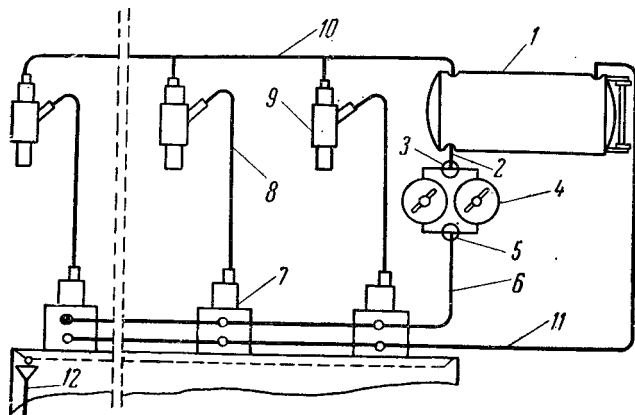


Рис. 18. Схема трубопроводов топливной системы:
 1 — расходная топливная цистерна, 2 — топливный трубопровод, 3, 5 — трехходовой кран, 4 — топливный фильтр, 6 — трубопровод, подводящий топливо, 7 — топливный насос высокого давления, 8 — нагнетательный трубопровод, 9 — форсунка, 10, 11, 12 — сливной трубопровод.

РАСХОДНАЯ ТОПЛИВНАЯ ЦИСТЕРНА

На судах типа СРТ и СРТР расходная топливная цистерна емкостью около 600 л является общей для главного и вспомогательных двигателей и расположена в шахте машинного отделения. Цистерна стальная сварная с отстойником и снабжена горловиной, мерным стеклом и самозапорным клапаном, приемной переливной и воздушной трубами, спускным, автоматически закрывающимся краном и расходным краном, имеющим привод для закрытия его извне машинного отделения.

На СРТР типа «Океан» предусмотрено, что при работающих двигателях один из топливных насосов должен работать непрерывно на заполнение расходной топливной цистерны.

ТОПЛИВНЫЙ ФИЛЬТР

Топливный фильтр (рис. 19, 20) сдвоенный, расположен на кронштейнах со стороны насосов двигателя, включен в топливную систему между цистерной расходного топлива и топливными насосами и предназначен для очистки топлива от механических примесей. Посредством трехходового крана можно выборочно отключать ту или другую секцию фильтра для чистки без остановки работы двигателя.

Топливный фильтр двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* сетчатый. В корпусе каждой секции фильтра находится вставка, состоящая из восемнадцати сетчатых элементов.

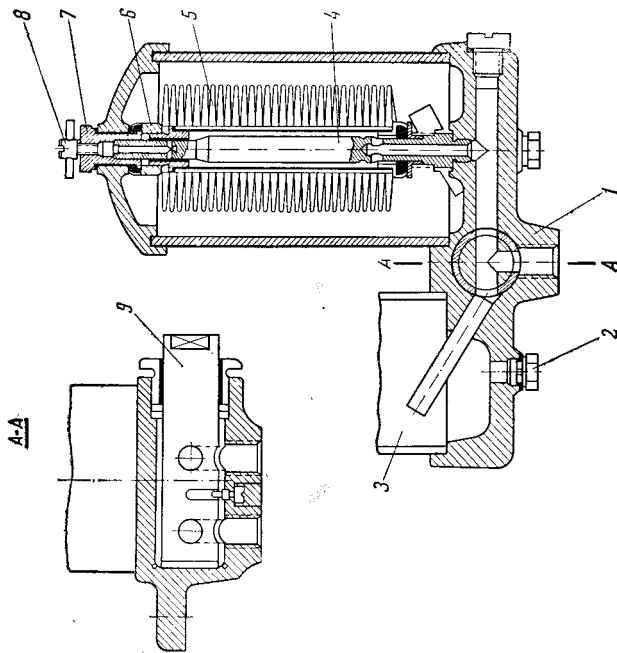


Рис. 19. Топливный фильтр двигателей типа MVD-36 и MVD-48:

1 — основание фильтра, 2 — сливная пробка, 3 — подводящий патрубок, 4 — стяжной болт, 5 — вставка фильтра, 6 — гайка, 7 — стяжная гайка крышки фильтра, 8 — вентиляционный винт, 9 — пробка трехходового крана.

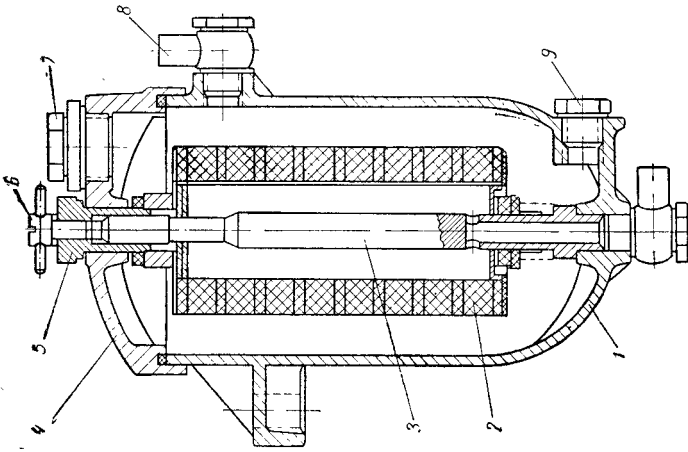


Рис. 20. Топливный фильтр двигателей типа MVD-24:

1 — корпус фильтра, 2 — вставка фильтра, 3 — стяжной болт, 4 — крышка, 5 — стяжная гайка крышки фильтра, 6 — вентиляционный винт, 7 — сливная пробка, 8 — топливный патрубок, 9 — сливная пробка.

Вставки топливных фильтров двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* взаимозаменяемы.

Вставка топливного фильтра двигателей типа *NVD-24* состоит из набора фетровых элементов.

Корпус каждого фильтра оборудован спускной пробкой и винтом для выпуска воздуха.

ТОПЛИВНЫЙ НАСОС

Топливные насосы (рис. 21) двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* по конструкции одинаковы, поэтому ниже приводится описание одного из них.

Топливный насос высокого давления золотникового типа, отдельный для каждого цилиндра, крепится на продольной полке блок-картера четырьмя шпильками и фиксируется штифтом.

В корпус насоса вставлена стальная втулка 13 плунжера, которая верхним торцом упирается в корпус и прижимается к нему гайкой 15.

Чтобы втулка не проворачивалась, она стопорится винтом. Для предотвращения пропусков топлива между гайками и заплечиком втулки установлены стальное нажимное кольцо и уплотнительная прокладка из отожженной красной меди.

Втулка и плунжер 12 изготовлены из высококачественной стали, закалены, шлифованы и притерты друг к другу. На боковой поверхности верхней части плунжера с двух сторон имеются выфрезерованные косые срезы, соединяющиеся радиальными отверстиями с осевым сверлением плунжера. В отверстие нижнего конца плунжера запрессован поводок 25, предназначенный для поворота плунжера при изменении подачи топлива.

Нижний конец плунжера опирается на дно стакана, который движется в направляющей втулке 16, крепящейся планками 29 к корпусу насоса.

Для предотвращения проворачивания стакана в стенку направляющей втулки свернут направляющий винт, конец которого входит в прорезь стакана.

На заплечики плунжера и стакана опирается тарелка, нагруженная спиральной пружиной 28.

В корпусе насоса движется толкатель 21, имеющий на нижнем конце прорезь. В прорези на оси вращается ролик 22.

В верхний торец толкателя свернут регулировочный болт с контргайкой, которая одновременно прижимает к торцу толкателя тарелку 24. Последняя предотвращает попадание в картер топлива, просачившегося через неплотности насоса, и одновременно служит опорой для эксцентрикового валика ручной прокладки и выключения насоса.

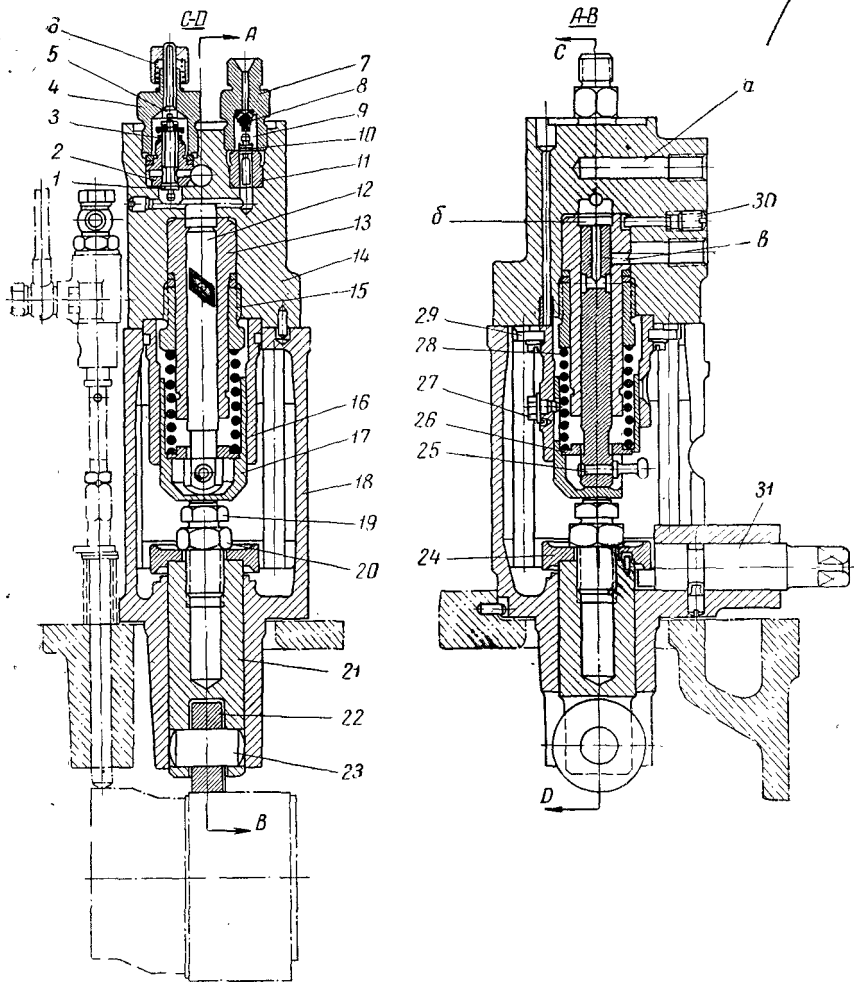


Рис. 21. Топливный насос двигателей типа NVD-48 и NVD-36:

1 — всасывающий клапан, 2 — седло клапана, 3 — пружина, 4 — штуцер всасывающего клапана, 5 — клапан для выпуска воздуха, 6 — пружина клапана, 7 — штуцер нагнетательного клапана, 8 — ограничитель хода клапана, 9 — пружина клапана, 10 — нагнетательный клапан, 11 — седло клапана, 12 — плунжер, 13 — втулка плунжера, 14 — корпус насоса, 15 — гайка, 16 — направляющая втулка, 17 — стакан, 18 — корпус толкателя, 19 — регулировочный болт, 20 — контргайка, 21 — толкатель, 22 — ролик, 23 — ось ролика, 24 — тарелка, 25 — поводок, 26 — тарелка пружины, 27, 30 — винт, 28 — пружина, 29 — планка, 31 — вал ручной прокатки.

В корпус насоса вмонтированы всасывающий 1 и нагнетательный 10 клапаны.

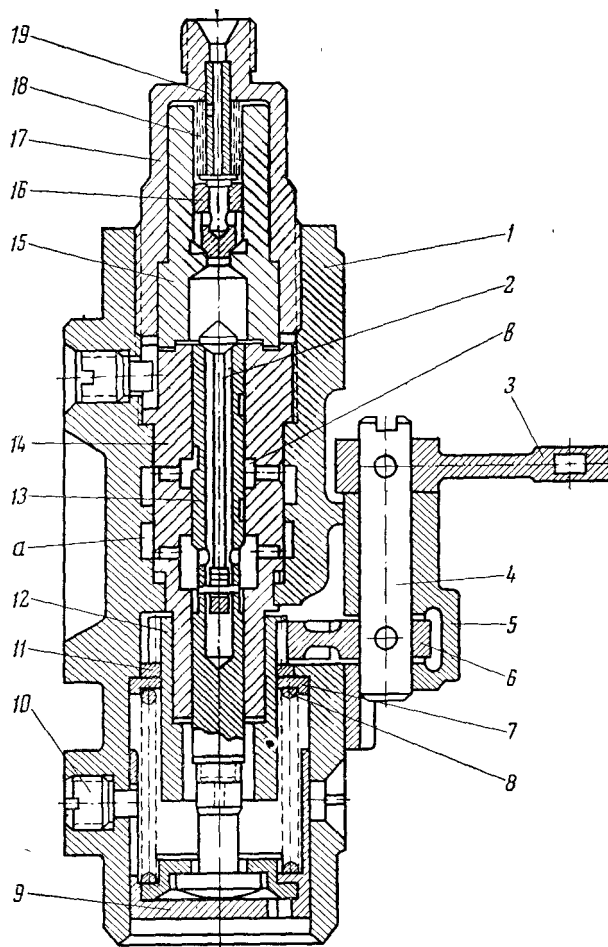


Рис. 22. Топливный насос двигателей типа NVD-24:

1 — корпус насоса, 2 — всасывной клапан, 3 — рычаг поворота, 4 — ось, 5 — корпус механизма поворота плунжера, 6 — зубчатый сектор, 7 — верхняя тарелка пружины, 8 — пружина, 9 — стакан толкателя, 10 — установочный винт, 11 — кольцо, 12 — поворотная втулка, 13 — плунжер, 14 — втулка плунжера, 15 — корпус нагнетательного клапана, 16 — нагнетательный клапан, 17 — штуцер, 18 — пружина нагнетательного клапана, 19 — ограничитель подъема нагнетательного клапана.

Топливный насос двигателей типа NVD-24 (рис. 22) золотникового типа, отдельный для каждого цилиндра, крепится к блоку картера двумя болтами и фиксируется штифтом.

В корпус насоса вставлена плунжерная пара (втулка — плунжер) 13 и 14. Втулка и плунжер изготовлены из высоколегированной стали, закаленные и шлифованные друг к другу. Направляющая втулка и плунжер имеют индивидуальную пригонку и не являются взаимозаменяемыми деталями.

К верхнему торцу втулки через уплотнительную медную прокладку штуцером прижимается нагнетательный клапан 16. На боковой поверхности плунжера имеется выфрезерованная спиральная канавка. В нижней части плунжера с двух сторон имеются прямые выфрезерованные срезы, радиальными сверлениями соединяющиеся с осевым каналом плунжера, который закрывается впускным клапаном 2.

Впускной клапан, закрепленный штифтом к плунжеру в нижней части стержня, имеет свободу перемещения в вертикальном направлении на величину 2,4 мм. Клапан и плунжер индивидуальной пригонки и не являются взаимозаменяемыми деталями. Нижний конец плунжера опирается на дно стакана толкателя, который движется в корпусе насоса. Для предотвращения проворачивания стакана толкателя в корпус насоса ввернут установочный винт 10, входящий концом в вертикальную прорезь стакана.

На дно стакана и заплечики плунжера опирается нижняя тарелка пружины 8.

На оси 4 закреплен рычаг поворота 3 и зубчатый сектор 6, входящий в зацепление с зубчатым венчиком поворотной втулки 12.

Передвигая рычаг поворота, а следовательно и поворотную втулку, в паз которой входит выступ плунжера, можно повернуть плунжер в положение, необходимое для ускорения или замедления начала отсечки подачи топлива.

Работа топливного насоса заключается в следующем. При движении плунжера вниз под воздействием пружины 28 (см. рис. 21) и 8 (см. рис. 22) из полости *a* через всасывающий клапан топливо поступает в надплунжерное пространство *б*. При движении плунжера вверх топливо через нагнетательный клапан подается к форсунке.

Подача топлива прекращается, когда верхняя (отсечная) кромка фрезерованной канавки на плунжере откроет отверстие *в* во втулке, через которое топливо перепускается в отводной трубопровод.

Конструкция топливного насоса обеспечивает изменение конца подачи топлива. Поворот плунжера для этой цели производится регулятором путем перемещения регулировочной тяги.

При перемещении регулировочной тяги в сторону маховика подача топлива увеличивается, при перемещении в противоположную сторону — уменьшается. Конструкция основных деталей регулировочной тяги и ее привода двигателей рассматриваемых

типоразмеров одинакова, за исключением отдельных незначительных и непринципиальных отличий, связанных с расположением поста управления и др.

Поводки (рычаги) плунжеров топливных насосов соединены с общей регулировочной тягой со стороны насосов двигателя; на конце тяги насажена тарелка, нагруженная пружиной и перемещающая тягу в сторону маховика, т. е. поворачивающая плунжеры топливных насосов в сторону увеличения подачи топлива.

Второй конец регулировочной тяги посредством углового рычага (и толкателя у двигателей *NVD-48* и *NVD-36*) соединен с муфтой регулятора.

Для обеспечения маневров «стоп», «пуск», «работа» регулировочная тяга связана с рычагом управления.

При пуске и остановке двигателя с помощью рычага управления регулировочную тягу передвигают к стороне насосов двигателя, т. е. в положение нулевой подачи.

ФОРСУНКА

Форсунки всех двигателей закрытого типа предназначены для распыливания топлива, подаваемого топливными насосами.

Ниже приводится краткое описание форсунки двигателей типа *NVD-48* (рис. 23).

Топливо от насоса подводится по трубке к штуцеру *15*. К корпусу форсунки накидным стаканом крепится наконечник *1*, в который вмонтированы распылитель и направляющая втулка с иглой.

Для ограничения подъема иглы служит ограничительный винт *23*, положение которого относительно корпуса фиксируется контргайкой *18*. На верхний конец иглы опирается толкатель *8*, на который насажена тарелка пружины. Второй конец пружины опирается на тарелку, посаженную на нижний конец регулировочного винта.

Регулировочный винт ввернут в стакан *20* и застопорен контргайкой *19*.

Стакан ввертывается в корпус форсунки и стопорится с боковой стороны винтом.

Просачившееся через неплотности топливо отводится из корпуса форсунки через сверление в стакане *20* и полый болт, прижимающий сливную трубку к колпаку *17*, а также через сверление *6* и один из штуцеров *24*.

В штуцеру *15* размещена вставка щелевого фильтра тонкой очистки топлива.

Для выпуска воздуха из топливной системы в корпусе имеется сверление, соединяющееся с подводющим каналом. Это сверление закрывается шариковым клапаном.

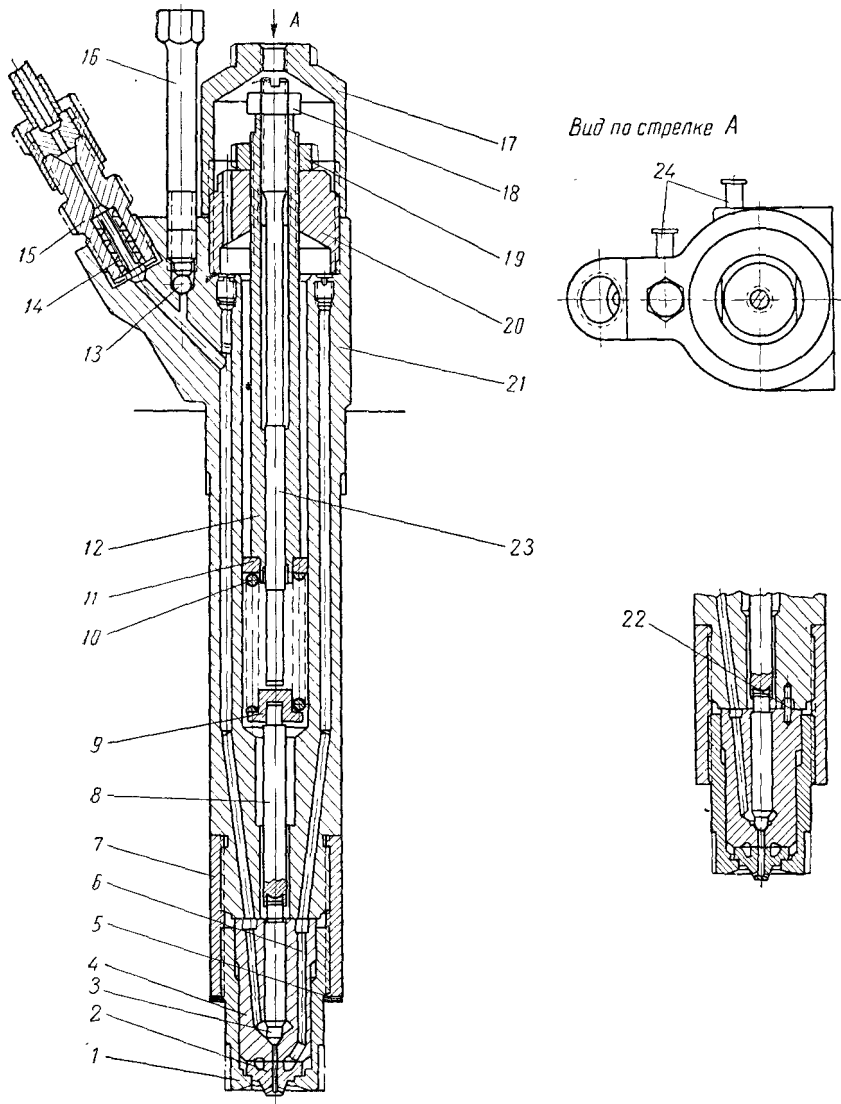


Рис. 23. Форсунка двигателей типа NVD-48:

1 — наконечник, 2 — распылитель, 3 — игла, 4 — направляющая втулка, 5 — прокладка, 6 — канал для отвода топлива, 7 — накладной стакан, 8 — толкатель, 9 — тарелка пружины, 10 — пружина, 11 — тарелка, 12 — регулировочный винт, 13 — шариковый клапан, 14 — щелевой фильтр тонкой очистки топлива, 15 — штуцер, 16 — болт, 17 — колпак, 18 — контргайка ограничителя подъема иглы, 19 — контргайка регулировочного винта, 20 — стакан, 21 — корпус форсунки, 22 — направляющий штифт, 23 — ограничитель подъема иглы, 24 — штуцер вентиляционный и для отвода топлива.

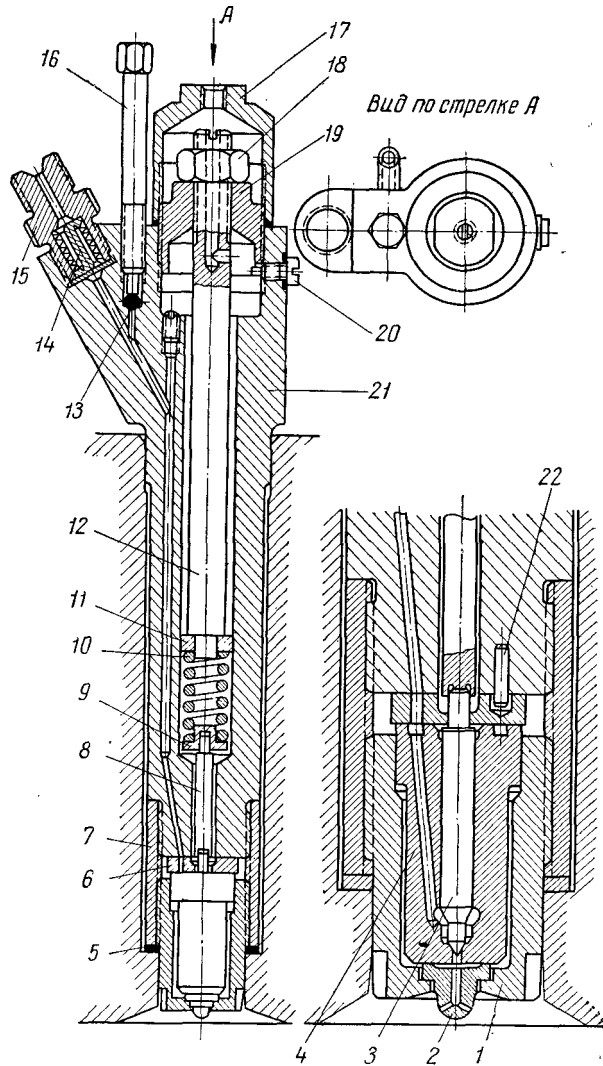


Рис. 24. Форсунка двигателей типа NVD-36:

1 — наконечник, 2 — распылитель, 3 — игла, 4 — направляющая втулка, 5 — прокладка, 6 — ограничитель подъема иглы, 7 — накладной стакан, 8 — толкатель, 9 — тарелка пружины, 10 — пружина, 11 — шайба, 12 — регулировочный винт, 13 — шариковый клапан, 14 — вставка фильтра тонкой очистки топлива, 15 — штуцер, 16 — болт, 17 — колпак, 18 — контргайка регулировочного винта, 19 — стакан, 20 — стопорный винт, 21 — корпус форсунки, 22 — направляющий штифт.

Форсунка своим буртом опирается на заплечики в крышке цилиндра. Уплотнение достигается прокладкой 5 из отожженной красной меди.

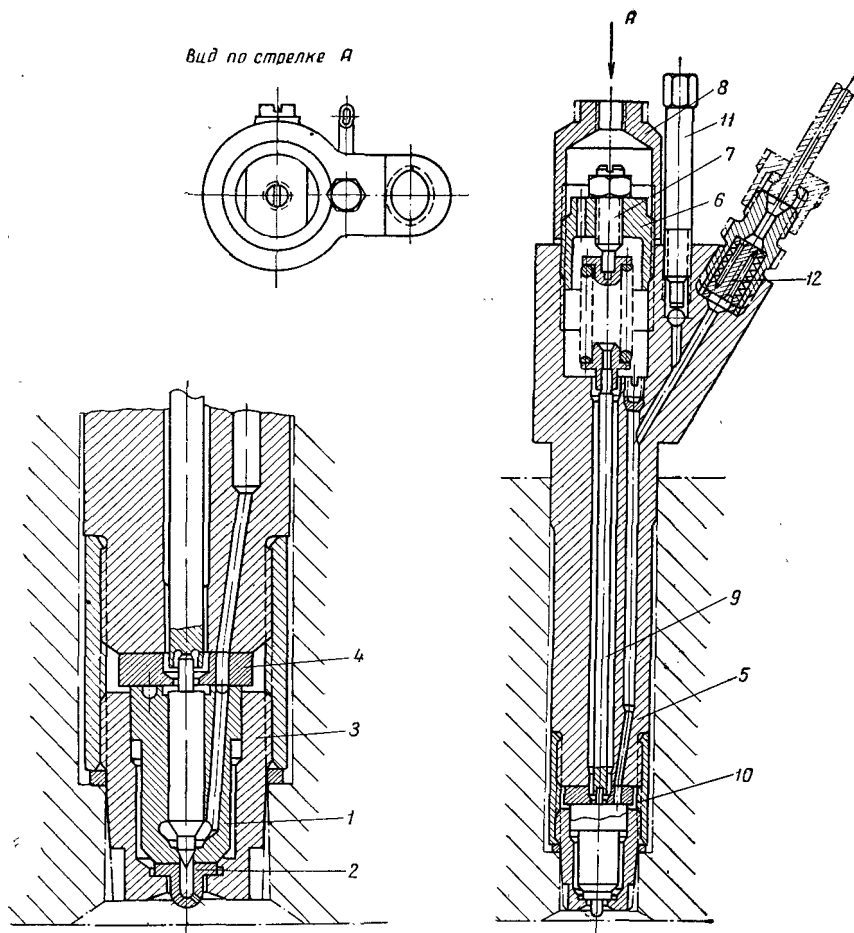


Рис. 25. Форсунка двигателей типа NVD-24:

1 — игла в сборе с направляющей, 2 — распылитель, 3 — наконечник, 4 — ограничитель подъема иглы, 5 — корпус форсунки, 6 — стакан, 7 — регулировочный винт, 8 — колпак, 9 — толкатель, 10 — накидной стакан, 11 — болт вентиляционного клапана, 12 — вставка фильтра тонкой очистки топлива.

Во время работы двигателя топливо от насоса подводится под конусный заплечик иглы форсунки через щелевой фильтр и сверления в корпусе форсунки и направляющей втулке иглы. Когда давление топлива преодолет усилие затяжки пружины 10, игла форсунки поднимется и откроет канал для подвода

топлива к соплу. Как только давление в трубопроводе упадет (после отсечки подачи топлива), игла под действием пружины сядет в гнездо, разобшая полость форсунки от камеры сгорания.

В форсунках двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24* сверлений для отвода топлива, просачившегося по разъемам в верхней и нижней плоскостях направляющей втулки, нет (сверление 6 и штуцер 24 на рис. 23). Кроме того, у форсунок двигателей этих типов в качестве ограничителя подъема иглы служит специальная проставка.

В остальном конструкция форсунок двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24* ясна из рис. 24 и 25.

В настоящее время на лабораторных установках и в судовых условиях обрабатывают и испытывают форсунки с гидрозатвором. При этом преследуется цель — добиться улучшения организации процесса впрыска топлива (а следовательно и рабочего процесса в целом) при одновременном упрощении конструкции и технологии изготовления форсунок, а также повышения надежности работы форсунок при использовании высокосернистого и обводненного топлива.

Улучшение организации процесса впрыска топлива в этом случае предполагается осуществить уменьшением инерционности подвижных частей форсунки посредством замены пружинного механизма запираания иглы гидравлическим.

Работы по теоретическому обоснованию и практическому подтверждению соответствия действительного закона подачи топлива форсунками с гидрозатвором с теоретической закономерностью в настоящее время проводятся в ряде отечественных организаций.

§ 5. РЕГУЛЯТОР ЧИСЛА ОБОРОТОВ

Для поддержания заданного числа оборотов главные двигатели, работающие с непосредственной передачей на винт, снабжены механическим центробежным всережимным регулятором, а вспомогательные двигатели — механическим центробежным однорежимным регулятором. Регуляторы этих двигателей имеют одинаковую конструкцию основных узлов и отличаются между собой лишь механизмом изменения натяга пружин и рычажным механизмом передачи движения к тяге топливных насосов. О различии этих узлов будет сказано ниже.

Регуляторы числа оборотов двигателей типа *NVD* смонтированы в отдельном корпусе, крепятся со стороны маховика и приводятся в действие при помощи червячной передачи от распределительного вала.

На рис. 26 показан регулятор числа оборотов двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*.

В корпусе регулятора на двух шарикоподшипниках 2 и 5 вращается вертикальный вал регулятора. Верхний подшипник опи-

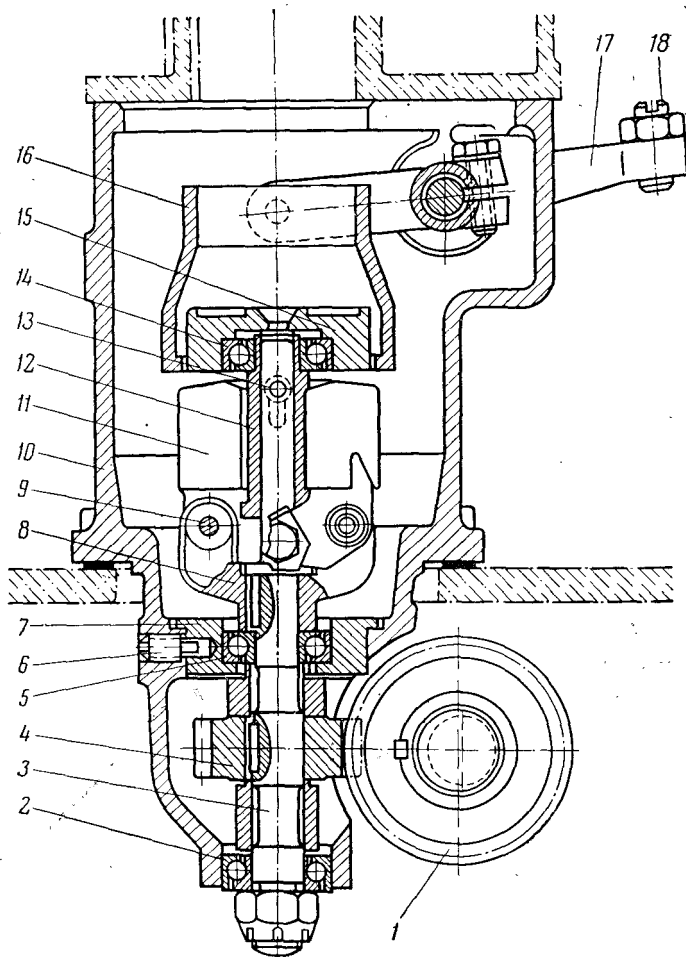


Рис. 26. Регулятор числа оборотов двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — червячная шестерня, 2, 5, 14 — шарикоподшипники, 3 — вертикальный вал регулятора, 4 — винтовая шестерня, 6 — стопорный винт, 7 — втулка, 8 — крестовина, 9 — палец, 10 — корпус регулятора, 11 — грузы, 12 — втулка, 13 — штифт, 15 — муфта, 16 — стакан, 17 — вилокобразный рычаг, 18 — регулировочный винт.

рается на бурт втулки 7 и воспринимает все осевые усилия вертикального вала. Втулка запрессована в корпус и застопорена винтом 6. Между шарикоподшипниками на вал насажена на

шпонке винтовая шестерня, входящая в зацепление с червячной шестерней.

Регулятор приводится в действие от распределительного вала через шестерню, насаженную на скользящей шпонке на его кормовой конец.

На вертикальный вал регулятора насажена на шпонке крестовина 8, на пальцах которой сидят грузы 11. На концы угловых грузов опирается втулка 12, на верхний конец которой насажен радиально-упорный подшипник 14. От проворачивания на

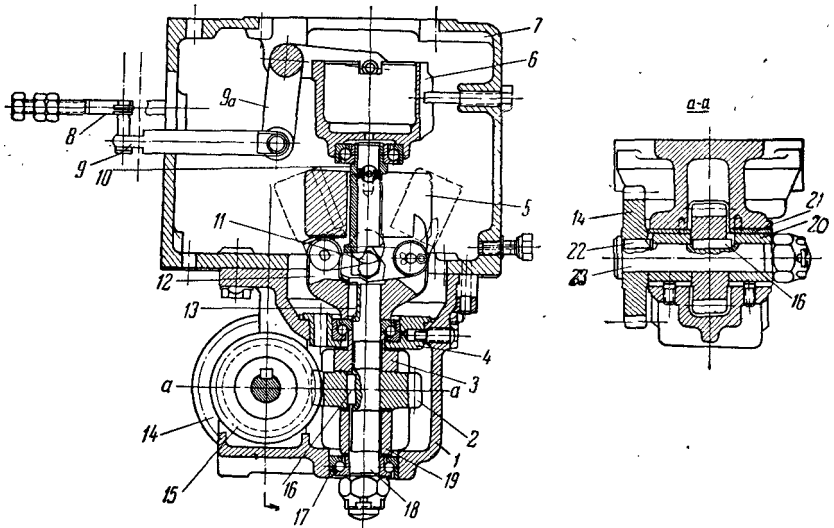


Рис. 27. Регулятор числа оборотов двигателей типа NVD-24:

1, 7 — корпус регулятора, 2 — малая червячная шестерня, 3 — нижняя втулка, 4 — втулка подшипника, 5 — центробежные грузы, 6 — муфта регулятора, 8 — регулировочная тяга, 9 — толкатель, 9а — вилкообразный рычаг, 10 — втулка, 11 — опоры, 12 — шарнир, 13 — шпонка, 14 — червячные шестерни, 15 — зубчатое колесо, 16 — шпонка, 17 — шарикоподшипник, 18 — вал регулятора, 19, 20, 21 — втулки, 22 — шпонка, 23 — ось.

валу втулка удерживается стопорным штифтом 13, входящим в прорези втулки.

Наружная обойма шарикоподшипника 14 запрессована в муфту 15 регулятора, к которой крепится стакан 16. В приливах корпуса регулятора во втулках смонтирован горизонтальный валик, на который насажен на шпонке вилкообразный рычаг 17. На конце этого рычага у двигателей типа NVD-48 и NVD-36 ввернут регулировочный винт с контргайкой.

Рычажный механизм регулятора двигателей типа NVD-24 виден на рис. 27. Здесь вилкообразный рычаг 9а через толкатель 9 соединен с регулировочной тягой 8 топливных насосов. В осталь-

ном конструкция этого регулятора аналогична конструкции рассмотренного выше регулятора.

Пружинные весы регулятора числа оборотов двигателей типа *NVD-36* показаны на рис. 28.

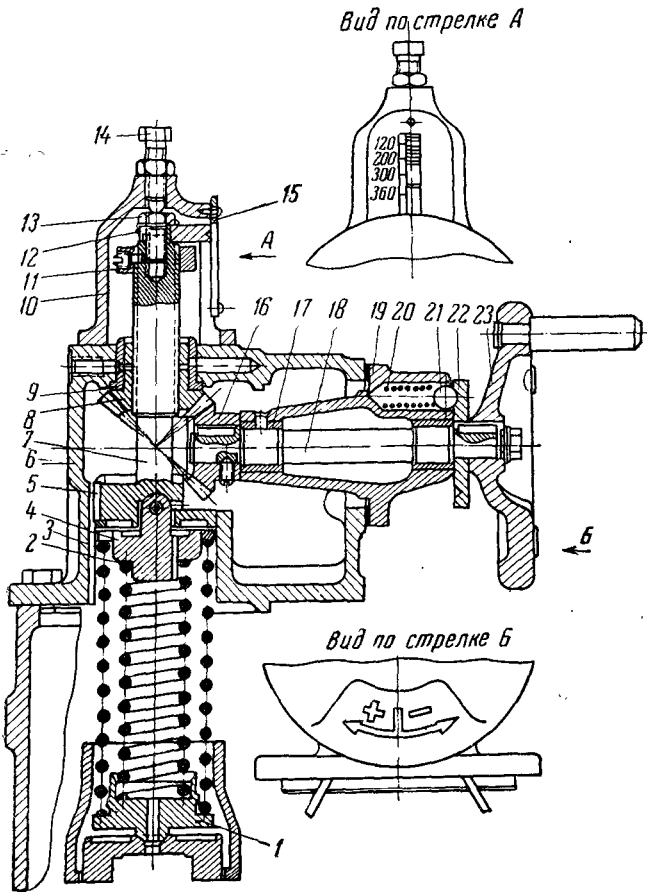


Рис. 28. Пружинные весы регулятора числа оборотов двигателей типа *NVD-36*:

1, 4 — тарелки пружин, 2, 3 — пружины, 5 — шпонка, 6 — корпус пружинных весов, 7 — шток, 8, 16 — конические шестерни, 9 — втулка, 10 — колпак, 11 — гайка, 12 — указатель, 13 — болт, 14 — ограничительный болт, 15 — планка указателя, 17 — втулка, 18 — валик, 19 — кронштейн, 20 — пружина, 21 — шарик фиксатора, 22 — упорная шайба, 23 — маховик.

Корпус пружинных весов устанавливается на верхний фланец корпуса регулятора.

Внутри корпуса вмонтированы пружины 2 и 3, опирающиеся своими концами на тарелки 1 и 4. Нижняя тарелка опирается на

стакан регулятора, а верхняя упирается в шпindel пружинных весов. Верхняя часть шпинделя пружинных весов имеет резьбу, на которую навертывается коническая шестерня 8 (цилиндрическая с червячным зубом у двигателей типа *NVD-48*).

Коническая шестерня 8 находится в зацеплении с конической шестерней 16, насаженной на шпонке на валике 18. На другой конец валика насажен на шпонке маховик, поворачивая который изменяют натяг пружин 2 и 3 и устанавливают новое число оборотов двигателя.

У регуляторов числа оборотов двигателей типа *NVD-48* червячная шестерня находится в зацеплении с червяком (рис. 29),

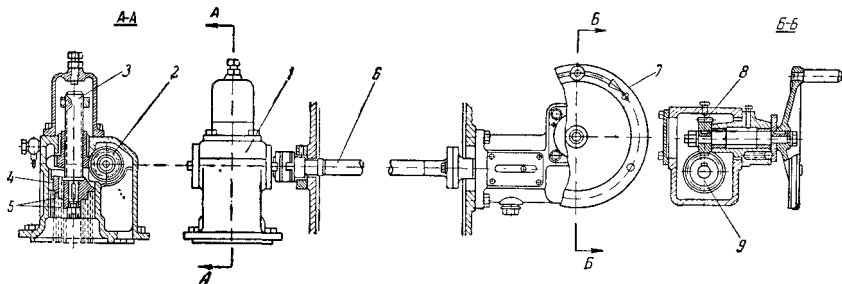


Рис. 29. Привод для изменения числа оборотов двигателей типа *NVD-48*:
1 — пружинные весы регулятора, 2 — червяк, 3 — шток, 4 — верхняя тарелка пружин, 5 — пружины, 6 — валик привода, 7 — маховик, 8, 9 — червячное зацепление.

ось которого с помощью крестовины связана с валиком 6 привода для изменения числа оборотов. Валик привода проходит от регулятора к посту управления в носовой части двигателя, где с помощью червячного зацепления соединен с маховиком, служащим также для изменения числа оборотов двигателя.

Пружинные весы регулятора числа оборотов двигателей типа *NVD-24*, используемых в качестве приводных в агрегатах дизель-генераторов, не имеют подобного описанному выше устройства для изменения числа оборотов. Жесткость пружин подобрана и натяг их отрегулирован так, что обеспечивается постоянство числа оборотов двигателя при различных режимах нагрузки генератора.

Номинальное число оборотов при номинальной нагрузке может быть подрегулировано в небольшом диапазоне специальным винтом, упирающимся в верхнюю тарелку пружинных весов регулятора.

Работа регулятора и пружинных весов заключается в следующем.

Конструкция регуляторов и пружинных весов двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48* позволяет вручную изменять число оборотов. Изменение числа оборотов производится поворотом махови-

ка двигателя. При этом устанавливают натяг пружин, соответствующий заданному числу оборотов (от минимального устойчивого до номинального числа оборотов).

При уменьшении нагрузки регулятора под действием центробежной силы разойдутся и поднимут втулку 12 (см. рис. 26), вместе с которой поднимется муфта 15 и стакан 16.

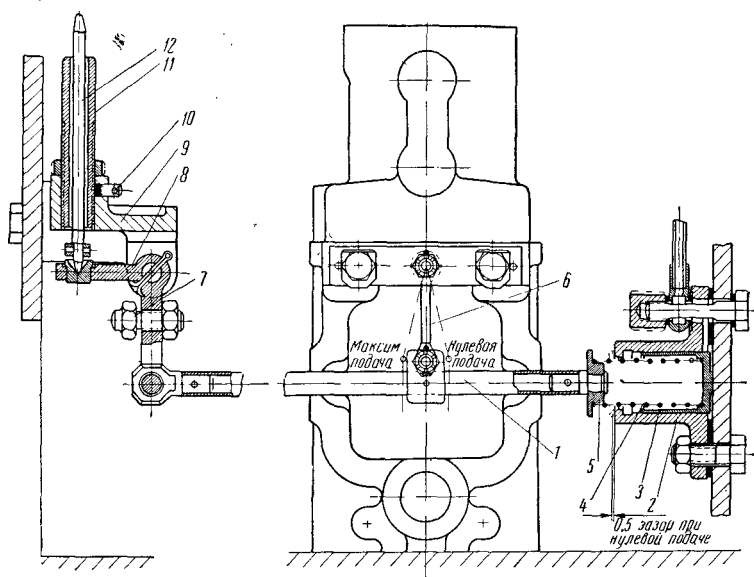


Рис. 30. Привод регулировочной тяги топливных насосов двигателей типа NVD-36:

1 — регулировочная тяга, 2 — воздушный цилиндр, 3 — поршень, 4 — пружина, 5 — тарелка пружины, 6 — подвеска, 7 — регулировочный болт, 8 — угловой рычаг, 9 — кронштейн, 10 — стопорный болт, 11 — втулка, 12 — толкатель.

При этом поворачивается вилкообразный рычаг, который через толкатель 12 (рис. 30) перемещает регулировочную тягу топливных насосов в сторону уменьшения подачи топлива, что приводит к уменьшению числа оборотов.

При увеличении нагрузки перемещение регулировочной тяги топливных насосов производится в обратном направлении.

Таким образом, регулятор устанавливает правильное соотношение между подачей топлива и изменяемой нагрузкой, поддерживая заданное число оборотов постоянным с точностью $\pm 2\%$ от номинального числа оборотов.

§ 6. ПУСКОВАЯ СИСТЕМА

Пуск двигателей осуществляется только сжатым воздухом. Схемы пусковых систем для каждого из рассматриваемых типов двигателей различны.

ПУСКОВАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48*

Пусковая система двигателей типа *NVD-48* (рис. 31) состоит из баллонов сжатого (пускового) воздуха, трубопроводов, главного пускового клапана, пусковых клапанов, пускового зо-

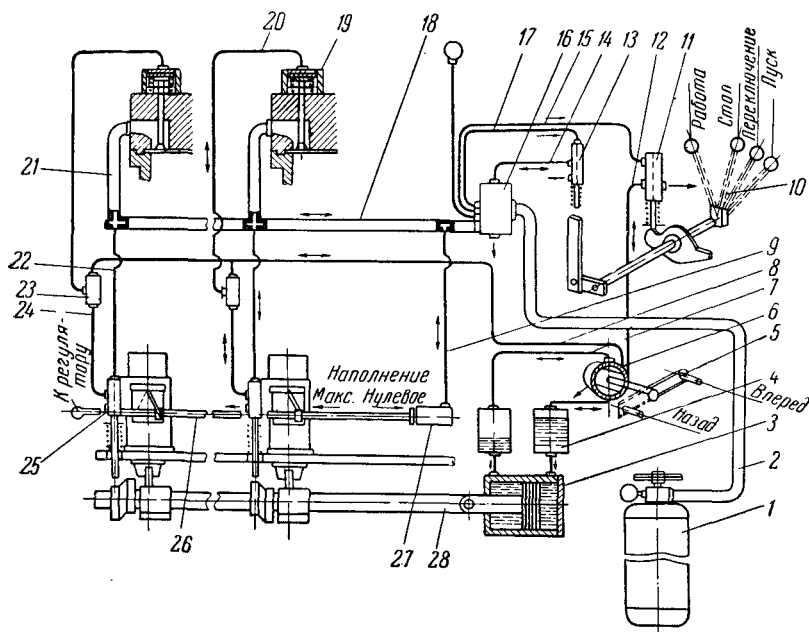


Рис. 31. Схема пусковой системы двигателей типа *NVD-48*:

1 — баллон пускового воздуха, 2, 7, 8, 9, 12, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 24 — трубопроводы, 3 — цилиндр сервомотора, 4 — масляный амортизатор сервомотора, 5 — рукоятка реверса, 6 — распределительная головка, 10 — пусковая рукоятка, 11 — клапан переключения, 13 — пусковой золотник, 16 — главный пусковой клапан, 18 — распределительный воздушный коллектор, 19 — пусковой клапан, 23 — золотник переключения, 25 — распределительный золотник, 26 — регулировочная тяга топливных насосов, 27 — воздушный цилиндр регулировочной тяги, 28 — распределительный вал.

лотника, распределительных золотников, поста управления. Пополнение воздухохранителей сжатым воздухом производится компрессором.

Из пусковых баллонов по трубе 2 воздух поступает в промежуточную полость главного пускового клапана 16, откуда по трубе 15 — в клапан переключения 11 и при нахождении пуско-

вой рукоятки в положении «стоп» или «работа» удерживает клапан переключения закрытым.

При нахождении пусковой рукоятки в положении «переключение» клапан переключения открывается и воздух по трубе 12 поступает к распределительной головке 6. При переключении рукоятки реверса в положение «вперед» или «назад» воздух из распределительной головки по трубам 7 поступает в верхнюю полость масляного амортизатора 4 сервомотора, выжимает масло в ту или иную полость цилиндра сервомотора в зависимости от положения рукоятки реверса.

В результате этого поршень сервомотора, передвигаясь, перемещает связанный с ним распределительный вал 28 в положение, соответствующее переднему или заднему ходу двигателя. При установке рукоятки реверса в среднее положение воздух из клапана переключения по трубопроводам 12 и 8 поступит к золотникам переключения 23 и, передвинув золотники в нижнее положение, по трубопроводам 20 подойдет к нажимным поршням всех пусковых клапанов и откроет их. Вследствие этого через пусковые клапаны, распределительный воздушный коллектор 18 и главный пусковой клапан будет обеспечен выход в атмосферу сжатого воздуха, оставшегося в цилиндрах от предыдущей работы, и облегчится пуск двигателя.

Из той же промежуточной полости главного пускового клапана по трубопроводу 17 воздух поступает к пусковому золотнику 13. Если пусковая рукоятка находится в положении «стоп», «работа» или «переключение», воздух от пускового золотника по трубопроводу 14 поступает в верхнюю полость главного пускового клапана и удерживает его закрытым.

При переводе пусковой рукоятки в положение «пуск» пусковой золотник выпускает в атмосферу воздух, находящийся над клапаном 9 (см. рис. 34) главного пускового клапана.

Вследствие этого воздух, подведенный из пускового баллона по трубопроводу 2 (см. рис. 31) к главному пусковому клапану, преодолев сопротивление пружины 8 (см. рис. 34), приподнимает клапан 9 и поступает в коллектор 18 (см. рис. 31), откуда по трубам 21 подходит к пусковым клапанам, а по трубам 22 — к распределительным золотникам 25. Распределительные золотники под давлением воздуха опустятся до соприкосновения с кулачными шайбами и, если цилиндр находится в положении пуска, воздух поступит к золотнику переключения и переставит последний в верхнее положение. Далее воздух по трубе 20 поступает к нажимному поршню пускового клапана и открывает его. Пусковой воздух из коллектора по трубам 21 в соответствии с порядком работы поступает в цилиндр и проворачивает коленчатый вал двигателя.

Одновременно из коллектора по трубе 9 воздух поступает к воздушному цилиндру 27 регулировочной тяги топливных на-

сосов и при переводе пусковой рукоятки в положение «работа» переставляет тягу в положение, соответствующее максимальной подаче топлива.

ПУСКОВАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-36*

Пусковая система двигателей типа *NVD-36* (рис. 32) состоит из баллонов сжатого воздуха, трубопроводов, главного пускового клапана, пусковых клапанов, пускового золотника, разобщи-

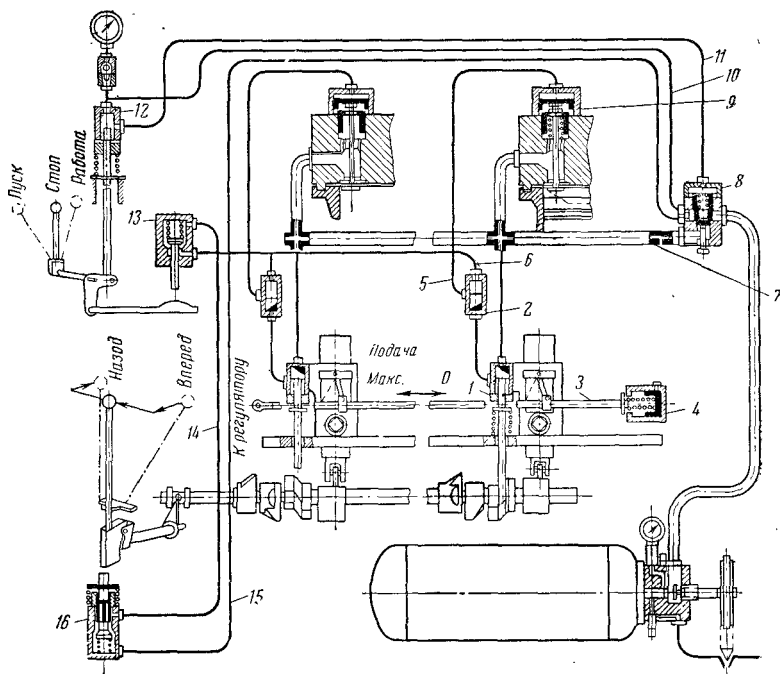


Рис. 32. Схема пусковой системы двигателей типа *NVD-36*:

1 — распределительный золотник, 2 — золотник переключения, 3 — тяга топливных насосов, 4 — воздушный цилиндр тяги топливных насосов, 5, 6, 10, 11, 14, 15 — трубопроводы, 7 — воздушный распределительный коллектор, 8 — главный пусковой клапан, 9 — пусковой клапан, 12 — пусковой золотник, 13 — разобщительный клапан, 16 — клапан переключения.

тельного клапана, клапана переключения, распределительных золотников, золотников переключения и поста управления.

Воздух из пусковых баллонов поступает в промежуточную полость главного пускового клапана 8 и далее по трубопроводам к пусковому золотнику 12 (называемому также золотником управления) и клапану переключения 16.

Если пусковая рукоятка находится в положении «стоп» или «работа», воздух из пускового золотника по трубе 11 поступает в верхнюю полость главного пускового клапана и удерживает его в закрытом положении.

Если реверсивная рукоятка находится в среднем положении, то воздух из клапана переключения по трубопроводу 14 поступает к разобщительному клапану. При нахождении пусковой рукоятки в положении «стоп» разобщительный клапан 13 открывается и воздух поступает по трубопроводу 6 к золотникам переключения 2. Переставив золотники переключения в крайнее нижнее положение, воздух по трубопроводу 5 поступает к нажимным поршням пусковых клапанов и открывает их.

Сжатый воздух, оставшийся в цилиндрах от предыдущей работы, через открытые пусковые клапаны, распределительный коллектор 7 и золотник главного пускового клапана выходит в атмосферу. Благодаря этому облегчается пуск двигателя.

Указанным декомпрессионным устройством пользуются и при ручном проворачивании двигателя.

При переводе рукоятки реверса в одно из крайних положений клапан переключения преграждает доступ воздуха к разобщительному клапану.

При переводе пусковой рукоятки в положение «пуск» пусковой золотник закроет доступ воздуха в верхнюю полость главного пускового клапана и выпустит оставшийся там воздух в атмосферу. В результате этого главный пусковой клапан открывается и воздух поступает в коллектор, откуда по трубам — к пусковым клапанам и к распределительным золотникам 1. Последнее под давлением воздуха опускается до соприкосновения с кулачными шайбами и, если цилиндр находится в положении пуска, воздух поступит к золотнику переключения, переставит его в крайнее верхнее положение и далее по трубопроводу 5 поступит к нажимному поршню пускового клапана и откроет его.

Воздух из коллектора через открытые пусковые клапаны поступает в цилиндры и проворачивает коленчатый вал двигателя.

Из этого же коллектора по трубе через ниппельное соединение воздух поступает к воздушному цилиндру 4 тяги топливных насосов, переставляя ее в положение, соответствующее максимальной подаче топлива при пуске двигателя.

ПУСКОВАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

Пусковая система двигателей типа *NVD-24* (рис. 33) включает в себя баллон сжатого воздуха, главный пусковой клапан, пусковой клапан (декомпрессионный), распределительный золотник. Для заполнения пускового баллона отработавшими газами предусмотрена на одной из крышек установка газоотборного клапана.

Из пускового баллона воздух через запорный клапан и трубопровод 3 поступает в промежуточную полость главного пускового клапана 4, смонтированного в коробке пускового устройства двигателя.

Из главного пускового клапана воздух поступает в воздушный распределительный коллектор, а из него расходится к распределительным золотникам цилиндров.

Из распределительных золотников в соответствии с порядком работы цилиндров воздух по трубопроводам 7 подводится

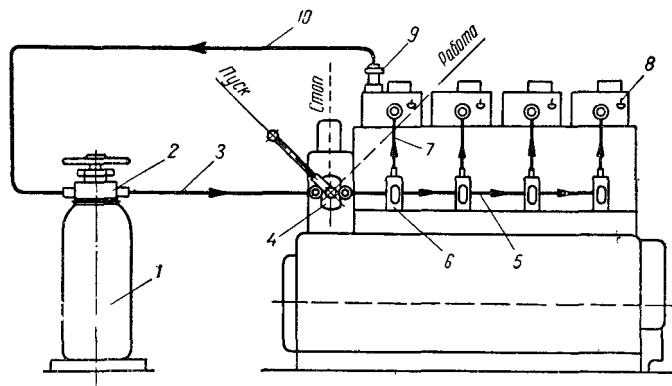


Рис. 33. Схема пусковой системы двигателей типа *NVD-24*:
 1 — баллон пускового воздуха, 2 — запорный клапан пускового баллона, 3, 7 — трубопроводы, 4 — главный пусковой клапан, 5 — воздушный распределительный коллектор, 6 — распределительные золотники, 8 — пусковые клапаны, 9 — газоотборный клапан, 10 — трубопровод отбора газа.

к крышкам цилиндров, во внутренних полостях которых предусмотрены каналы, соединяющие трубопроводы 7 с пусковыми клапанами. Далее, пройдя через пусковые клапаны, воздух поступает в цилиндры двигателя и проворачивает коленчатый вал.

ГЛАВНЫЙ ПУСКОВОЙ КЛАПАН ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36*

На подводящем трубопроводе установлен главный пусковой клапан (рис. 34), при помощи которого осуществляется подвод воздуха к распределительному воздушному коллектору и сброс давления в коллекторе после пуска двигателя. Клапан состоит из стального корпуса и крышки. Разъем между крышкой и корпусом уплотняется отожженной красномедной прокладкой. В корпусе запрессованы седло 3 клапана и направляющая втулка 5, которая стопорится винтом. В направляющей втулке движется клапан 9, нагруженный пружиной. В нижний конец клапана ввернута обойма; в выточку последней сбоку вводится го-

ловка золотника 15. Снизу в корпус ввернут штуцер 13, который контрится стопорной гайкой. В направляющей части штуцера движется золотник. При открытии клапана он входит в направляющую часть штуцера и верхней кромкой разобшачает полость б с атмосферой.

В корпус ввернуты подводящий и отводящий штуцера, сообщающие главный пусковой клапан с трубопроводом пускового

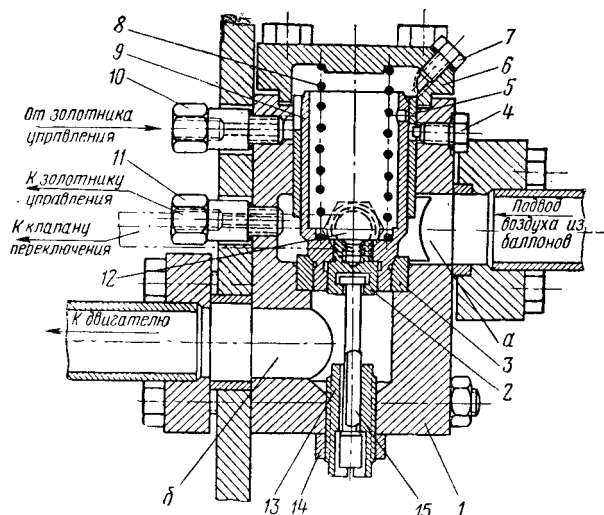


Рис. 34. Главный пусковой клапан двигателей типа NVD-48 и NVD-36:

1 — корпус клапана, 2 — обойма, 3 — седло клапана, 4 — стопорный винт, 5 — направляющая втулка, 6 — крышка, 7 — пробка, 8 — пружина, 9 — клапан, 10 — подводящий штуцер, 11 — отводящий штуцер, 12 — ниппель, 13 — штуцер, 14 — стопорная гайка, 15 — золотник.

золотника, и ниппель 12 для подвода воздуха к клапану переключения.

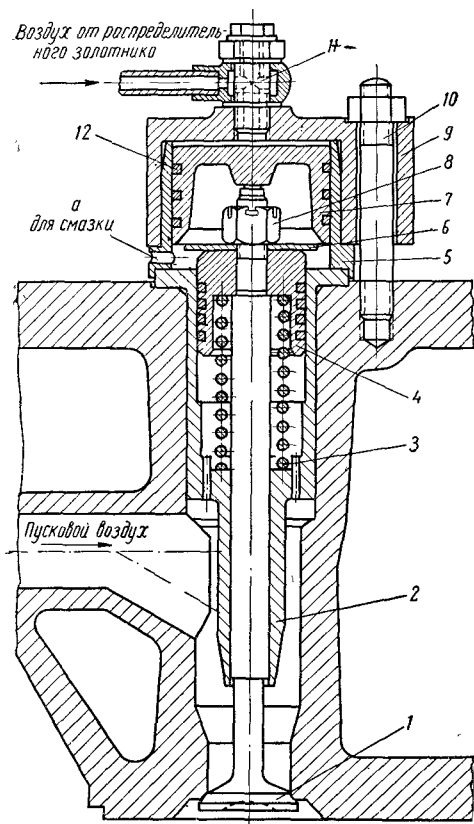
В крышке имеется отверстие для смазки, закрывающееся пробкой.

Воздух из пусковых баллонов по трубопроводу поступает в полость а, откуда через отводящий штуцер проходит к пусковому золотнику и через ниппель 12 — к клапану переключения.

При нахождении пусковой рукоятки в положении «стоп» воздух из золотника управления через подводящий штуцер поступает в полость над клапаном.

Вследствие разности площадей и действия пружины давление на клапан сверху будет больше, чем в полости а, и клапан останется закрытым.

При переводе пусковой рукоятки в положение «пуск» пусковой золотник закрывает доступ воздуха в верхнюю часть главного пускового клапана и сообщит трубопровод с атмосферой, вследствие чего давление над клапаном упадет. Давление воздуха на нижний борт клапана преодолет давление пружины и клапан



поднимется, открыв доступ воздуха через коллектор к пусковым клапанам.

При подъеме клапана золотник войдет в направляющую часть штуцера и закроет выход воздуха из полости б в атмосферу.

При переводе пусковой рукоятки в положение «стоп» и «работа» пусковой золотник откроет доступ воздуха в полость над клапаном и клапан закроется. Одновременно с этим золотник сообщает полость б с атмосферой и выпускает воздух из коллектора.

Двигатели типа NVD-24 в качестве разобшительного устройства системы пускового воздуха имеют смонтированный в пост управления конусный кран (см. рис. 43).

ПУСКОВОЙ КЛАПАН ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА NVD-48 и NVD-36

Рис. 35. Пусковой клапан двигателей типа NVD-48 и NVD-36:

- 1 — клапан, 2 — направляющая втулка, 3 — спиральная пружина, 4 — поршень, 5 — стакан, 6 — ограничительная шайба, 7 — ижимной поршень, 8 — гайка, 9 — крышка клапана, 10 — шпилька, 11 — ниппель воздухопровода, 12 — уплотнительное кольцо.

Пусковой клапан показан на рис. 35.

В направляющей втулке 2, запрессованной в крышку цилиндра, движется клапан, опирающийся тарелкой в расточенное в крышке гнездо.

На верхний конец штока насажен поршень 4, снабженный четырьмя уплотнительными кольцами и закрепленный на штоке гайкой. Между гайкой и поршнем установлена ограничительная

шайба. Спиральная пружина, опирающаяся на заплечики направляющей втулки и поршня, прижимает клапан к гнезду.

На направляющую втулку опирается стакан 5, запрессованный в крышку клапана.

В стакане движется нажимной поршень 7, снабженный тремя уплотнительными кольцами. Поршень имеет внутри на донышке прилив, которым упирается в конец штока клапана. Крышка клапана крепится к крышке цилиндра шпильками и сверху имеет отверстие для присоединения ниппеля воздухопровода. Отверстие *a* предназначено для выхода просачившегося воздуха и для смазки клапана.

Под давлением воздуха, поступающего из распределительного золотника, пусковой клапан, преодолев сопротивление пружины и давление воздуха на поршень снизу, опустится и откроет доступ пускового воздуха в цилиндр. Высота подъема правильно собранного клапана 8 мм.

ПУСКОВОЙ (ДЕКОМПРЕССИОННЫЙ) КЛАПАН ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

Пусковой (декомпрессионный) клапан двигателей типа *NVD-24* (см. рис. 6, дет. 7) состоит из корпуса, шпинделя с тарелкой, пружины, направляющей и рычага.

Во время пуска двигателя пусковой воздух из распределительного золотника в очередности работы цилиндров подходит к клапану, преодолевая усилие пружины, открывает клапан и входит в цилиндр. После вспышки клапан закроется давлением газов в цилиндре. При верхнем положении рычага клапан отжимается вниз, благодаря чему достигается декомпрессия двигателя, необходимая при проворачивании коленчатого вала вручную.

ПУСКОВОЙ ЗОЛОТНИК ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36*

Пусковой золотник (рис. 36) установлен у поста управления и служит для управления открытием и закрытием главного пускового клапана.

В корпусе движется золотник 3, имеющий конусный заплечик, которым садится в гнездо корпуса и закрывает доступ воздуха к атмосферным отверстиям *a*.

На штоке золотника насажена нагруженная пружиной тарелка, прижимающая золотник к гнезду. На верхнюю часть корпуса золотника навернут переходный штуцер 5, в который ввернут штуцер 8. К штуцеру 8 крепится ниппель для подвода воздуха и ниппель трубопровода к манометру. В канале штуцера 8 установлен шариковый клапан, предохраняющий пружины маномет-

ра от повреждения при резких толчках сжатого воздуха при открытии баллонов.

При переводе пусковой рукоятки в положение «пуск» тяга, соединенная с фасонной шайбой, поднимает золотник, который верхней кромкой перекрывает доступ воздуха в полость б. При дальнейшем подъеме золотник своей нижней кромкой выточки сообщает полости б и в с атмосферными отверстиями а, выпускает воздух из трубопровода и из верхней полости главного пускового клапана. Вследствие падения давления главный пусковой клапан открывается и открывает доступ воздуха в коллектор пускового воздуха.

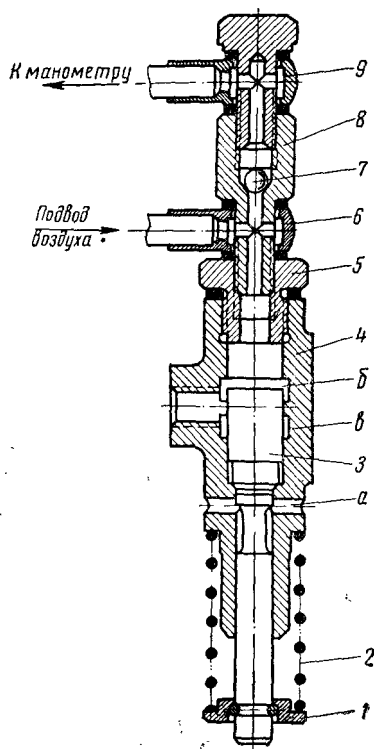


Рис. 36. Пусковой золотник двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — тарелка пружины, 2 — пружина, 3 — золотник, 4 — корпус золотника, 5, 8 — штуцера, 6 — ниппель для подвода воздуха, 7 — шариковый клапан, 9 — ниппель трубопровода к манометру.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВОЗДУШНЫЙ ЗОЛОТНИК ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36*

Распределительный воздушный золотник (рис. 37) прикреплен к корпусу каждого топливного насоса и служит для управления открытием и закрытием пусковых клапанов.

В корпусе движется золотник б, опирающийся на регулировочную тягу 5, которая своим нижним концом ввернута в толкатель и застопорена контргайкой. Пружина, удерживает толкатель в верхнем положении, когда двигатель запущен и воздух перекрыт.

При пуске двигателя воздух из распределительного коллектора через верхний ниппель посту-

пает в полость над золотником и, преодолев усилие пружины, перемещает золотник вниз, прижав толкатель к кулачной шайбе. Если данный цилиндр находится в пусковом положении, золотник продолжает двигаться вниз до соприкосновения со срезанной частью пусковой кулачной шайбы. При этом золотник своей нижней кромкой разобщает полость б, а следовательно, и про-

странство над нажимным поршнем пускового клапана от атмосферных отверстий *в*.

При дальнейшем движении вниз верхняя кромка золотника сообщает полость *а* с трубопроводом распределительного коллектора. Благодаря этому воздух из коллектора проходит в полость нажимного поршня пускового клапана и открывает кла-

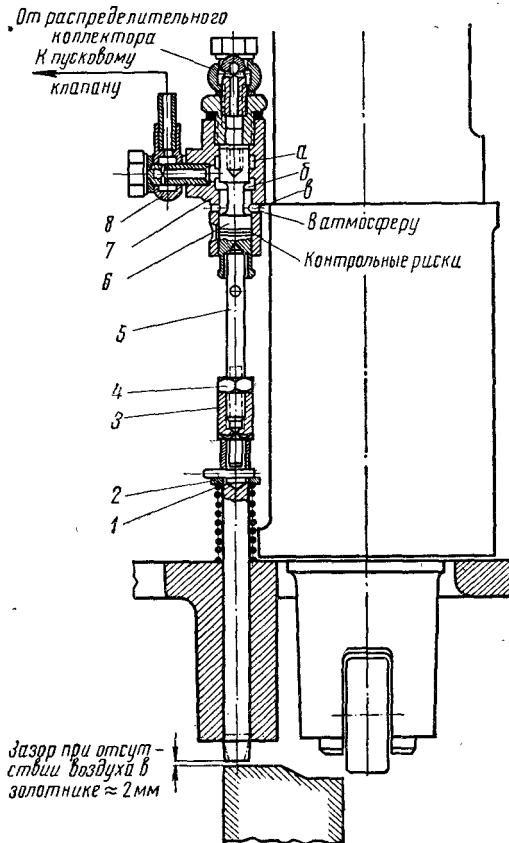


Рис. 37. Распределительный воздушный золотник двигателей типа NVD-48 и NVD-36:

1 — пружина, 2 — упорная шайба, 3 — толкатель, 4 — конtringайка, 5 — регулировочная тяга, 6 — золотник, 7 — корпус золотника, 8 — ниппель.

пан. При проворачивании вала двигателя цилиндрическая часть кулачной шайбы поднимает золотник, вследствие чего верхняя кромка золотника прекращает доступ воздуха из распределительного коллектора к нажимному поршню пускового клапана.

При дальнейшем движении золотника вверх нижняя кромка золотника сообщает полость над нажимным поршнем с атмосферным отверстием *в* и пусковой клапан закрывается. Высота подъема распределительного золотника составляет 7 мм.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВОЗДУШНЫЙ ЗОЛОТНИК ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

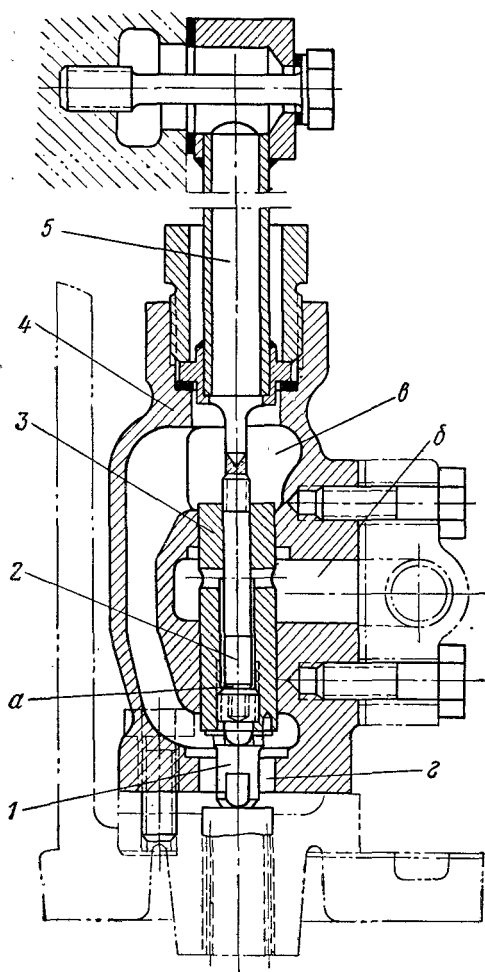


Рис. 38. Распределительный воздушный золотник двигателей типа *NVD-24*:

1 — золотник, 2 — шток поршня, 3 — поршень, 4 — корпус, 5 — воздушная трубка.

открывая пусковые клапаны, поступает в цилиндры двигателя и проворачивает вал последнего.

Воздух из воздушной трубки и полости *в* выпускается, когда поршень 3 золотника находится в верхней части. При этом будет прекращен перепуск воздуха из полости *б* в полость *в* и открыто окно *г*, сообщающее полость *в* и воздушную трубку с атмосферой.

Воздушные распределительные золотники двигателей типа *NVD-24* (рис. 38) установлены на полке блока цилиндров и состоят из чугунного корпуса, имеющего каналы для прохода воздуха во внутреннюю полость золотника, бронзового поршня, сидящего на стальном штоке 2.

При нахождении пусковой рукоятки в положении «пуск» пусковой воздух по зазору между штоком поршня и поршнем поступает в пространство *а* между золотником и штоком поршня и перемещает золотник с толкателем вниз до соприкосновения последнего с пусковой кулачной шайбой распределительного вала, а шток прижимает к ниппелю воздушной трубки 5. Если данный цилиндр находится в пусковом положении, то поршень золотника, опускаясь, открывает доступ воздуха из полости *б* в полость *в* и далее по воздушной трубке к каналу в крышке цилиндра и пусковому клапану. В соответствии с порядком работы воздух,

ЗОЛОТНИК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36*

Золотники переключения (рис. 39) установлены по одному на каждый цилиндр и обеспечивают снятие компрессии цилиндров перед пуском и подачу воздуха к пусковым клапанам от распределительных золотников в период пуска.

Золотник переключения состоит из корпуса, золотника 2, имеющего на концах по три взаимно перпендикулярных сверления, а также штуцера и ниппеля.

Золотник притирается к корпусу и является свободноплавающим.

При установке реверсивной и пусковой рукояток в соответствующие положения (см. описание пусковых систем двигателей

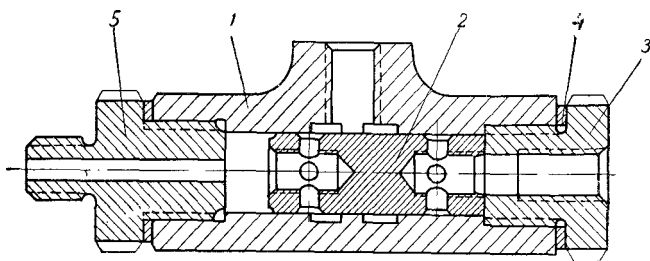


Рис. 39. Золотник переключения двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — корпус золотника, 2 — золотник, 3 — штуцер, 4 — прокладка, 5 — ниппель.

NVD-48 и *NVD-36*) золотник перемещается либо в крайнее нижнее положение, при котором снимается компрессия в цилиндрах перед пуском или при ручном проворачивании, либо в крайнее верхнее положение, при котором проворачивается вал двигателя пусковым воздухом.

ГАЗООТБОРНЫЙ КЛАПАН ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

При отсутствии сжатого воздуха в пусковом баллоне последний может быть наполнен отработавшими газами, отбираемыми у одного из цилиндров с помощью газоотборного клапана (рис. 40).

Для включения газоотборного клапана необходимо повернуть головку клапана *б* настолько, чтобы конус клапана поднялся и соединил полость цилиндра с нагнетательным клапаном, установленным на крышке цилиндра двигателя.

Нагнетательный клапан состоит из установочной гайки *8*, сидящей на резьбе в гнезде корпуса перепускной коробки, винта *9* клапана, ввернутого во внутреннюю резьбу установочной гайки;

контргайки и стального шарика, который предотвращает возможность перетекания газа из баллона в полость цилиндра, когда в нем понизится давление. Отрабатывшие газы из цилиндра через внутреннее сверление винта клапана и далее по специальному трубопроводу поступают в чусковой баллон.

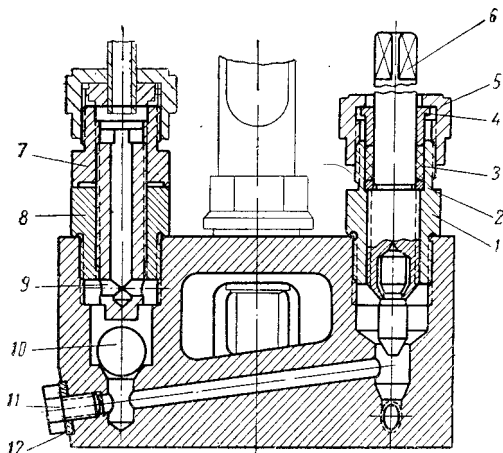


Рис. 40. Газоотборный клапан двигателей типа *NVD-24*:

1 — штуцер, 2 — кольцо, 3 — уплотнительная набивка, 4 — втулка сальника, 5 — накладная гайка, 6 — клапан, 7 — контргайка, 8 — установочная гайка, 9 — винт клапана, 10 — стальной шарик, 11 — болт, 12 — прокладка.

ПОСТ УПРАВЛЕНИЯ

Посты управления двигателей типа *NVD* существенно различаются между собой, поэтому ниже приводится краткое описание каждого из них.

Пост управления двигателей типа *NVD-48* (рис. 41) расположен в носовой части двигателя со стороны всасывающего коллектора.

В приливах корпуса и крышки поста управления лежит реверсивный валик с закрепленной на нем

при помощи бугеля и шпонки рукояткой реверса 22.

На реверсивный валик насажены и приварены блокировочная шайба 15 и эксцентрик 9.

Второй конец реверсивного валика на торце имеет выступ, который входит в прорезь на торце распределительного поршня головки реверсирования.

Под углом 90° к реверсивному валику расположен валик управления 13, закрепленный в приливах корпуса поста управления. На валик управления на шпонке насажен рычаг управления 23, дополнительное крепление которого осуществляется посредством хомутика, стягиваемого болтом.

На валике управления также насажены на шпонке фигурная шайба 11, блокировочные шайбы 12 и лекальная шайба управления топливными насосами 19.

Параллельно реверсивному валику расположена промежуточная ось 8, которая служит базой для крепления двуплечего блокирующего рычага 6 и уравнивающих рычагов — тяги 1 сервомотора, шарнирно связанной с рычажным бугелем, насаженным на эксцентрик реверсивного валика, и тяги 4, предна-

значенной для ограничения перемещения блокировочной шайбы 12.

Тяга сервомотора связана также шарнирно с валиком ручного управления реверсом.

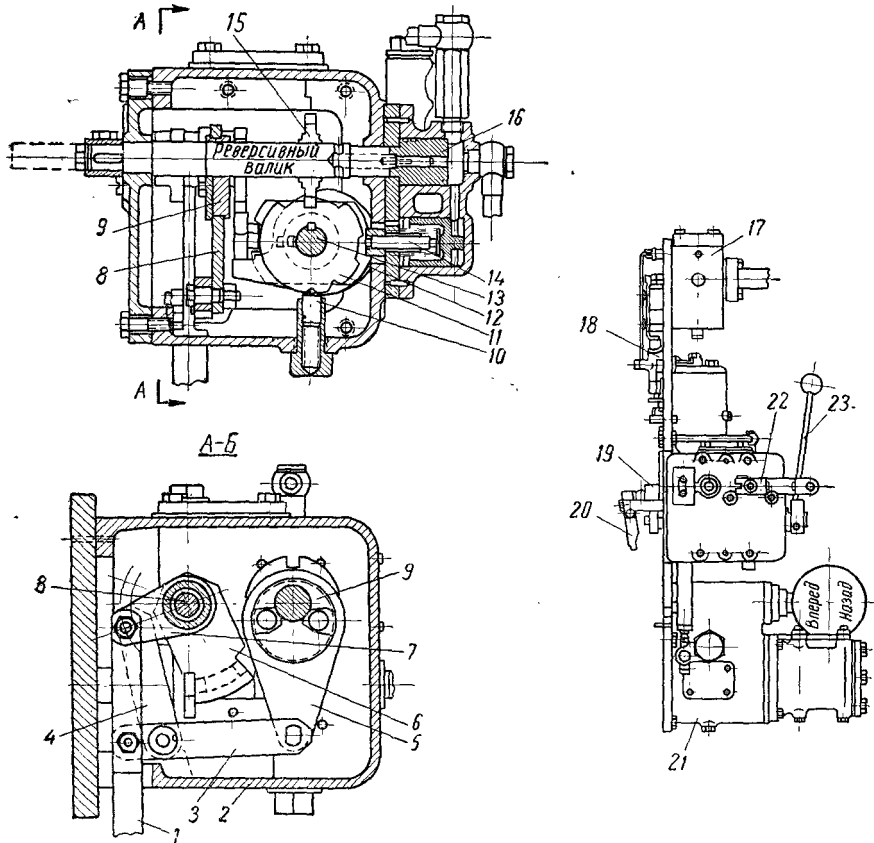


Рис. 41. Пост управления двигателями типа NVD-48:

1 — тяга сервомотора, 2 — корпус, 3 — серьга, 4 — тяга сервомотора, 5 — рычажный бугель, 6 — двуупкий блокирующий рычаг, 7 — рычаг сервомотора, 8 — промежуточная ось, 9 — эксцентрик, 10 — фиксатор, 11 — фигурная шайба, 12 — блокировочная шайба, 13 — валик управления, 14 — блокировочный стержень, 15 — блокировочная шайба, 16 — распределительный поршень, 17 — главный пусковой клапан, 18 — пусковой золотник, 19 — декартовая шайба управления топливными насосами, 20 — рычаг управления топливоподачей, 21 — сервомотор реверса, 22 — рукоятка реверса, 23 — рычаг управления.

Непосредственно к корпусу поста управления крепится головка реверсирования, с помощью которой в зависимости от положения рукоятки реверсивного валика направляется сжатый воздух в ту или другую полость цилиндра сервомотора, благодаря чему производится осевое перемещение распределительного вала на передний или задний ход.

В районе поста управления располагаются связанные с ним механизмы: главный пусковой клапан 17, пусковой золотник 18, разобщительный клапан, рычаг управления топливоподачей, сервомотор реверса 21, а также необходимые для наблюдения за двигателем во время работы контрольно-измерительные приборы (тахометр, манометр и др.).

При реверсировании распределительный вал двигателя с помощью реверсивной машинки сжатым воздухом передвигается в требуемое положение, соответствующее выбранному направлению вращения вала двигателя.

В среднем положении рукоятка реверса 22 заблокирована шайбой 15, входящей в соответствующий вырез фигурной шайбы 11 валика управления 13.

Фигурная шайба допускает перестановку рукоятки реверса только в случае нахождения рычага управления 23 в положении «стоп». Кроме того, разобщительный клапан в этом положении закрыт и заблокирован.

При переводе рукоятки реверса в положение «вперед» или «назад» происходит поворот распределительного поршня 16, который направляет сжатый воздух в соответствующую полость сервомотора реверса, осуществляющего продольное перемещение распределительного вала. Одновременно эксцентрик 9 перемещает рычажный бугель в вертикальном направлении; в том же направлении переместится и тяга 4, так как серьга 3 имеет в данном случае неподвижную точку опоры в болтовом соединении с тягой сервомотора 1. Двуплечий блокирующий рычаг 6 вместе с промежуточной осью 8 повернется вокруг оси в промежуточное положение и осуществит блокировку шайбами 12 рычага управления. Когда реверсивная машинка осуществит перестановку распределительного вала в нужное положение, тяга сервомотора соответственно переместится в вертикальном направлении, воздействуя через серьгу 3 и тягу 4 сервомотора на двуплечий блокирующий рычаг, выведет его из упора в блокировочные шайбы 12. Благодаря этому станет возможным перемещение валика управления 13 в направлении пускового процесса.

При переводе рычага управления в положение «пуск» блокировочная шайба 12 откроет разобщительный клапан, система тяг поднимет плунжер пускового золотника 18, который выпустит воздух из полости над поршнем главного пускового клапана 17, вследствие чего последний откроется и пропустит воздух в коллектор и распределительные золотники.

Распределительные золотники, войдя в соприкосновение с кулачковыми шайбами распределительного вала, откроют пусковые клапаны, и двигатель начнет работать на воздухе. В этот период выступ лекальной шайбы 19 продолжает держать топливные насосы выключенными.

При переводе рычага управления в положение «работа» разобщительный клапан закрывается, плунжер пускового золотника опустится, вследствие чего воздух поступит в полость над поршнем главного пускового клапана. Клапан закроется и прекратит поступление воздуха к двигателю. Блокировочный стержень 14 выйдет из зацепления с фигурной шайбой 11 и позволит перевести рукоятку управления до упора, это положение валика управления 13 будет удерживаться фиксатором 10. При этом выступ лекальной шайбы выходит из-под регулировочного винта рычага топливных насосов и тяга под действием пружины и оставшегося в трубопроводе воздуха переместится в корму, включит топливные насосы и двигатель начнет работать на топливе.

При выходе из строя сервомотора реверса распределительный вал при реверсировании можно также передвигать вручную при помощи съемного рычага, надеваемого на шестигранную головку вала управления сервомотора.

Чтобы облегчить передвижение вручную распределительного валика, следует при переходе на ручное управление реверсом выпустить из цилиндра реверсивной машинки масло, служащее тормозной жидкостью.

Пост управления двигателями типа *NVD-36* (рис. 42) расположен в кормовой части двигателя со стороны всасывающего коллектора.

Рукоятка реверса 15 крепится к рычагу, который шарнирно соединен с колодкой 12 и поддерживается в вертикальном положении пружиной. В рычаг ввернут фиксатор, фиксирующий положение рукоятки. Колодка 12 насажена на вал рукоятки реверса на шпонке и крепится гайкой. Вал рукоятки реверса лежит в приливе крышки коробки передач и кронштейна 9. На другой конец вала насажены на шпонках рычаги, удерживаемые от осевого перемещения стопорным винтом. Ввернутые в концы рычагов пальцы удерживают сухарь, входящий в выточку муфты распределительного вала.

На вал рукоятки реверса на шпонке насажен сегмент 14 с выступом, блокирующий реверсивную и пусковую рукоятки.

Под рычагом рукоятки реверса расположен клапан переключения 19, перепускающий воздух в разобщительный клапан. Пусковая рукоятка 2 насажена на шпонке на вал, который лежит в гнездах стенок коробки передач.

На другой конец вала рукоятки пуска насажена на шпонке фасонная шайба 7, имеющая по окружности выступ, который при нахождении рукоятки пуска в положениях «пуск» и «стоп» нажимает на регулировочный винт рычага тяги топливных насосов и выключает их. Положение рукоятки пуска фиксируется фиксатором фасонной шайбы. Последняя через угловой рычаг и тягу при пуске двигателя поднимает пусковой золотник 3.

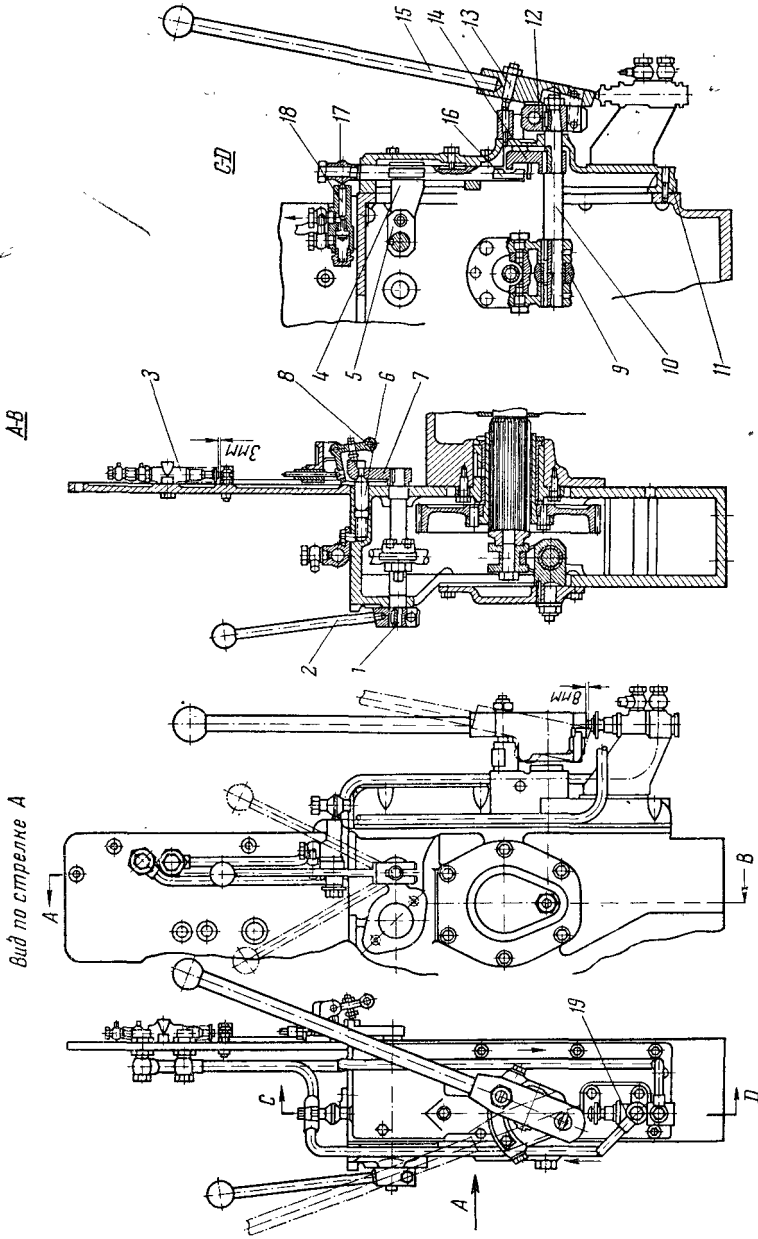


Рис. 42. Пост управления двигателем типа NVD-36:

- 1 — вал рукоятки пуска, 2 — рукоятка пуска, 3 — пусковой золотник, 4 — тяга, 5 — рычаг, 6 — фиксатор фасонной шайбы, 7 — фасонная шайба, 8 — угловой рычаг, 9 — кронштейн, 10 — вал рукоятки реверса, 11 — крышка коробки передач, 12 — колодка, 13 — фиксатор, 14 — сегмент, 15 — рукоятка реверса, 16 — шток блокировки, 17 — камень, 18 — разоблицительный клапан, 19 — клапан переключения.

На вал рукоятки пуска насажен на шпонке рычаг 5, соединенный шарнирно с тягой 4, насаженной на шток блокировки 16. На нижнем конце штока блокировки имеется прорезь, в которую входит выступ сегмента 14. Благодаря этому исключается возможность перевода рукоятки реверса во время пуска или работы двигателя. Исключается также возможность пуска двигателя при среднем положении рукоятки реверса. К верхнему торцу штока при помощи болта крепится камень 17, входящий в соприкосновение со штоком разобщительного клапана 18 и удерживающий клапан открытым при установке рукоятки пуска в положение «стоп».

При нахождении рукоятки реверса в среднем положении рукоятка пуска заблокирована штоком 16 и пуск двигателя невозможен. Кроме того, клапан переключения 19 и разобщительный клапан 18 открыты и при открытии вентиля на пусковом трубопроводе воздух переставит золотники переключения (на рис. 32, дет. 2) в крайнее нижнее положение и откроет пусковые клапаны.

При переводе рукоятки реверса в одно из крайних положений («вперед» или «назад») выступ сегмента 14 выходит из прорези и освобождает шток блокировки, а следовательно, и рукоятку пуска. Клапан переключения (на рис. 32, дет. 16) закрывается, в результате чего трубопровод и полости золотников переключения сообщаются с атмосферой и пуск двигателя становится возможным.

При переводе рукоятки пуска в положение «пуск» камень 17 выходит из-под разобщительного клапана (на рис. 32, дет. 13), последний закрывается и разобщает трубопровод золотников переключения.

Тяга поднимает пусковой золотник 3 (на рис. 32, дет. 12), который выпускает воздух под поршнем главного пускового клапана, вследствие чего последний открывается и пропускает воздух в коллектор. Распределительные золотники входят в соприкосновение с кулачными шайбами, а воздух, пройдя из коллектора через распределительные золотники и золотники переключения, открывает пусковые клапаны в порядке работы цилиндров и двигатель начинает работать на воздухе, так как в этот период выступ шайбы продолжает держать топливные насосы выключенными.

При переводе рукоятки пуска в положение «работа» разобщительный клапан 18 закрывается, пусковой золотник 3 (на рис. 32, дет. 12) опускается, вследствие чего воздух поступает в полость над поршнем главного пускового клапана, последний закрывается и прекращает поступление воздуха к двигателю. При этом выступ фасонной шайбы выходит из-под регулировочного винта рычага тяги топливных насосов и тяга под действием пружины и оставшегося воздуха перемещается в корму, вклю-

чает топливные насосы и двигатель начинает работать на топливе.

Пост управления двигателями типа *NVD-24* (рис. 43) состоит из рычага 7, закрепленного на валу, на котором на шпонке за-

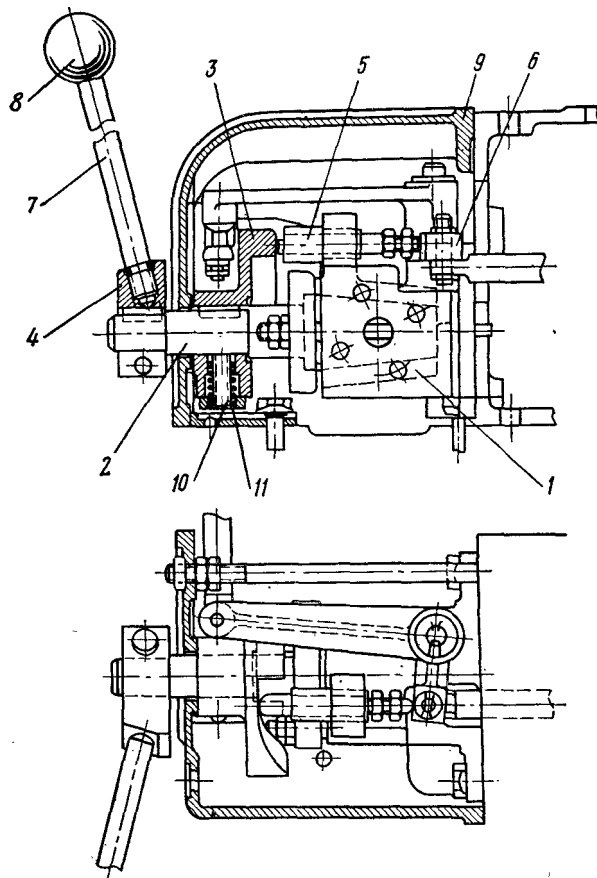


Рис. 43. Пост управления двигателями типа *NVD-24*:

- 1 — конусный край, 2 — вал, 3 — кулачок переключения, 4 — пятка рычага, 5 — болт-переключатель, 6 — регулировочный винт, 7 — стержень рычага, 8 — шарообразный наконечник, 9 — кожух поста управления, 10 — стержень фиксатора, 11 — пружина фиксатора.

креплен также кулачок переключения. При нахождении рукоятки в положении «пуск» кулачок давит на выступ болта-переключателя 5, связанного с регулировочной тягой топливных насосов. Кроме того, на валу установлен конусный край 1, перепускающий воздух из баллона в воздушные распределительные

золотники и отсекающий доступ пускового воздуха к цилиндрам при соответствующем положении рукоятки пуска. В кулачок переключения 3 ввернут фиксатор с пружиной, фиксирующий положение рукоятки пуска.

Когда рукоятка пуска находится в среднем положении, пустить двигатель невозможно.

При переводе рукоятки пуска в положение «пуск» кран с конусом открывает доступ воздуха к распределительным воздушным золотникам цилиндров. При этом тяга топливных насосов передвигается в положение максимальной подачи топлива. После того как произойдут первые вспышки в цилиндрах, рукоятку пуска переключают в положение «работа», при котором конусный кран перекрывает доступ воздуха к цилиндрам, а тяга топливных насосов становится в положение, соответствующее установленному на регуляторе числу оборотов.

КОМПРЕССОР ПУСКОВОГО ВОЗДУХА ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36*

Компрессор пускового воздуха (рис. 44) высокого давления одноцилиндровый двухступенчатый с дифференциальным поршнем. Приводится он от кривошипа коленчатого вала двигателя и служит для заполнения баллонов сжатым воздухом.

В цилиндр низкого давления 2 воздух всасывается через фильтр и подводится к цилиндру высокого давления через промежуточный охладитель.

Из цилиндра высокого давления также через охладитель воздух поступает в баллоны.

К воздушным баллонам подключается невозвратный клапан, который после окончания зарядки перекрывается и предохраняет баллоны от потери воздуха.

Головка цилиндра высокого давления и цилиндр низкого давления охлаждаются водой.

Промежуточный охладитель подключен к циркуляционной системе охлаждения.

В камерах охлаждения размещены цинковые протекторы.

Ступени низкого и высокого давления компрессора снабжены предохранительными клапанами, которые отрегулированы на разные давления.

Камеры сжатия первой и второй ступени уплотнены поршневыми кольцами 6 и 8.

Шатун снабжен трубкой, по которой подается масло для смазки втулки головного подшипника.

Клапаны ступени низкого и высокого давления пластинчатые. Впускные и выпускные клапаны одной ступени одинаковы по конструкции.

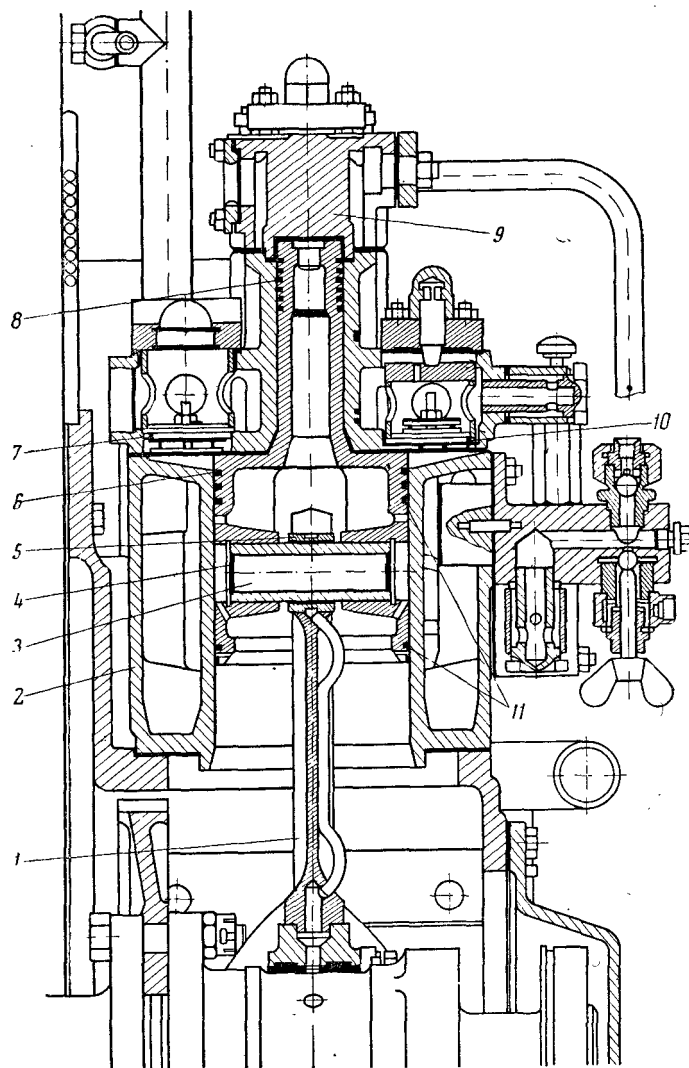


Рис. 44. Навешенный компрессор пускового воздуха двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — шатун, 2 — цилиндр низкого давления, 3 — поршневой палец, 4 — стопор поршневого пальца, 5 — подшипник верхней головки шатуна, 6, 8, 11 — поршневые кольца, 7, 10 — пластинчатые клапаны высокого и низкого давления, 9 — головка цилиндра высокого давления.

§ 7. СИСТЕМА СМАЗКИ

Система смазки двигателей типа *NVD* выполнена по двум схемам: по схеме, общей для двигателей *NVD-48* и *NVD-36*, и по схеме для двигателей типа *NVD-24*.

СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD -48* и *NVD-36*

Принципиальная схема системы смазки двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48* показана на рис. 45, а расположение трубопроводов двигателей — на рис. 46.

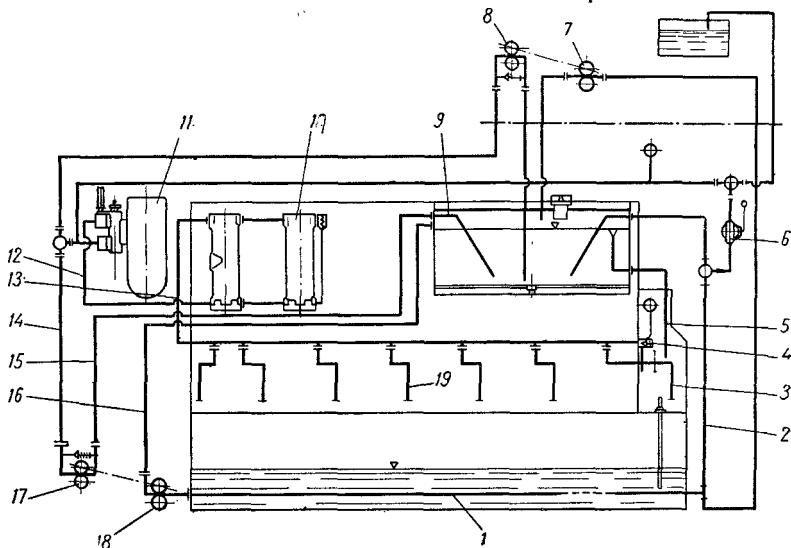


Рис. 45. Схема системы смазки двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — приемный патрубок, 2 — всасывающая труба из картера к ручному насосу, 3 — маслопровод к подшипнику маховика, 4 — редукционный клапан, 5 — перепускная труба, 6 — ручной поршневой насос, 7 и 8 — отсасывающая и нагнетающая секции резервного масляного насоса, 9 — всасывающий патрубок в масляной цистерне, 10 — маслоохладитель, 11 — масляный фильтр, 12 — подводная труба от маслоохладителя к фильтру, 13 — отводящая труба от маслоохладителя к двигателю, 14 — напорная труба к фильтру, 15 — всасывающая труба от цистерны к насосу, 16 — напорная труба отсасывающей секции масляного насоса, 17 и 18 — нагнетающая и отсасывающая секции навешенного масляного насоса.

Система смазки циркуляционная, под давлением, осуществляется основным маслонасосом с приводом от главного двигателя или резервным масляным насосом с приводом от электромотора.

Масляный насос навешенный, состоит из двух секций: первой — отсасывающей из картера и второй — нагнетающей в систему смазки двигателя.

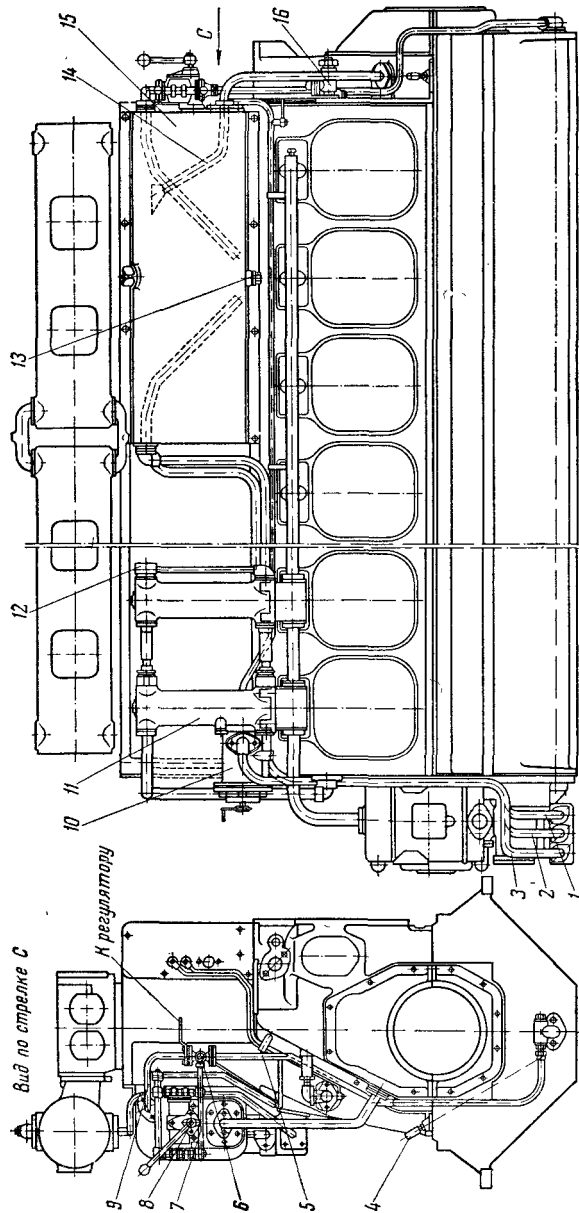


Рис. 46. Расположение трубопроводов системы смазки двигателей типа NVD-48 и NVD-36:

1 — нагнетательный трубопровод первой секции насоса, 2 — приспанный трубопровод второй секции насоса, 3 — нагнетательный трубопровод второй секции насоса, 4 — масломерное устройство, 5, 7, 9 — приемные трубы, 6 — трехходовой кран, 8 — ручной насос, 10 — фильтр, 11 — маслоохладитель, 12 — перепускной клапан, 13 — спускная пробка для слива отстоя, 14 — переливочная труба, 15 — цистерна циркуляционного масла, 16 — редукционный клапан.

При работе двигателя первая секция насоса забирает масло из картера и через распределительную коробку нагнетает его в цистерну циркуляционного масла, установленную на двигателе со стороны выхлопного коллектора. При переполнении цистерны излишек масла по перепускной трубе перепускается в картер.

В нижней части цистерны предусмотрена спускная пробка для слива отстоя.

Вторая секция насоса засасывает масло из циркуляционной цистерны и нагнетает его в фильтр 11 (рис. 45) для очистки от механических примесей.

После фильтра масло поступает в маслоохладитель 10 и через отводящую трубу 13 к распределительному коллектору, проложенному в картере двигателя.

От коллектора масло подводится к рамовым и упорному подшипникам, подшипникам кулачкового вала, приводу тахометра и другим местам смазки.

В конце коллектора установлен редукционный клапан 4, отводящий масло в картер при повышении в системе давления масла выше допустимого. Для защиты маслоохладителя в этом случае предусмотрен перепуск масла и через перепускной клапан.

В нагнетательный маслопровод включено два манометра — один до фильтра, второй после фильтра.

Ручной поршневой насос подключен к общей системе смазки и предназначен для заполнения и прокачки масляной системы перед пуском двигателя. Ручной насос принимает масло из картера двигателя или из цистерны циркуляционного масла и подает его через фильтр к местам смазки деталей.

В случае выхода из строя навешенного на двигатель насоса масляная система может обслуживаться резервным автономным насосом.

Подача масла для смазки цилиндров двигателя, компрессора и трущихся деталей регулятора осуществляется плунжерным насосом-лубликатором, который приводится в движение от распределительного вала.

Количество подаваемого лубликатором масла контролируют по смотровым стеклам и изменяют с помощью регулировочного болта. При вращении болта в сторону отметки «минус» подача уменьшается, а в сторону «плюс» — увеличивается. Насос-лубликатор имеет рукоятку для смазки цилиндров вручную перед пуском двигателя.

Со стороны выхлопного коллектора в фундаментной раме имеется футшток для замера уровня масла в картере.

Насос циркуляционной смазки двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* (рис. 47) шестеренчатый двухсекционный.

Секции насоса находятся в одном чугунном корпусе. Первая секция откачивающая, вторая нагнетательная.

Насос приводится в движение от шестерни, входящей в зацепление с шестерней на коленчатом валу. Приводная шестерня на шпонке насажена на конус приводного вала и крепится гайкой. С приводным валом заодно откована ведущая шестерня

первой секции, а ведущая шестерня второй секции насажена на вал на шпонке.

Ведомая шестерня первой секции также откована заодно с валом, а ведомая шестерня второй секции насажена на вал свободно.

Вал ведущих шестерен вращается в бронзовых втулках, запрессованных в концевые подшипники насоса.

Корпус своим фланцем крепится к двигателю, а торец закрывается крышкой.

Приемная и нагнетательная полости снабжены невозвратными шариковыми клапанами, обеспечивающими нормальную подачу масла при вращении вала двигателя в любом направлении.

С обеих сторон корпус имеет съемные крышки, обеспечивающие доступ к клапанам.

Для защиты насоса и фильтра от перегрузки при повышении давления в масляной системе сверх допустимого нагнетательная полость второй секции снабжена предохранительным клапаном, перепускающим масло в приемную полость насоса.

Масляный фильтр двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*

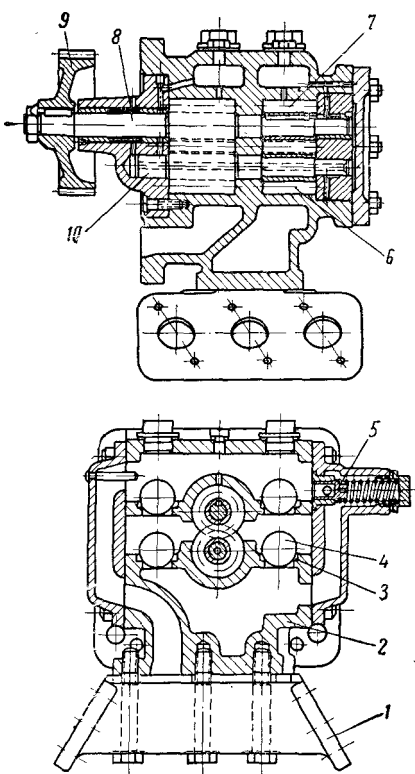


Рис. 47. Масляный насос двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

- 1 — раструб, 2 — корпус, 3 — опорное кольцо, 4 — невозвратный шариковый клапан, 5 — предохранительный клапан, 6 — ведомая шестерня второй секции, 7 — ведущая шестерня второй секции, 8 — приводной вал, 9 — приводная шестерня, 10 — вал ведомых шестерен.

(рис. 48) состоит из двух секций, снабженных переключающим краном, который позволяет осуществлять монтаж или демонтаж одной из вставок во время работы двигателя.

В корпусе каждой секции смонтирована сетчатая вставка 2. На крышке фильтра установлен вентиляционный кран. Корпус фильтра снабжен спусковой пробкой. Фильтр и переключающий кран 5 с кронштейном крепятся к маслоохладителю. Внутренняя

полость собранного масляного фильтра испытывается на герметичность при давлении $4,2 \text{ кг/см}^2$.

Маслоохладитель двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* (рис. 49) пластинчатого типа.

Маслоохладитель двигателей типа *NVD-48* имеет четыре радиатора, а маслоохладитель двигателей типа *NVD-36* — два.

Каждый радиатор состоит из корпуса и набора пластин (90 шт.), каждая из которых имеет шесть отверстий для прохода масла.

Пластины радиатора собраны так, что отверстия в данной пластине смещены относительно отверстий в соседней пластине. Это создает вихревой поток масла и улучшает теплоотдачу. Общая охлаждаемая поверхность каждого радиатора составляет $1,35 \text{ м}^2$.

Обходной трубопровод 4 с пружинным шариковым клапаном служит для перепуска масла, когда оно имеет повышенное давление вследствие повышенной вязкости (при пуске холодного двигателя, работа при низкой температуре и др.).

Над обходным трубопроводом помещен вентиляционный кран, предназначенный для спуска воздуха при заполнении маслоохладителя маслом. Маслоохладитель монтируется на двигателе к отверстиям водяных рубашек блока цилиндров. Охлаждающая вода, подаваемая насосом двигателя по подводящей трубе 2, течет через нижние части охладителя, внутренние полости его и далее к водяным рубашкам в блоке цилиндров. Нижняя часть маслоохладителя снабжена цинковым протектором.

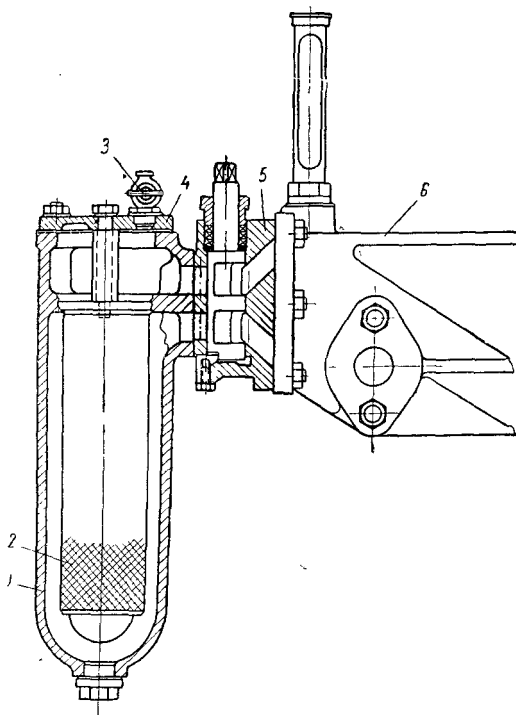


Рис. 48. Масляный фильтр двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — корпус, 2 — сетчатая вставка, 3 — вентиляционный кран, 4 — крышка фильтра, 5 — переключающий кран, 6 — кронштейн.

В нижней части корпуса каждого радиатора имеется спускной кран. При нормальных условиях эксплуатации маслоохладители обеспечивают достаточное охлаждение масла при температуре охлаждающей воды на входе до $+25^{\circ}\text{C}$.

Перепускной клапан должен быть испытан на срабатывание при давлении $2,1\text{ кг/см}^2$.

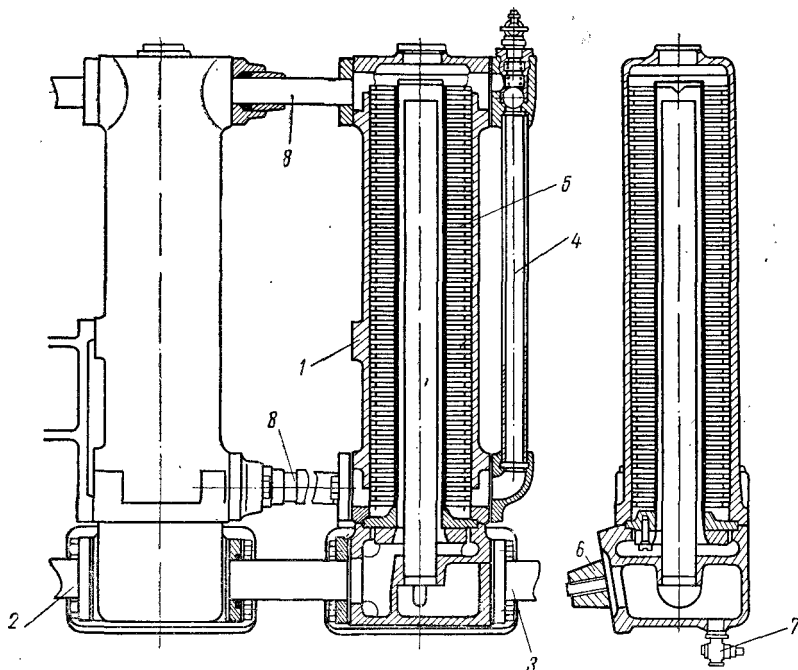


Рис. 49. Маслоохладитель двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:
 1 — корпус радиатора, 2 — подводящая водяная труба, 3 — отводящая водяная труба, 4 — обходной трубопровод, 5 — набор пластин, 6 — протектор, 7 — спускной кран, 8 — перепускной масляный трубопровод.

По окончании сборки после вскрытия маслоохладитель должен быть испытан на герметичность в течение пяти минут: масляная полость при давлении $4,2\text{ кг/см}^2$, водяная полость при давлении 6 кг/см^2 .

СИСТЕМА СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

Система смазки циркуляционная, под давлением, осуществляется масляным насосом с приводом от коленчатого вала двигателя. Схема системы смазки показана на рис. 50.

Одноступенчатым шестеренчатым масляным насосом масло из картера по трубе 6 подается через автономный щелевой

фильтр 10 и маслоохладитель 9, откуда распределяется к отдельным местам смазки.

К рамовым подшипникам масло подводится по магистрали 3, а к мотылевым и головным подшипникам — по сверлениям в коленчатом валу и шатуне.

От масляной магистрали масло по сверлениям подается к регулятору, подшипникам промежуточных зубчатых колес привода масляного насоса, подшипникам привода кулачкового вала, а также в приводной механизм водяного насоса.

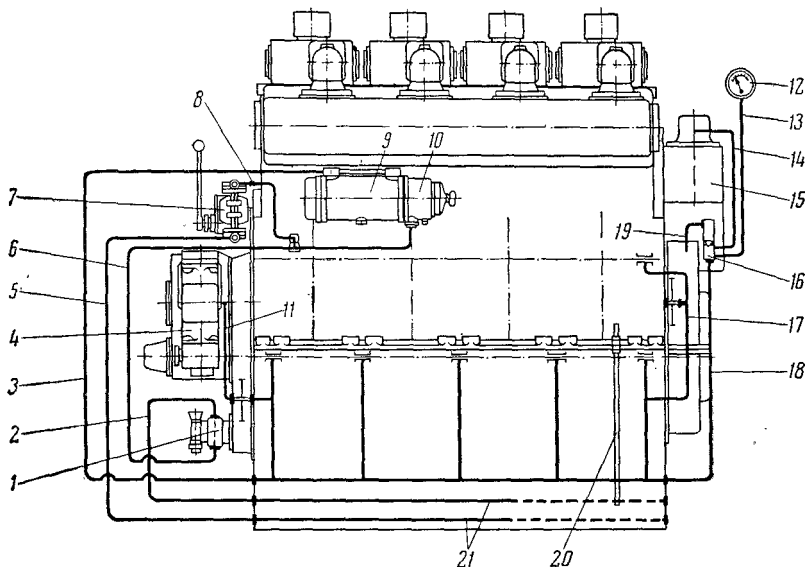


Рис. 50. Схема системы смазки двигателей типа NVD-24:

1 — шестеренчатый масляный насос, 2, 3, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 21 — трубопроводы, 4 — водяной насос, 7 — ручной масляный насос, 9 — маслоохладитель, 10 — автономный щелевой масляный фильтр, 12 — манометр, 15 — регулятор, 16 — редукционный клапан, 20 — масляное устройство.

Смазка цилиндров, рабочих поверхностей поршней, внутренних подшипников кулачкового вала и приводного механизма клапанов и топливных насосов осуществляется разбрызгиванием.

Рабочее давление масла устанавливается редукционным клапаном 16. Из редукционного клапана масло отводится в коробку привода распределительного вала.

Чрезмерно холодное масло, имеющее повышенную вязкость, перепускным клапаном, находящимся в масляном фильтре, перепускается помимо холодильника к местам смазки.

Ручной масляный насос 7 служит для прокачки масла перед пуском двигателя, а также для откачки отработавшего масла при его замене.

Уровень масла в картере контролируется масломерным устройством. Манометр включен в конце нагнетательной магистрали 3 перед редукционным клапаном.

Для защиты насоса и фильтра от перегрузки в крышку шестеренчатого масляного насоса встроен предохранительный перепускной клапан.

§ 8. СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ

Двигатели типа *NVD-48* и *NVD-36* первого выпуска имеют систему проточного охлаждения забортной водой. Двигатели более позднего выпуска оборудуются системой замкнутого охлаждения пресной водой.

Для системы проточного охлаждения забортной водой, как и для системы замкнутого охлаждения пресной водой, для обоих типов двигателей приняты общие принципиальные схемы.

Двигатели типа *NVD-24* на судах типа СРТ оборудованы системой проточного охлаждения и на судах типа СРТР «Океан» — замкнутой системой охлаждения.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36* ЗАБОРТНОЙ ВОДОЙ

В системе охлаждения забортной водой (рис. 51) охлаждающий насос по трубопроводу через кингстон принимает воду из-за борта и подает ее через маслоохладитель 14 и распределительный трубопровод в зарубашечные полости цилиндров, из которых она по патрубкам, расположенным на верхней полости блока цилиндров, переходит в полости охлаждения крышек. Из крышек охлаждающая вода по отливным патрубкам поступает в зарубашечное пространство выхлопного коллектора, откуда по отливному трубопроводу уходит за борт.

На отливном трубопроводе установлен клапан для отвода части нагретой охлаждающей воды к приемному трубопроводу насоса, чем обеспечивается ускоренный прогрев двигателя при пуске.

Количество воды, необходимое для охлаждения двигателя, и ее температура регулируются клапаном на охлаждающем насосе.

В отливном патрубке каждого цилиндра вмонтированы шиберный кран 9 для регулировки количества охлаждающей воды, проходящей через данный цилиндр, и термометр для замера температуры воды. Часть воды от насоса по отдельному трубопроводу 4 поступает в компрессор, из которого отводится по трубопроводу 15 в выхлопной коллектор и затем по общей магистрали за борт. В водяных полостях маслоохладителей, компрессора, блока цилиндров и цилиндрических крышек, выхлопного

коллектора и водяных насосов установлены цинковые протекторы.

На трубопроводах охлаждающей воды имеются пробки для спуска воды при длительном бездействии или ремонте двигателя.

Контроль за циркуляцией охлаждающей воды осуществляется с помощью манометра и специального указателя.

В системе охлаждения двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* забортной водой имеется два водяных насоса, один из которых предназначен для подачи в двигатель забортной охлаждающей

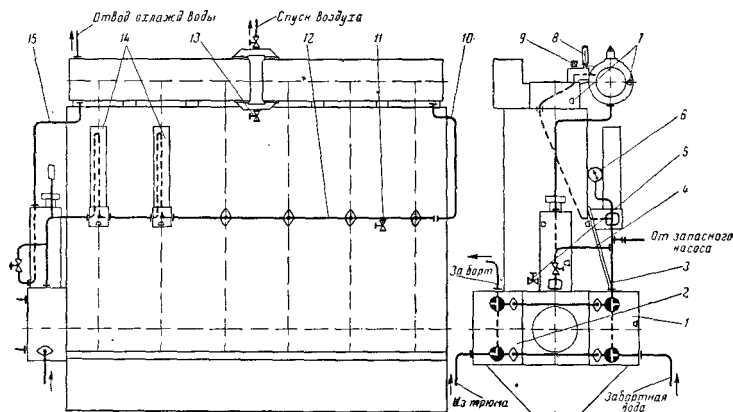


Рис. 51. Система охлаждения забортной водой двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — насос охлаждающей воды, 2 — осушительный насос, 3 — нагнетательный трубопровод, 4 — трубопровод для подвода воды к компрессору, 5, 11, 13 — спускной кран, 6 — манометр, 7 — протектор, 8 — термометр, 9 — шибера, 10 — трубопровод для подвода воды к выхлопному коллектору, 12 — распределительный трубопровод, 14 — маслоохладитель, 15 — трубопровод для отвода воды от компрессора в выхлопной коллектор.

воды и второй — для осушения трюмов. В случае выхода из строя охлаждающего насоса осушительный насос может быть использован как охлаждающий.

Для этой цели оба насоса соединены между собой трубопроводом и имеют трехходовые краны. Насос (рис. 52) поршневого типа приводится в движение от специального кривошипа коленчатого вала при помощи шатуна 9, один конец которого соединен с бугелем кривошипа, а другой посредством пальца и втулки — с поршнем. Поршень передвигается во втулке 2, запрессованной в корпусе насоса.

Уплотнение поршня осуществляется при помощи сальниковой набивки и нажимной втулки. Для предотвращения попадания воды в картер на корпусе насоса со стороны картера установлено дополнительное уплотнение, состоящее из уплотнительных колец, которые прижимаются к торцу насоса крышкой.

В корпусе насоса вмонтированы два всасывающих и два нагнетательных клапана. Каждая пара клапанов (всасывающий и нагнетательный) насажены на общий шток. Клапаны нагружены пружинами и имеют отбойники, ограничивающие подъем клапана.

На крышке насоса установлен сапун 5, создающий воздушную подушку в воздушном колпаке.

Нагнетательная полость водяного насоса снабжена предохранительным клапаном, предназначенным для защиты водяной

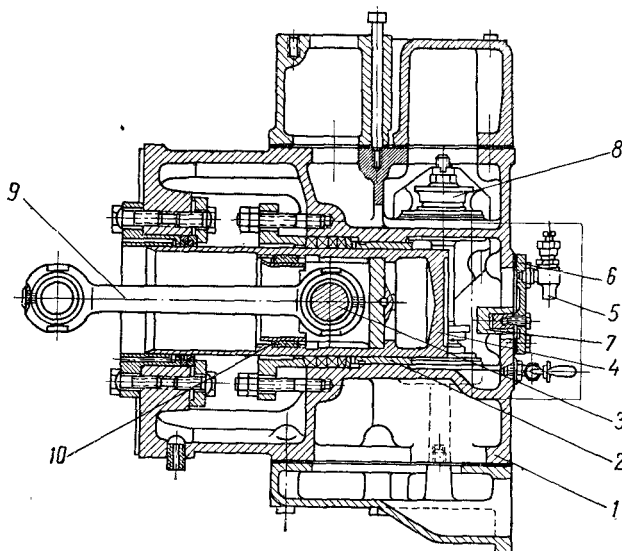


Рис. 52. Охлаждающий насос двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — корпус насоса, 2 — втулка, 3 — палец, 4 — поршень, 5 — сапун, 6 — крышка, 7 — цинковый протектор, 8 — клапан, 9 — шатун, 10 — гайка крепления головного соединения.

системы от повышения давления выше допустимого, и перепускным клапаном для регулировки количества воды, подаваемой в систему охлаждения двигателя.

В нижней части корпуса насоса установлены спускные краны.

Для защиты насоса от коррозии водяная полость насоса снабжена цинковым протектором.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48* и *NVD-36* ПРЕСНОЙ ВОДОЙ

Система охлаждения двигателя (рис. 53) состоит из двух контуров: первого, наружного, по которому циркулирует за-

бортная вода, и второго, внутреннего, по которому циркулирует пресная вода.

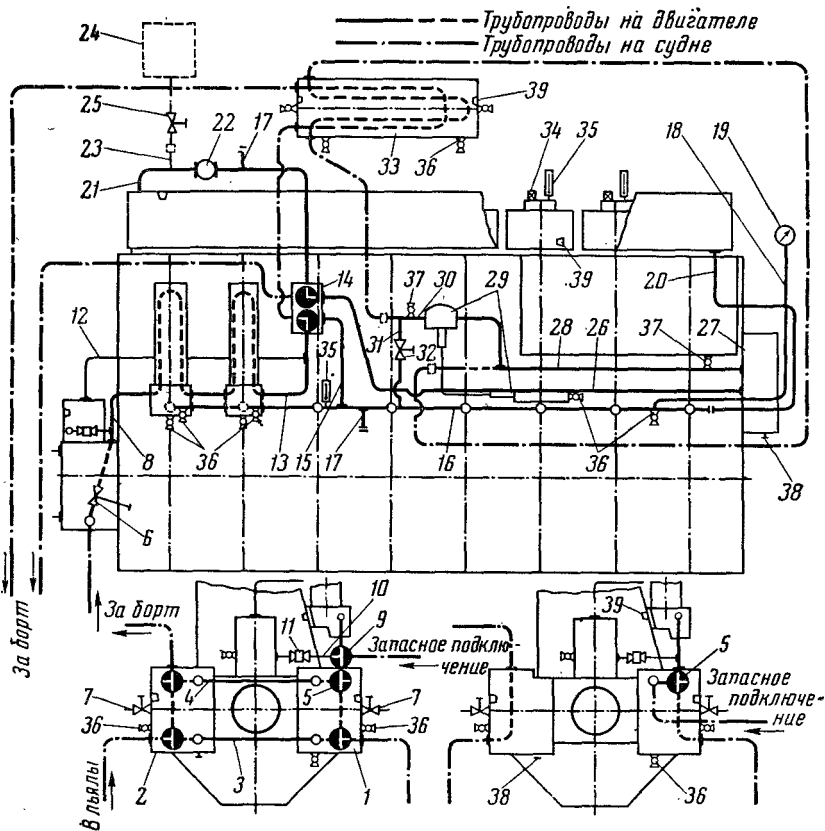


Рис. 53. Система охлаждения двигателей типа NVD-48 и NVD-36 пресной водой:

1 — насос для подачи охлаждающей забортной воды, 2 — осушительный насос, 3, 4 — переключающий трубопровод, 5 — переключающие краны, 6 — регулировочный клапан, 7 — продувочный клапан, 8 — нагнетательный трубопровод, 9 — трехходовой кран, 10 — трубопровод к компрессору, 11 — регулировочный клапан, 12 — трубопровод от компрессора, 13 — нагнетательный трубопровод от маслоохладителя, 14 — двойной переключающий кран, 15 — трубопровод от двойного переключающего крана, 16 — распределительный трубопровод, 17 — патрубок для подключения подогрева, 18 — трубопровод для манометра, 19 — манометр, 20 — отводящий трубопровод, 21 — трубопровод от выхлопного коллектора, 22 — указатель протекающей воды, 23 — трубопровод к расширительному баку, 24 — расширительный бак, 25 — запорный кран, 26 — всасывающий трубопровод центробежного насоса, 27 — центробежный насос, 28 — напорный трубопровод центробежного насоса, 29 — регулятор температуры охлаждающей воды, 30 — трубопровод от теплообменника, 31 — трубопровод к распределительному трубопроводу, 32 — регулировочный кран, 33 — теплообменник, 34 — шиберный кран, 35 — термометр, 36 — спускной кран, 37 — воздушный кран, 38 — спускная пробка, 39 — цинковый протектор.

В наружный контур, охлаждаемый забортной водой, включены компрессор, маслоохладитель и полость забортной воды в водяном теплообменнике.

Во внутренний контур, охлаждаемый пресной водой, включены зарубашечные пространства блока цилиндров, крышек цилиндров и выхлопного коллектора. Пресная вода охлаждается забортной водой в теплообменнике 33.

Пресная вода от циркуляционного центробежного насоса, напешенного на двигатель, подается по трубопроводу 28 в теплообменник и далее по трубопроводу 31 через регулировочный кран в распределительный трубопровод 16.

Между участками труб 28 и 31 включен терморегулятор, который необходимо количество выходящей из двигателя воды в зависимости от температуры ее перепускается помимо теплообменника:

От распределительного трубопровода на двигателе пресная вода подводится к охлаждающим полостям каждого цилиндра, крышкам цилиндров и коллектору выхлопных газов.

Из выхлопного коллектора по трубопроводу 21 через двойной переключающий кран 14 и по трубопроводу 26 пресная вода засасывается циркуляционным водяным насосом; далее цикл повторяется.

Регулятор температуры охлаждающей воды 29 выполнен так, что при полной нагрузке регулировочный клапан регулятора закрыт и вся вода прокачивается через теплообменник.

Во время частичной нагрузки температура охлаждающей воды снижается, поэтому регулировочный клапан открывается и часть воды помимо теплообменника подводится непосредственно к двигателю.

Температура пресной воды поддерживается в пределах 70—80° С при полной нагрузке и в пределах 50—55° С при 25 %-ной нагрузке.

Забортная вода, подаваемая поршневым насосом, охлаждает компрессор, проходит через маслоохладитель и по трубопроводу 13, через двойной переключающий кран и далее через теплообменник отводится за борт.

Количество забортной воды, подаваемой к двигателю, регулируется клапаном поршневого насоса таким образом, чтобы температура выходящей из теплообменника забортной воды не превышала 50° С, а пресная вода в теплообменнике охлаждалась бы до 55—60° С.

Количество воды, циркулирующей во внутреннем контуре, контролируется указателем 22 протекающей воды и манометром. Если в охлаждающей системе пресной воды наблюдаются дефекты, связанные с работой центробежного насоса или теплообменника, охлаждение двигателя может быть осуществлено забортной водой, которая после маслоохладителя через двойной переключающий кран по трубопроводу 15 подводится к распределительному трубопроводу двигателя, откуда поступает в блок цилиндров, крышки цилиндров, коллектор выхлопных га-

зов и далее через трубопровод 21 и двойной переключающий кран по трубе отводится за борт.

При переводе двигателя с охлаждения забортной водой на охлаждение пресной водой необходимо спустить забортную воду, а водяные пространства в двигателе очистить от отложений.

Находящийся на высоте около 1,5 м над двигателем расширительный бак 24 соединен трубопроводом с наивысшей точкой внутреннего контура. Запорный кран 25 в соединительном трубопроводе расширительного бака должен быть опломбирован в открытом состоянии, и закрывать его надо только в случае перехода на охлаждение забортной водой.

Полный отвод воздуха из внутренней полости второго контура является условием хорошей работы системы охлаждения.

Двигателю можно дать полную нагрузку лишь после надлежащего удаления воздуха из системы охлаждения.

Центробежный насос 27 приводится в действие от коленчатого вала двигателя через зубчатые колеса с передаточным отношением 1 : 4. Лопастные колеса имеют конструкцию, допускающую одинаковую производительность при обоих направлениях вращения.

Регулятор температуры охлаждающей воды состоит из датчика и регулятора, установленных во всасывающем трубопроводе центробежного насоса. Внутренняя полость терморегулятора заполнена жидкостью, реагирующей на изменение температуры.

Теплообменник устанавливается отдельно от двигателя как в вертикальном, так и в горизонтальном положении. Трубопровод пресной воды подключается к рубашке, а трубопровод забортной воды — к крышке, так что пресная вода протекает навстречу забортной. Для предотвращения или уменьшения коррозии крышки теплообменника снабжены цинковыми протекторами.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24* ЗАБОРТНОЙ ВОДОЙ

Забортной водой охлаждаются блок цилиндров, цилиндрические крышки, выхлопной коллектор, газоотборный клапан и маслоохладитель. Охлаждающий насос принимает воду из-за борта через кингстон по трубопроводу и подает ее в маслоохладитель и зарубашечные полости цилиндров, из которых вода перепускается в крышки цилиндров. Далее вода проходит через газоотборный клапан (или перепускной патрубок) в зарубашечное пространство выхлопного коллектора и по отливному трубопроводу удаляется за борт.

На отливном трубопроводе установлен клапан для перепуска нагретой воды к приемному трубопроводу. Температура воды, выходящей из крышек в зарубашечное пространство выхлопного

коллектора, может регулироваться шиберными кранами, установленными в корпусе перепускных патрубков. В случае выхода из строя охлаждающего насоса предусмотрена возможность охлаждения двигателя от пожарной системы.

Со стороны, противоположной маховику, расположен поршневой простого действия охлаждающий насос.

Водяной насос двигателей типа *NVD-24* по конструкции принципиально аналогичен насосу двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* (см. рис. 52) и отличается от него производительностью, наличием одного всасывающего и одного нагнетательного клапанов (связанных общим шпинделем), расположением регулировочного и предохранительного клапанов, а также отличается незначительно по конструкции отдельных деталей.

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24* ПРЕСНОЙ ВОДОЙ

Двигатели типа *NVD-24*, выпускаемые в последнее время, оборудуются замкнутой системой охлаждения. На рис. 54 показана принципиальная схема охлаждения двигателей указанного типа пресной водой. Система охлаждения двигателей имеет два контура: первый, по которому циркулирует забортная вода, и второй, по которому циркулирует пресная вода.

В первый контур включены маслоохладитель и холодильник пресной воды, во второй — блок цилиндров, крышки цилиндров, выхлопной коллектор. Циркуляция пресной воды по контуру осуществляется центробежным насосом 12. Пресная вода по трубе забирается насосом из холодильника 15 и подается в блок цилиндров, откуда перепускается в крышки цилиндров и далее через газоотборный клапан (или перепускной патрубок) и выхлопной коллектор по трубе 2 — в холодильник 15.

В случае выхода из строя центробежного насоса второй контур может охлаждаться пресной водой от резервного насоса с подводом воды к двигателю по трубе 7 и отводом ее по трубе 8. При этом кран 22 должен быть закрыт, а кран 3 — открыт. Температура пресной охлаждающей воды регулируется кранами 3 и 23 и поддерживается равной 70—80° С. Кроме того, температура пресной охлаждающей воды может регулироваться и выравняться по цилиндрам шиберными кранами на крышках цилиндров двигателя. Работа второго контура системы охлаждения контролируется по указателю 13 и термометру 14.

Забортная вода в первом контуре забирается поршневым насосом из кингстона и через маслоохладитель 19, кран 20 и далее по трубе 18 подается в полость забортной воды холодильника 15, откуда по трубопроводу 4 и 5 отводится за борт. Контроль за работой первого контура системы охлаждения осуществляется по указателю 16 и термометру 17.

При выходе из строя поршневого насоса 11 для подачи забортной воды предусмотрена подача ее в первый контур от пожарной магистрали по трубе 9 через Т-образный кран 24.

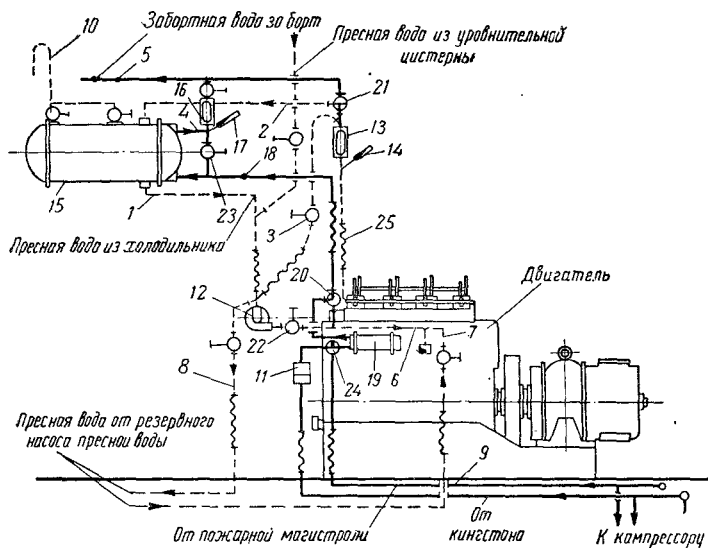


Рис. 54. Система охлаждения двигателей типа NVD-24 пресной водой:

1, 2, 6, 7, 8, 10 — трубопроводы пресной воды, 4, 5, 9, 18 — трубопроводы забортной воды, 3, 20, 21, 22, 23 — краны, 11 — поршневой насос для подачи забортной воды, 12 — центробежный насос для подачи пресной воды, 13, 16 — указатели протекающей воды, 14, 17 — термометры, 15 — холодильник пресной воды, 19 — маслоохладитель, 24 — Т-образный кран, 25 — амортизационные патрубки.

При соответствующем положении кранов 24, 20 и 21 предусмотрен перевод двигателя на забортное охлаждение. При этом краны 3 и 22 должны быть закрыты.

Глава III

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

§ 1. ОБЩЕЕ НАБЛЮДЕНИЕ И УХОД ЗА БЕЗДЕЙСТВУЮЩИМ ДВИГАТЕЛЕМ

Бездействующую дизельную установку и обслуживающие ее вспомогательные механизмы подвергают ежедневному осмотру и уходу.

Ежедневно проворачивают коленчатый вал двигателя вручную на несколько оборотов с одновременной прокачкой двигателя маслом с помощью ручного насоса и лубрикатора. Каждый раз по окончании проворачивания коленчатый вал двигателя оставляют в другом положении.

Проворачивание вала двигателя воздухом без последующего пуска двигателя на топливе недопустимо, так как это приводит к коррозии втулок цилиндров и других деталей.

Если двигатель находится в бездействии более шести суток, то один раз в неделю выполняют следующие операции:

приводные двигатели дизель-генераторных агрегатов запускают на 15—20 мин для работы на малой нагрузке или холостом ходу;

главные двигатели запускают для работы на малых оборотах в течение 15—20 мин. При этом запуск двигателя может производиться только при допустимой обстановке, хороших швартовах и обеспечении необходимого наблюдения за обстановкой. При оборудовании судна винтом регулируемого шага (ВРШ) возможно проворачивание двигателя на оборотах холостого хода при установке лопастей ВРШ в шаг нулевого упора.

Если двигатель бездействует в течение месяца и нет возможности еженедельно запускать его, в этом случае обработанные части двигателя смазывают чистым маслом. Топливные насосы высокого давления заполняют чистым обезвоженным маслом для предохранения их от коррозии. Смазку периодически возобновляют.

Консервацию двигателя на более длительный срок производят в соответствии со специальной инструкцией по консервации

дизельных установок. Периодически проверяют состояние сточных канавок и трубок, не допуская их засорения, вентиляционные каналы картеров содержат в чистоте.

Не реже одного раза в месяц вскрывают лючки картеров для осмотра и проверки исправности узлов и деталей двигателя, шплинтовки, а также для того, чтобы проверить, нет ли пропусков воды через уплотнения рабочих втулок. При проворачивании коленчатого вала двигателя одновременно производят прокачивание его маслом. При этом следует убедиться в поступлении масла ко всем узлам двигателя.

Для предотвращения попадания воздуха в топливную систему двигателя нельзя допускать снижения уровня топлива в расходных цистернах ниже установленного (определяемого высотой приемного патрубка); необходимо следить за герметичностью топливного трубопровода, регулярно подтягивая его соединения, а также контролировать наличие воздуха в топливной системе и периодически стравливать воздух через вентиляционные устройства на топливных фильтрах и форсунках.

При температуре в машинном отделении ниже 5°C водяные полости дизеля, холодильников, газоотводов и трубопроводов должны быть осушены. Низко расположенные участки водяных полостей, где возможен застой воды, следует осушить через спускные краны или пробки и при необходимости продуть воздухом низкого давления ($0,3\text{--}0,5\text{ кг/см}^2$).

Машинное отделение должно содержаться в чистоте, трюмы должны быть осушены. Трюмы под двигателями необходимо содержать в особой чистоте, так как это облегчит контроль за герметичностью двигателя и определение мест возможных подтеканий.

§ 2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ К ПУСКУ И ПУСК ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Приготовление дизельной установки к пуску заключается в приведении установки в такое состояние, которое гарантирует ее от повреждения при пуске и работе и позволяет загрузить двигатель до полной мощности в установленное время. Тщательность и определенная последовательность приготовления дизельной установки к пуску — одно из условий безаварийной и надежной ее работы. Только при полной уверенности в готовности двигателя к пуску можно доложить об окончании подготовки. Пуск главного двигателя производится по приказанию с мостика.

При подготовке дизельной установки к пуску после ремонта, кроме положений, изложенных в настоящей главе, следует учитывать также положения, приведенные в главе IX.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ К ПУСКУ

В период приготовления дизельной установки к действию выполняют следующие основные мероприятия.

Приготовление двигателя к пуску

Осматривают двигатель, вспомогательные механизмы, устройства, чтобы убедиться в надежности их крепления и в отсутствии на них посторонних предметов.

Вскрывают люки картера, осматривают движение, надежность затяжки всех болтовых соединений, качество шплинтовки, убеждаются в отсутствии пропуска воды в картер через уплотнения рабочих втулок.

Проверяют уровень масла в двигателе. Ручным или резервным масляным насосом прокачивают двигатель маслом. Когда давление масла будет более 1 кг/см^2 , следует провернуть коленчатый вал при помощи валоповоротного устройства на 2—3 оборота при выключенной подаче топлива и открытых декомпрессионных клапанах. При этом необходимо убедиться в легкости проворачивания коленчатого вала, отсутствии в рабочих цилиндрах воды или топлива, заедания клапанов, рычагов регулятора, тяги топливных насосов и др. При проворачивании коленчатого вала и прокачке двигателя маслом необходимо также убедиться в том, что масло вытекает струей из всех подшипников. При этом смазка одновременно должна подаваться на рабочие втулки цилиндров (двигатели типа *NVD-48* и *NVD-36*). При прокачивании двигателя необходимо следить, чтобы не происходило переполнения картера маслом. Если проворачивание коленчатого вала при помощи валоповоротного устройства затруднено или невозможно по неизвестным причинам, до выявления и устранения этих причин не допустимо проворачивать двигатель сжатым воздухом. Сразу после окончания операций, требующих проворачивания коленчатого вала валоповоротным устройством, последнее должно быть отключено.

Для предупреждения обслуживания персонала, находящегося вблизи двигателя, и во избежание несчастных случаев каждый раз перед проворачиванием коленчатого вала следует оповещать обслуживающий персонал командой.

Подают смазку к рабочим узлам двигателя, для которых предусмотрена ручная смазка: к опорным точкам толкателей впускных и выпускных клапанов и их направляющим, пусковым клапанам, штангам клапанов, регулятору, тягам топливных насосов и другим деталям движения. Кроме того, набивают солидолом и подтягивают колпачковые масленки клапанного привода.

У реверсивных двигателей проверяют перекладку реверса.

Проворачивают двигатель сжатым воздухом «вперед» и «назад» без подачи топлива при открытых декомпрессионных клапанах. Проворачивать главный двигатель можно только по разрешению с командного мостика.

Проверяют правильность открытия клапанов всех систем двигателя.

Устанавливают пружинные весы регулятора двигателей, работающих на винт (типа *NVD-48* и *NVD-36*), на малую подачу топлива; устанавливают ручную отсечку на нулевую подачу.

Если двигатель готовится к пуску после кратковременной стоянки (3—5 ч) и все системы к пуску подготовлены, то при подготовке двигателя можно ограничиться проворачиванием коленчатого вала сжатым воздухом при открытых декомпрессионных клапанах и прокачкой двигателя маслом.

Проверяют согласованность машинного телеграфа.

Приготовление системы охлаждения

Устанавливают краны и клапаны на трубопроводах в рабочее положение, т. е. закрывают клапаны, краны и пробки спуска воды из полости охлаждения двигателей и охлаждающего трубопровода, открывают кингстон, приемный и отливной клапаны.

Заполняют проточную систему охлаждения двигателя водой от магистрали резервного охлаждения. Прокачивать водой двигатель необходимо до тех пор, пока не будет удален весь воздух из водяной полости двигателя. Для облегчения пуска двигателя в холодное время года при низкой температуре забортной воды систему охлаждения следует заполнить за 2—3 ч до пуска, с тем чтобы температура воды перед пуском поднялась возможно выше. При возможности двигатель лучше прогреть горячей водой.

При замкнутой системе охлаждения двигателя проверяют по уровню воды в расширительном бачке заполнение системы охлаждения пресной водой и стравливают из нее воздух. Заполнение и пополнение замкнутой системы охлаждения следует производить, как указано в главе X.

Проверяют в действии резервное охлаждение. При проверке резервного охлаждения от пожарной магистрали необходимо следить, чтобы давление воды после редукционного клапана не превышало более 1 кг/см^2 . В противном случае может быть нарушена герметичность системы охлаждения.

Приготовление масляной системы

Проверяют количество масла в системе смазки. При необходимости добавляют свежего масла до установленного уровня.

Приготавливают масляную систему двигателя для прокачки его ручным или резервным масляным насосом. Прокачка двигателя

производится, как указано в разделе «Приготовление двигателя к пуску».

После прокачки двигателя переключают краны для работы по системе циркуляционной смазки.

Вставки масляных фильтров при загрязнении промывают последовательно в дизельном топливе и в масле.

Проверяют работу резервного масляного насоса. Перед проверкой насоса в действии один раз в сутки должно быть замерено сопротивление изоляции электроприводов относительно корпуса и между обмотками при температуре, близкой к рабочей. Сопротивление изоляции должно быть не менее $0,7 \text{ Мом}$ (для электрических машин мощностью до 100 кВт и напряжением до 500 в).

Приготовление топливной системы

Спускают отстой воды из расходной топливной цистерны и фильтров. Пополняют цистерну до установленного уровня очищенным топливом.

Проверяют в действии топливоперекачивающие насосы и сепаратор топлива. Перед проверкой их в действии один раз в сутки замеряют сопротивление изоляции приводных электродвигателей.

Проверяют в действии выносной привод главного запорного клапана цистерны расходного топлива.

Открывают клапаны на распределительном коллекторе расходной топливной цистерны и у двигателя.

Проверяют заполнение системы топливом. Воздух из топливной системы должен быть полностью удален.

Приготовление системы пускового воздуха

Проверяют давление воздуха в пусковых баллонах. При необходимости пополняют запас воздуха до нормального давления электрокомпрессором. Удаляют из баллонов скопившуюся воду и масло.

Открывают запорный клапан на баллоне пускового воздуха и у двигателя. Убеждаются по манометру, что в пусковой магистрали имеется воздух требуемого давления.

Недопустим пуск двигателя кислородом, а также водородом, ацетиленом и другими горючими газами.

Приготовление газоотвода

Убеждаются в исправности всех звеньев газоотвода.

Проверяют присутствие в глушителе и выпускном трубопроводе воды и несгоревшего топлива. При обнаружении удаляют их. Отложения рекомендуется удалять сразу после остановки двигателя, когда смолистые осадки имеют небольшую вязкость.

Приготовление валопровода

Осматривают весь валопровод до дейдвудного сальника. Дейдвудные сальники должны быть затянуты так, чтобы через них просачивались отдельные капли воды.

Убеждаются в исправности привода отбора мощности, привода датчика электротехометра и опорных подшипников.

Обжимают тавотницы смазки опорного и дейдвудных подшипников. При наличии резиновых дейдвудных подшипников открывают кран подвода воды в дейдвуд.

В холодное время года при обнаружении замерзания воды в дейдвудной трубе последнюю необходимо прогреть паром.

ПУСК ДВИГАТЕЛЯ

Пуск главного двигателя разрешается производить только после того, как будет получено по телеграфу приказание с командного мостика, пуск дизель-генераторного агрегата — по решению старшего механика судна. Перед пуском рукоятку реверса (главных двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48*) необходимо поставить в соответствии с полученным приказанием в положение «вперед», «назад».

При помощи маховика нужно затянуть пружинные весы регулятора (двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48*) на такое число делений, чтобы было обеспечено при пуске минимальное устойчивое число оборотов.

Непосредственно перед пуском следует предупредить обслуживающий персонал о пуске двигателя подачей команды.

Пусковую рукоятку резким поворотом переводят в положение «пуск». После того как двигатель разовьет необходимое число оборотов, пусковую рукоятку переводят в положение «работа». Как только двигатель «забрал», пружинными весами устанавливают в соответствии с приказанием с мостика число оборотов, необходимое для прогрева двигателя, но не превышающее число оборотов малого хода. Повышение числа оборотов до номинального производится постепенно, одновременно с прогревом двигателя.

Учитывая, что двигатели типа *NVD-24*, работающие на генератор, снабжены однорежимным регулятором, их пуск из холодного состояния рекомендуется производить также на промежуточных оборотах. Для этого необходимо сразу после установки рукоятки в положение «работа» перевести ее назад в положение, близкое к положению «стоп», после чего постепенно в течение 3—4 мин доводить рукоятку до положения «работа».

Сразу после пуска необходимо проверить по манометрам давление в системах, обслуживающих двигатель. Особое внимание надо уделить исправной работе масляной системы. Если

давление масла сразу после пуска не поднимается или будут замечены ненормальные стуки и шумы, двигатель следует немедленно остановить и пустить вновь только после устранения неисправностей.

Сразу после пуска разобщительный клапан баллона пускового воздуха необходимо закрыть, а баллон пополнить воздухом посредством включения в работу навешенного на двигатель компрессора, автономного электрокомпрессора или путем отбора газа от цилиндров.

При пуске двигателя для работы на резервном охлаждении следует убедиться, что редукционный клапан отрегулирован правильно и давление не превышает 1 кг/см^2 .

Если двигатель дизель-генераторного агрегата запускался из холодного состояния, то начальная нагрузка не должна превышать 25—30% полной мощности. Увеличивать нагрузку следует постепенно, руководствуясь степенью прогрева двигателя.

ЭКСТРЕННОЕ ПРИГОТОВЛЕНИЕ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ К ДЕЙСТВИЮ

Экстренное приготовление дизельной установки к действию может быть вызвано лишь штормовыми, аварийными и другими условиями, угрожающими безопасности.

Каждое экстренное приготовление дизельной установки к действию может быть произведено только по приказанию капитана судна.

Экстренным приготовлением дизельной установки к действию должен руководить непосредственно старший механик судна.

Экстренное приготовление дизельной установки к действию включает срочное приготовление двигателя и его систем к пуску, пуск двигателя и доведение нагрузки до 50% от полной без предварительного прогрева двигателя. Поэтому при экстренном приготовлении дизельной установки обслуживающий персонал должен отлично знать свои обязанности в соответствии с инструкцией, отработанной для каждого типа дизельной установки.

Количество и объем операций, выполняемых при экстренном приготовлении дизельной установки к действию, ничем не отличаются от таковых при нормальном приготовлении. Однако продолжительность выполнения каждой операции (проворачивание коленчатого вала двигателя, прокачка двигателя маслом и т. д.) сокращается до минимума. Для предотвращения возможных ошибок, могущих привести к поломке или аварии двигателя, обслуживающий персонал должен быть особенно внимательным.

Включение двигателя под нагрузку без предварительного прогрева и сокращение времени с момента пуска до момента, когда двигатель начнет работать на полную мощность, приводят к нарушению нормального теплового режима, возникновению дополнительных тепловых и механических напряжений в двигателе, могущих привести в некоторых случаях к задиру поршней, образованию трещин в деталях и другим повреждениям, к интенсивному износу трущихся деталей. Поэтому во время экстренного пуска и доведения нагрузки двигателя до полной необходимо:

внимательно следить за смазкой двигателя. Давление масла в системе двигателя поддерживать несколько больше обычного, но не выше верхнего предела, установленного для каждого типа двигателей;

через каждые 3—5 мин контролировать температуру выпускных газов, стремиться не допускать перегрузку двигателя;

путем перепуска отходящей охлаждающей воды в приемную полость насоса поддерживать температуру воды в двигателе с забортным охлаждением в пределах 65—70° С; при достижении нормального теплового состояния температуру воды понизить до 50° С;

внимательно прослушивать двигатель и при появлении ненормальных стуков снизить число оборотов, принять немедленные меры к выявлению и устранению причин стуков.

Каждый случай экстренного приготовления дизельной установки к действию должен быть записан в вахтенный машинный журнал.

§ 3. ОБСЛУЖИВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

РЕЖИМ ПРОГРЕВА И НАГРУЗКИ

Двигатель считается прогретым, когда при установившемся режиме нагрузки и постоянной температуре на входе масла и воды температура выходящих из двигателя масла и воды остается постоянной. Для двигателей с забортным охлаждением температура должна быть: выходящей воды 45—50° С, масла 60° С.

Для двигателей с замкнутой системой охлаждения температура должна быть: выходящей воды 70—80° С, масла 60° С.

Для двигателей, работающих на гребной винт, постепенная нагрузка при прогреве достигается повышением числа оборотов. При этом долевым нагрузкам соответствуют следующие числа оборотов:

Мощность в % от номинальной (долевая нагрузка)	Число оборотов в % от номинального
25	63
50	80
75	91

Продолжительность работы на долевых нагрузках определяется временем, в течение которого будет достигнута температура циркуляционного масла:

Долевая нагрузка, % от номинальной	Температура масла, °С
менее 25	18—20
25	35—40
50	45—50

После этого двигатель можно нагружать на большую мощность.

В условиях дрефтерного промысла до начала операций с орудиями лова, сопровождающихся частыми пусками, остановками и изменениями нагрузки двигателей, последние предварительно следует прогреть, как указано выше.

Если перед пуском двигателя, работающего на генератор, температура входящего циркуляционного масла ниже 15° С, то до принятия нагрузки 25% от номинальной мощности следует прогреть двигатель на оборотах холостого хода в течение 5—7 мин.

При температуре входящего циркуляционного масла выше 15° С двигатель на холостом ходу можно не прогревать. В этом случае непосредственно после пуска двигатель можно нагрузить на 25% номинальной мощности. Дальнейший режим прогрева аналогичен сказанному ранее.

В летнее время или в случае прогретого двигателя (температура масла 20—30° С) время работы до принятия полной нагрузки можно сократить.

При экстренном пуске и прогреве двигателя, работающего на генератор, после достижения номинальных оборотов при температуре воды и масла на входе 25—30° С сразу можно принять 25% нагрузки, а через 2 мин — 75% нагрузки.

Во всех случаях включения двигателя под нагрузку или при переходе с одного режима на другой изменять число оборотов следует плавно, так как при резком изменении оборотов нарушается режим смазки и увеличиваются механические напряжения в деталях двигателя.

Работа двигателя на холостом ходу более 30 мин не рекомендуется, так как при этом ухудшается горение, загорают поршневые кольца, клапаны, сопла форсунок, а также возможно разжижение картерного масла несгоревшим топливом.

С целью ускорения прогрева двигателя производится перепуск части или всей охлаждающей воды в приемную полость охлаждающего насоса.

При прогреве двигателя нельзя допускать резкого повышения температуры охлаждающей воды и смазочного масла.

Резкое повышение температуры в системе охлаждения приводит к перегреву двигателя и интенсивному отложению накипи в зарубашечном пространстве. Двигатель лучше охлаждать большим количеством теплой воды, чем малым количеством холодной.

В случае резкого повышения температуры охлаждающей воды и смазочного масла понижать температуру следует посредством постепенного открытия клапанов перепуска воды за борт в системе забортного охлаждения или на холодильник в системе замкнутого охлаждения.

Если двигатель, оборудованный системой забортного охлаждения, пускается после кратковременной остановки, когда он еще не остыл, то с пуском двигателя воду к нему следует подавать сначала в малом количестве, постепенно увеличивая количество подаваемой воды, пока не установится необходимая температура.

ОБСЛУЖИВАНИЕ ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ

Основные задачи при обслуживании дизельной установки во время работы следующие:

обеспечить необходимый ход и маневрирование судна;
обеспечить надежную работу дизельной установки, исключая возможность поломок и аварий;

получить от двигателя необходимую мощность при минимальном расходе топлива;

сохранить хорошее техническое состояние дизельной установки длительное время.

Поэтому во время работы дизельной установки обслуживающий персонал должен тщательно обслуживать двигатель, валопровод, системы и механизмы, обеспечивающие работу двигателя, и вести постоянный контроль за их работой по контрольно-измерительным приборам путем осмотров и прослушивания.

Контроль за работой и обслуживание двигателя и валопровода

Обслуживание двигателя и контроль за его работой заключаются в поддержании на требуемом уровне величин показателей его рабочего процесса, а также в обеспечении нормальных условий работы для всех его узлов и механизмов. Рабочий процесс двигателя и состояние его регулировки контролируют

путем регулярных замеров основных показателей работы двигателя.

Равномерность распределения нагрузки по цилиндрам определяют с помощью пиметра и замеров температуры выхлопных газов.

Среднее индикаторное давление по времени p_{it} в отдельных цилиндрах не должно отличаться более чем на $\pm 3\%$ от среднего арифметического значения давления для всех цилиндров.

Температуру выпускных газов у отдельных цилиндров контролируют не реже, чем через час работы двигателя. На полной мощности двигателя температура выпускных газов у отдельных цилиндров не должна отличаться более чем на $\pm 5\%$ от средней температуры для всех цилиндров.

Наибольшая допустимая температура выпускных газов по цилиндрам на полной нагрузке не должна быть для двигателей типа *NVD-48* выше 380°C и двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24* выше 400°C .

Повышение температуры выпускных газов сверх допустимой может вызвать интенсивное нагарообразование, обгорание поршней и клапанов, залегание поршневых колец, заедание поршней, образование трещин в крышках и втулках цилиндров и свидетельствует о поздней подаче топлива, плохой работе топливной аппаратуры, пропуске выпускных клапанов или о перегрузке двигателя.

Давление сжатия p_c характеризует состояние деталей цилиндра-поршневой группы (главным образом поршневых колец и клапанов). Замеряют его снятием гребенки с помощью механического индикатора. При этом двигатель должен быть нагружен примерно на 75% от номинальной мощности.

Нормальная величина давления сжатия для двигателей всех типов должна составлять $34\text{—}40\text{ кг/см}^2$.

Давление сжатия в разных цилиндрах не должно отличаться более чем на $\pm 2,5\%$ от среднего арифметического значения давления во всех цилиндрах.

Максимальное давление горения p_z в цилиндрах контролируют также с помощью механического индикатора или пиметра при номинальной мощности двигателя. Для двигателей всех типов p_z должно составлять $52\text{—}55\text{ кг/см}^2$.

Максимальное давление горения в каждом из цилиндров не должно отличаться более чем на $\pm 4\%$ от средней арифметической величины максимального давления горения всех цилиндров.

Показатели p_{it} , p_c и p_z при нормальной работе форсунок рекомендуется замерять один раз в неделю.

При обнаружении отступлений в показаниях штатных контрольно-измерительных приборов от допустимых пределов необходимо немедленно проверить исправность топливной аппаратуры и замерить $p_{и}$, p_c и p_z .

Удельный расход топлива является одним из основных показателей технического состояния двигателя, поэтому его надо замерять не реже одного раза в год и после каждого текущего и капитального ремонта.

Методика замера расхода топлива приведена в конце пособия.

Если техническое состояние двигателя удовлетворительное и он отрегулирован правильно, то при номинальной нагрузке удельный расход топлива не должен превышать величин, приведенных в табл. 2.

Качество сгорания топлива в цилиндрах может быть проконтролировано по цвету выпускных газов. Поэтому в течение каждой вахты следует периодически наблюдать за цветом отходящих газов.

При хорошем процессе сгорания на полной нагрузке двигателя выхлопные газы, выходящие из трубы, должны быть бесцветными или слегка окрашенными в светло-серый цвет. При плохом сгорании топлива или при перегрузке двигателя дымность увеличивается.

Осмотр двигателя и проверка состояния всех доступных для осмотра движущихся и трущихся частей производится не реже, чем через каждый час работы двигателя.

Нагрев крышек цилиндров, блока цилиндров и других частей проверяют на ощупь.

При проверке особое внимание следует обращать на нижнюю часть блока цилиндров, т. е. на район расположения упорного подшипника и подшипников коленчатого вала.

При повышенном нагревании подшипников необходимо снизить нагрузку и установить усиленное наблюдение за их состоянием. При значительном нагреве подшипников следует остановить двигатель, предварительно сообщив об этом на командный мостик, определить и устранить причины, приводящие к перегреву подшипников.

При появлении ненормальных стуков и шумов необходимо установить их место и причину появления и устранить последнюю.

Если на ходу сделать это невозможно, то двигатель надо остановить. Останавливать двигатель во всех случаях можно только по разрешению, полученному с командного мостика.

Если во время работы двигателя наблюдается нагрев топливного насоса и форсуночной трубки при одновременном усилении гидравлического удара во время нагнетания в форсуноч-

ной трубке, это указывает на засорение сопла. При «зависании» иглы будет иметь место повышение температуры выпускных газов и охлаждающей воды данного цилиндра и повышенная дымность выхлопа.

Нагрев какого-либо патрубка, подводящего пусковой воздух к цилиндру, может быть вызван неплотностью пускового клапана данного цилиндра.

При контроле за работой регулятора необходимо обращать внимание на то, чтобы привод от регулятора к топливным насосам передвигался легко и плавно без резких толчков. Отсутствие легкости и плавности в передвижении привода регулятора указывает на неисправность работы регуляторов или заедание в одной из плунжерных пар топливных насосов.

К ненормальной работе двигателя и повреждениям клапанов, их приводов и крышек цилиндров может привести нарушение газораспределения. Поэтому при неработающем двигателе следует регулярно проверять зазоры между рычагами и шпинделями клапанов. Величины установочных зазоров в приводе клапанов приведены в табл. 2.

При обслуживании двигателя необходимо также следить за появлением вибрации.

Если будет обнаружена повышенная вибрация двигателя (участка валопровода или корпуса), необходимо принять меры к выявлению причин и их устранению.

Одной из причин повышенной вибрации может быть работа двигателей на критических или близких к ним числах оборотов, а также повреждение гребного винта.

Проведенные Гипрорыбфлотом испытания на различных типах рыбопромысловых судов показали, что у всех двигателей типа *NVD* имеются отдельные участки в диапазоне рабочих чисел оборотов, при которых возникают повышенные крутильные колебания и вибрация, распространяющаяся на корпус судна, приборы и устройства.

Чтобы сохранить нормальное техническое состояние силовой установки, а также избежать влияния на корпус судна нежелательных вибрационных нагрузок, не рекомендуется эксплуатировать двигатели в зоне этих чисел оборотов. Нерекомендуемые для работы зоны чисел оборотов двигателей типа *NVD* приведены в табл. 4.

Некоторые из этих зон чисел оборотов, при которых возникают повышенные крутильные колебания, могут быть запретными, так как при таких числах оборотов возникают недопустимо большие дополнительные напряжения в коленчатом валу и валопроводе. Такие опасные зоны обычно отмечены на тахометре красным цветом.

Числа оборотов, вызывающие повышенную вибрацию, не всегда совпадают с числами оборотов, при которых возникают

Таблица 4

Марка двигателя $N_э$ э. л. с. n_n об/мин	Тип судна	Нерекомендуемые зоны чисел оборотов в минуту	
		вызывающие повышенные крутильные колебания	вызывающие повышенную вибрацию
8NVD - 36 <u>300</u> 360	СРТ пр. 391 серия 100, 4000	220—235 260—270	220—235
	То же, серия 400**, 800	200—220 250—270	200—220 (230—260)***
	То же, серия 400*, НИС	190—210 240—260 свыше 300	190—210
6NVD - 48 <u>400</u> 275	То же, серия 154	200—220	255—270
	То же, серия 4000	210—225	150—170
8NVD - 48, <u>540</u> 275	СРТР типа «Океан»	200—220	160—170
8NVD - 48А, <u>800</u> 300	СРТМ пр. 502 с ВФШ	245—260	245—260
	РТМ пр. 502 с ВРШ	205—220	205—220
4NVD - 24 и 6NVD - 24, <u>100 и 150</u> 750	СРТ и СРТР	Нет****	Нет**** 700—710

* СРТ серии 400 с фирменным гребным валом.

** СРТ серии 400 с измененным гребным валом.

*** СРТ 689 (серия 600).

**** Для номинального режима при $n = 750$ об/мин.

повышенные крутильные колебания. Последние в таких случаях могут быть обнаружены путем торсиографирования.

Необходимо иметь в виду, что на различных судах критические числа оборотов одних и тех же двигателей могут несколько отличаться от приведенных в табл. 4, что объясняется некоторым различием в техническом состоянии самих двигателей, валопроводов, гребных винтов, корпусных конструкций.

Чтобы обеспечить надежную работу систем, обслуживающих главный двигатель, необходимо периодически, не реже одного раза за вахту, осматривать соединения топливных, масляных и водяных трубопроводов на двигателе для выявления и устранения подтеканий. Регулярно следует также осматривать трюм, осушая его по мере надобности.

В целях безопасности при обслуживании дизельной установки недопустимо протирать ветошью или тканью движущиеся части, надевать и снимать одежду вблизи работающего двигателя.

При контроле и обслуживании валопровода необходимо периодически наблюдать за работой опорных подшипников, дейдвудного сальника, механизма отбора мощности, датчика электротахометра, не допуская повышения температуры их выше 60—65° С.

Во всех случаях ненормального повышения температуры опорного подшипника валопровода, механизма отбора мощности необходимо уменьшить число оборотов двигателя и, если это не приведет к нужному эффекту, остановить двигатель для выявления и устранения причин повышенного нагрева.

Причиной повышенного нагрева дейдвудных сальников может быть его чрезмерная затяжка. Затяжка дейдвудного сальника должна быть такой, чтобы была обеспечена нормальная температура и отсутствовало бы недопустимое подтекание воды.

Перегрузка упорного подшипника и повышение его температуры вплоть до выплавления белого металла или выдавливания поперечной перегородки может произойти не только от неисправности упорного подшипника или валопровода, но и при следующих обстоятельствах:

когда судно буксирует другое судно со скоростью, при которой давление на упорный подшипник превышает допустимое при работе на швартовах, при работе в упор в стенку или при плавании судна во льдах;

при попытке судна сняться своим ходом с мели, когда может быть развита большая мощность при нулевой скорости хода судна;

при намотке сетей на винт.

Во избежание перегрузки двигателя и упорного подшипника в первых двух случаях число оборотов гребного вала не должно превышать 70—75% числа оборотов полного хода.

В последнем случае, как только будет замечено, что на винт намотано, следует немедленно остановить двигатель. До освобождения винта работа двигателя на винт недопустима.

При обслуживании валопровода необходимо регулярно следить за подачей воды и смазки к втулкам дейдвудной трубы и подтягивать колпачковые масленки.

КОНТРОЛЬ И ОБСЛУЖИВАНИЕ СИСТЕМ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РАБОТУ ДВИГАТЕЛЯ

Система водяного охлаждения

Система водяного охлаждения должна обеспечивать нормальный теплоотвод от двигателя с равномерным его распределением по всем цилиндрам на различных режимах нагрузки.

При охлаждении двигателя забортной водой температуру воды, выходящей из каждого цилиндра, следует поддерживать в пределах 45—50° С на любом установившемся режиме работы двигателя.

Разность температур охлаждающей воды по цилиндрам не должна превышать 5°. Количество подаваемой для охлаждения воды регулируется перепускным клапаном водяного насоса.

Чтобы уравнять температуру, отходящей воды по цилиндрам, открывают или прикрывают шиберные краны на патрубках для отвода воды из крышек в выхлопной коллектор.

При низкой температуре охлаждающей воды и при малой нагрузке двигателя температуру охлаждающей забортной воды следует поддерживать в требуемых пределах путем перепуска отходящей воды в приемную полость водяного насоса.

При охлаждении двигателя пресной водой по замкнутой системе температуру отходящей из двигателя воды нужно поддерживать в пределах 70—80° С. Количество подаваемой в двигатель пресной воды регулируется краном 32 (см. рис. 53) и краном 3 (см. рис. 54).

Повышение температуры отходящей из двигателя воды выше допустимых пределов приведет к интенсивному отложению солей в зарубашечном пространстве (при забортном охлаждении) и к вскипанию воды и образованию паровой подушки (при замкнутом охлаждении), что вызовет перегрев двигателя.

При охлаждении двигателя пресной водой по замкнутой системе не следует допускать большого перепада температуры воды при проходе через холодильник.

При нормальных условиях перепад температуры должен составлять 10—15°.

Необходимое количество забортной воды для охлаждения пресной воды с указанным температурным перепадом регулируется перепускным клапаном поршневого насоса забортной воды.

Если по какой-либо причине (недостаток воды и пр.) весь двигатель или отдельные его цилиндры перегреваются, то ни в коем случае нельзя допускать резкого увеличения притока воды во избежание образования трещин при попадании холодной воды на перегретые детали двигателя.

В этом случае необходимо уменьшить нагрузку и число оборотов и охладить двигатель или отдельные цилиндры, постепенно увеличивая подачу воды.

Когда при регулировке температуры воды, выходящей из крышек цилиндров, количество воды, необходимое для поддержания положенной температуры какого-либо цилиндра, резко отличается от количества, нужного для других цилиндров (что видно по положению шибера на патрубках), то это указывает либо на перегрузку этого цилиндра, либо на засорение каналов для прохода воды через зарубашечное пространство цилиндра. В этом случае необходимо проверить распределение нагрузки по цилиндрам. Если нагрузка по цилиндрам окажется одинаковой, значит засорены каналы для прохода воды в перегретом цилиндре.

В первом случае необходимо отрегулировать нагрузку по цилиндрам, во втором — снизить нагрузку перегревающегося цилиндра (уменьшив подачу топлива) и при первой же возможности устранить неисправности.

При выходе из строя охлаждающего насоса охлаждение двигателя может быть обеспечено переключением на подачу воды резервным насосом или переводом двигателя на аварийное охлаждение от пожарной магистрали.

Давление в системе охлаждения во всех случаях не должно превышать более 1 кг/см^2 .

Система смазки

При работе двигателя особенно внимательно следует наблюдать за работой системы смазки, поддерживая температуру выходящего из двигателя масла не более 60°C .

Давление масла на эксплуатационных режимах после фильтра должно быть следующее:

Тип двигателя	Давление, кг/см^2
NVD - 48	1,5—2,0
NVD - 36	1,2—1,5
NVD - 24	1,0—1,4

Во время работы двигателя на номинальном числе оборотов недопустимо снижать давление масла ниже 1 кг/см^2 и ниже $0,4 — 0,5 \text{ кг/см}^2$ на оборотах, близких к минимальным устойчивым.

Показания давления и температуры записывают в вахтенном машинном журнале через каждый час работы двигателя.

При пуске холодного двигателя давление масла в системе смазки вследствие его повышенной вязкости может чрезмерно

повыситься. Вследствие этого могут нарушиться уплотнения и разрушиться отдельные места системы. В этом случае для предотвращения повышения давления масла число оборотов при пуске необходимо снижать.

При работе двигателя давление масла в системе смазки может оказаться ниже предельно допустимой величины. При этом температура его может чрезмерно повышаться. Работа двигателя с такими показателями недопустима, так как это может привести к аварии. Поэтому при падении давления в системе смазки ниже предельно допустимой величины и при чрезмерном повышении температуры необходимо немедленно остановить двигатель для определения и устранения неисправностей.

Смазка рабочих цилиндров двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* от лубризатора должна быть отрегулирована так, чтобы не было излишне обильной подачи во избежание сгорания масла и загорания поршней и поршневых колец.

Ориентировочно для новых двигателей типа *NVD-36* подача масла должна равняться 3—4 каплям, а после 100 ч работы — 1,5—2 каплям на один поворот вала лубризатора.

Для новых двигателей типа *NVD-48* подача масла должна составлять 4—6 капель и после 100 ч работы — 2,5—3 капли на один поворот вала лубризатора.

При прогревом двигателя не следует допускать перепада давления до и после сетчатого масляного фильтра более 0,5 кг/см². Если перепад давления будет больше допустимого, фильтр следует немедленно очистить.

Во время очистки масляных фильтров необходимо обращать особое внимание на наличие в шламе, отложившемся в сетках, металлических частиц и блесков. Наличие в шламе большого количества металлических частиц и блесков указывает на работу рабочих поверхностей деталей или подплавление подшипников.

Пластинчатый фильтр двигателей типа *NVD-24* очищают (вращая рукоятку на ходу двигателя) не реже, чем через каждые 2 ч работы.

Если во время работы двигателя при одном и том же числе оборотов будет обнаружено, что перепад давления в сетчатых фильтрах заметно снизился, это указывает на то, что одна или несколько сеток порваны. Дефектные вставки необходимо немедленно заменить.

Работа двигателя с неисправными сетками недопустима.

Нельзя забывать о необходимости регулярной смазки деталей, для которых предусмотрена ручная смазка.

Через каждые 4 ч необходимо смазывать впускные и выпускные клапаны несколькими каплями смеси, состоящей из равных частей дизельного масла и топлива; толкатели и клапанные рычаги надо смазывать чистым маслом через каждые 8 ч.

Колпачковые масленки следует подтягивать 1—2 раза за вахту.

Перед пуском и через каждый час работы следует проверять уровень масла в двигателе. Падение уровня масла не должно быть ниже допустимого предела. Быстрое падение уровня масла указывает на значительную утечку масла в трюм или охлаждающую воду через неплотности в масляном холодильнике.

Сравнительно быстрое падение уровня масла может быть вызвано повышенным его расходом из-за чрезмерного износа поршневых колец.

Повышение же уровня масла в картере указывает на попадание в масло воды или топлива. В случаях быстрого падения или повышения уровня масла двигатель необходимо остановить, определить причину повышения или понижения уровня масла и устранить ее.

Работа на масле, в которое попала вода, недопустима. При попадании в масло воды следует путем неоднократной прокачки масляной системы чистым маслом при одновременном проворачивании коленчатого вала удалить все загрязненное масло из двигателя и его системы.

У двигателей типа *NVD-24* особенно часто наблюдается попадание топлива в картерное масло, что приводит к его разжижению.

Причинами попадания топлива в картер двигателей этого типа могут быть:

- наличие неплотностей в районе полки топливных насосов;
- длительная работа на малых нагрузках, оборотах холостого хода, а также работа на пониженном числе оборотов;
- неудовлетворительная работа форсунок. Зависание игл, некачественное распыливание топлива, подтекание вследствие неплотности по посадочному конусу иглы;
- неудовлетворительная регулировка двигателя в холодном и горячем состоянии;
- плохое качество топлива;
- использование распылителей с углом распыливания топлива, отличным от оптимального (оптимальный угол $\beta = 130^\circ$);
- износ деталей цилиндра-поршневой группы, превышающий предельно допустимые значения. Это может ухудшить рабочий процесс и привести к неполному сгоранию топлива.

Признаками попадания топлива в картерное масло могут служить значительное понижение давления в масляной системе, повышение уровня масла и уменьшение его маслянистости. Маслянистость (вязкость) можно определить анализом, а если нет такой возможности, надо растереть масло на ладони и сравнить его со свежим маслом. Масло, потерявшее вязкость вследствие разжижения его топливом, необходимо заменить на свежее. Если анализ масла не произведен до его замены, то сле-

дует оставить от заменяемого масла пробу для лабораторного анализа.

Каждый раз при разжижении масла дизельным топливом необходимо выяснить причину попадания топлива в масло и принять все меры к ее устранению.

Топливная система

От хорошей работы топливной системы в большой степени зависят полнота сгорания топлива в двигателе, исправная работа топливной аппаратуры и другие показатели. Поэтому топливный трубопровод надо держать под постоянным наблюдением. Обнаруженные неплотности должны быть немедленно устранены. Необходимо примерно через каждые 4 ч работы двигателя спускать отстой из расходной топливной цистерны, своевременно заполнять ее, не допуская понижения уровня топлива ниже установленного.

Топливные фильтры необходимо периодически чистить и промывать керосином. В исправном состоянии следует поддерживать привод общего запорного клапана цистерны расходного топлива.

Система пускового воздуха

Для обеспечения пусков двигателя и производства маневров, вызываемых обстановкой или связанных с выполнением задания судном, воздухохранители всегда должны быть заполнены воздухом до рабочего давления.

Поэтому после каждого пуска двигателя запас пускового воздуха надо сразу пополнять.

Перед окончанием заполнения воздухохранителей следует продувать из них скопившуюся влагу. При заполнении воздухохранителей необходимо проверять исправность и правильность регулировки предохранительных и редуционных клапанов.

Необходимо также следить за правильностью показаний манометров в системе пускового воздуха, отсутствием утечек и наблюдать за исправностью крепления трубопроводов пускового воздуха, как и трубопроводов всех систем, с тем чтобы не допустить их повреждения.

РЕВЕРСИРОВАНИЕ

Реверсирование двигателя необходимо при производстве маневров судном.

При реверсировании пусковую рукоятку ставят в положение «стоп».

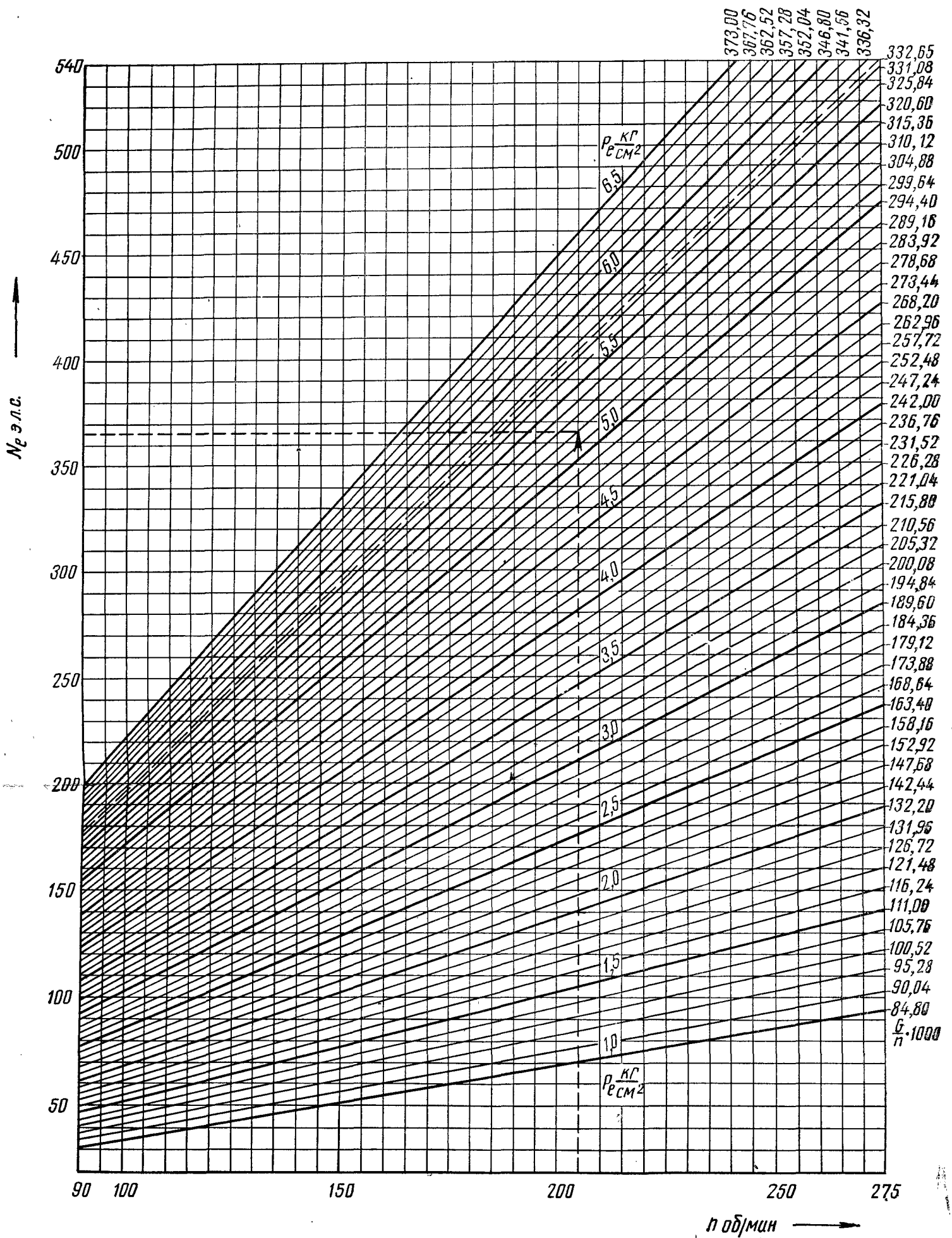


Рис. 115. Номограмма для определения нагрузки на двигатель 8NVD-48 по параметру $\frac{G}{n} \cdot 1000$.

Пример: $n = 205$ об/мин, $\frac{G}{n} \cdot 1000 = 304,88$, $N_e = 365$ э. л. с.

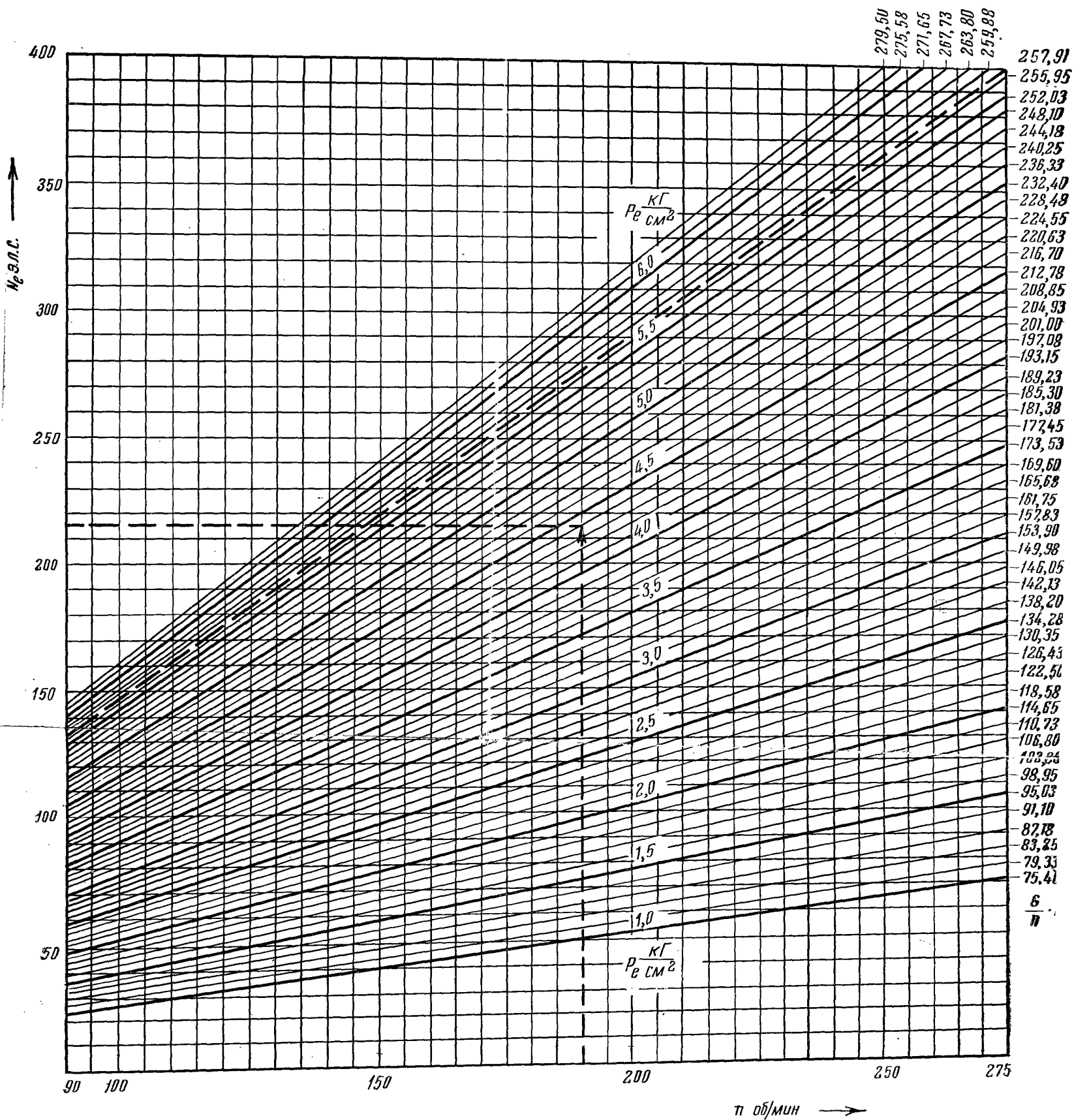


Рис. 116. Номограмма для определения нагрузки на двигатель 6NVD-48 по параметру $\frac{G}{n} \cdot 1000$.

Пример: $n = 190$ об/мин, $\frac{G}{n} \cdot 1000 = 208,85$, $N_e = 216$ э. л. с.

После того как двигатель начнет останавливаться, рукоятку реверса переводят в указанное по машинному телеграфу положение. Как только двигатель остановится, пуск его осуществляют в соответствии с изложенным в главе III.

При частых пусках и реверсах в течение продолжительного времени (например, при выборе дрейфтерных сетей) рекомендуется систему циркуляционной смазки переключать на прокачку резервным масляным электронасосом.

Если необходимо произвести экстренный реверс при любых ходах судна, пускать двигатель в новом направлении можно немедленно после установки пускового рычага в положение «стоп», а рычага реверса — в заданное положение, не ожидая остановки двигателя.

При этом указательная стрелка пружинных весов регулятора должна быть установлена в положение, соответствующее малому ходу.

При переводе пусковой рукоятки в положение «пуск» пусковой воздух, поступая в рабочие цилиндры, вызывает быстрое торможение вращения вала до остановки, после чего начинает вращать коленчатый вал в обратном направлении.

Продолжительность процесса пуска двигателя при реверсе можно уменьшить снятием компрессии цилиндров посредством установки рычага реверса в среднее положение перед переводом его в крайнее положение — «вперед», «назад».

Экстренный реверс можно производить при крайней необходимости, так как при этом возникают повышенные напряжения в деталях двигателя.

Следует помнить, что пуски и реверсы двигателя вообще, а особенно часто повторяющиеся, вредно сказываются на его техническом состоянии, так как при этом увеличиваются нагарообразование, износ и другие вредные последствия, сокращающие межремонтный период. Поэтому, если нет объективной необходимости, не следует допускать частых пусков и реверсов.

§ 4. ВЫВОД ДИЗЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ИЗ ДЕЙСТВИЯ

Перед каждой остановкой двигателя следует проверять наличие воздуха в пусковых баллонах и пополнять их до рабочего давления. При выводе дизельной установки из действия необходимо сначала снизить число оборотов двигателя (уменьшить нагрузку у приводных двигателей дизель-генераторных агрегатов) и дать ему проработать 5—8 мин, а затем перевести рукоятку в положение «стоп» и открыть декомпрессионные клапаны. Запорные устройства систем, а также механизмы, обслуживающие двигатель, следует привести в исходное положение.

Сразу после остановки двигатель прокачивают маслом с помощью ручного или резервного масляного насоса. При этом коленчатый вал обязательно нужно проворачивать вручную при открытых декомпрессионных клапанах. Если двигатель охлаждается заборной водой, то во избежание повышения температуры воды в водяной его полости свыше $50\text{--}55^{\circ}\text{C}$ двигатель также после остановки необходимо прокачать водой от резервных средств охлаждения.

При прокачивании двигателя маслом лючки картера надо открыть для проверки крепления деталей движения, степени нагрева мотылевых и рамовых подшипников, а также для того, чтобы проверить из всех ли подшипников вытекает масло. Если остановка двигателя кратковременная и сомнений в работе подшипников нет, картер его можно не вскрывать. Если в ближайшее время двигатель пускать не предполагают, клапаны на магистралях следует перекрыть. Останавливать двигатель с полного хода без особой на то надобности нельзя, так как это вредно отражается на его деталях.

Внезапная остановка двигателя, работающего на полной или близкой к ней мощности, вызывает из-за прекращения циркуляции смазочного масла и воды значительный нагрев деталей движения. Поэтому после внезапной остановки необходимо немедленно прокачать двигатель маслом в течение $4\text{--}5$ мин, как и в случае нормальной остановки, проворачивая коленчатый вал вручную при открытых декомпрессионных клапанах. Циркуляция охлаждающей воды должна производиться до тех пор, пока температура воды, отходящей от двигателей, не снизится до 40°C .

После остановки двигателя надо осмотреть движение, валопровод и вспомогательные механизмы. Двигатель и вспомогательные механизмы следует обтереть насухо, а их трущиеся части, неприсоединенные к маслопроводу, и чисто обработанные наружные поверхности — смазать чистым маслом вручную. Все замеченные во время работы дефекты необходимо устранить.

В холодное время года при температуре в машинном помещении ниже 5°C двигатель и водяные магистрали должны быть осушены. Осушение производится после того, как температура воды в двигателе понизится до $20\text{--}25^{\circ}\text{C}$. При замкнутой системе охлаждения воду из двигателя можно не спускать, но в этом случае надо ввести в нее антифриз.

Глава IV

РЕЖИМЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ НА СУДНЕ

§ 1. РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Режимы работы двигателя на судне определяются величиной крутящего момента на коленчатом валу и числом оборотов. Тепловая нагрузка и мощность двигателя при данном числе оборотов повышаются с увеличением крутящего момента.

Различают следующие режимы работы судовых двигателей: установившиеся — при постоянном числе оборотов и постоянном крутящем моменте на коленчатом валу; неустановившиеся (переходные) — при изменении числа оборотов и крутящего момента на валу двигателя; особые.

К установившимся режимам работы двигателя относятся: работа на винт (малый, средний, полный и самый полный свободный ход); работа на винт при буксировке трала или другого судна; работа на генератор при постоянной нагрузке последнего.

К неустановившимся режимам работы двигателя относятся: работа при пусках, прогреве и остановках; работа при переходе с одного установившегося скоростного режима на другой (постановка и выборка дрефтерного порядка, спуск и подъем трала и пр.); работа на винт при разгоне судна; работа в момент реверсирования двигателя и разгона судна на задний ход; работа на генератор при «сбросах» и «приемах» электрической нагрузки (включение и выключение электропотребителей).

Особыми режимами могут быть: работа двигателей с повышенным сопротивлением в выпускном тракте вследствие большого скопления сажи и маслянистых осадков в трубопроводе и глушителе; работа с неполным числом цилиндров.

Следует учитывать, что к нагрузке двигателя при нормальных условиях на всех встречающихся в практике перечисленных выше режимах может прибавляться нагрузка от дополнительных факторов: гидрометеорологических условий (ветер, волна, течение); движения судна на мелкой воде; значительного обрастания подводной части корпуса; движения судна при циркуляции; пла-

вания в битом льду; плавания с ненормальным дифференлом или перегрузкой судна; плавания с поврежденным гребным винтом или когда элементы гребного винта и число его оборотов не соответствуют расчетным для данного типа судна.

Недопустимая перегрузка двигателя во всех случаях его работы не должна иметь место.

К перегрузке двигателя может привести повышение числа оборотов вала его выше установленного для данного режима.

Для того чтобы не перегрузить двигатель, необходимо учитывать изменение барометрического давления и температуры воздуха на стороне всасывания. Величина номинальной мощности двигателя должна быть уменьшена примерно на 4% на каждые 10° повышения температуры воздуха сверх 20° С, а также при уменьшении барометрического давления на каждые 25 мм рт. ст. ниже 760 мм.

Следует также помнить, что перегрузка двигателя может быть не только от воздействия внешних причин (постоянных и дополнительных факторов), но и от неправильного осуществления маневров двигателя.

С целью предупреждения перегрузки двигателя в момент трогания с места не рекомендуется резко увеличивать число оборотов, так как в этом случае момент сопротивления может превысить крутящий момент на валу двигателя на полном ходу.

При реверсировании двигателя с переднего или заднего хода непосредственно после реверсирования не рекомендуется увеличивать число оборотов свыше числа оборотов среднего хода.

При числе оборотов заднего хода, равном числу оборотов полного хода вперед, момент сопротивления может превысить номинальный момент на валу двигателя в несколько раз. В период реверсирования с заднего хода на передний крутящий момент также резко возрастает.

В особых случаях, когда необходимо изменить направление вращения двигателя на ходу судна, разрешается производить реверсирование, не ожидая снижения числа оборотов до оборотов, соответствующих малому ходу; при этом двигатель должен проработать 5—6 сек на пусковом воздухе, затем можно перевести его на топливо.

При переходе судна с глубокой воды на мелководье сопротивление воды движению судна сильно возрастает, поэтому для предохранения главного двигателя от перегрузки число оборотов необходимо несколько снизить.

Значительная перегрузка двигателя может наблюдаться при работе на швартовах, когда число оборотов будет выше допустимого. При работе на швартовах наибольшее число оборотов главного двигателя устанавливается швартовой характеристикой; как правило, оно не должно превышать 70—75% от номинального числа оборотов.

Если двигатель работает при перегрузке, увеличивается трение, повышается температура трущихся частей, выпускных газов, увеличиваются тепловая нагрузка и тепловые напряжения, перегреваются клапаны и цилиндры, ухудшаются условия смазки, плохо сгорает топливо, значительная часть которого догорает в период расширения газов в цилиндре и, как следствие этого, повышается удельный расход топлива, появляется интенсивное нагарообразование и увеличивается износ трущихся поверхностей деталей.

Если навигационные или другие условия вынуждают допустить временную перегрузку, то двигатель следует интенсивно охлаждать и по возможности форсировать его смазку.

При этом необходимо также усилить наблюдение за работой двигателя, возникающими ненормальными шумами и стуками.

Через каждые четверть часа следует осматривать двигатель и проверять на ощупь температуру доступных трущихся частей в неопасных для проверки местах.

Величины допустимых чисел оборотов на различных режимах работы двигателя можно определять из его характеристик.

§ 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОТЫ

Зависимости каких-либо основных показателей работы двигателя от других показателей или факторов, влияющих на его работу, называются характеристиками работы двигателя. Они разделяются на скоростные и нагрузочные.

Скоростные характеристики выражают зависимость основных показателей работы двигателя от числа оборотов.

К скоростным характеристикам относятся внешние, ограничительные и винтовые характеристики (рис. 55).

Внешней характеристикой предельных мощностей называется зависимость мощности от числа оборотов (снятая при упоре тяги— рейки топливных насосов в ограничитель подачи), соответствующего максимально достижимым средним индикаторным давлениям для всего рабочего диапазона чисел оборотов. Поскольку работа двигателя по внешней предельной характеристике сопровождается дымным выпуском, высоким расходом топлива, высокой температурой выпускных газов и нарушением теплового равновесия двигателя, в эксплуатации работа на внешней предельной характеристике или даже на отдельных точках этой характеристики недопустима.

Ограничительной характеристикой называется зависимость мощности от числа оборотов двигателя при постоянном крутящем моменте (среднем эффективном давлении). Ограничительная характеристика лежит ниже внешней и определяет верхний предел поля допустимых наибольших мощностей при длительной работе двигателя и без дымления. При построении

ограничительной характеристики за постоянный крутящий момент (среднее эффективное давление) принимают момент, соответствующий номинальной мощности двигателя при номинальном числе оборотов.

Ограничительная характеристика двигателя с постоянным крутящим моментом ($M_{\max} = \text{const}$) построена из выражения

$$N_e = \frac{M_{\max}}{716,2} n \text{ э. л. с.}$$

Постоянный крутящий момент M_{\max} определяется на номинальной мощности N_{eH} при номинальном числе оборотов n_H :

$$M_{\max} = \frac{716,2}{n_H} N_{eH} = \text{const.}$$

Подставив вместо M_{\max} его значение, получим окончательное выражение для построения ограничительной характеристики:

$$N_e = \frac{N_{eH}}{n_H} n = C_1 n \text{ э. л. с.},$$

где $C_1 = \frac{N_{eH}}{n_H} = \text{tg } \alpha$ — тангенс угла наклона прямой $N_e = f(n)$.

Винтовой характеристикой называется зависимость эффективной мощности от числа оборотов двигателя при работе его на винт.

При постоянном водоизмещении судна и всех прочих неизменных условиях мощность, потребляемая винтом, пропорциональна кубу его числа оборотов

$$N_e = An^3 \text{ э. л. с.}$$

Постоянная A определяется из условий номинальной нагрузки при номинальном числе оборотов:

$$A = \frac{N_{eH}}{n_H^3}.$$

При любом другом числе оборотов мощность, потребляемая винтом, определяется из выражения:

$$N_e = \left(\frac{n}{n_H}\right)^3 N_{eH} \text{ э. л. с.}$$

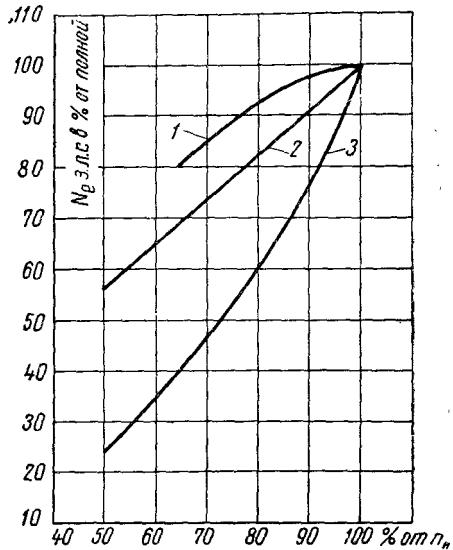


Рис. 55. Скоростные характеристики двигателя:

1 — внешняя, 2 — ограничительная, 3 — винтовая.

Если винт правильно спроектирован по основным элементам (диаметру, шагу и числу оборотов), то при отсутствии дополнительно воздействующих факторов, отмеченных ранее, точка пересечения винтовой характеристики с ограничительной (см. рис. 55) соответствует номинальной мощности при номинальном числе оборотов и определяет максимально допустимую нагрузку на двигатель.

При работе двигателя по винтовой характеристике не рекомендуется увеличивать число оборотов сверх номинальных, так как это может вызвать значительную перегрузку.

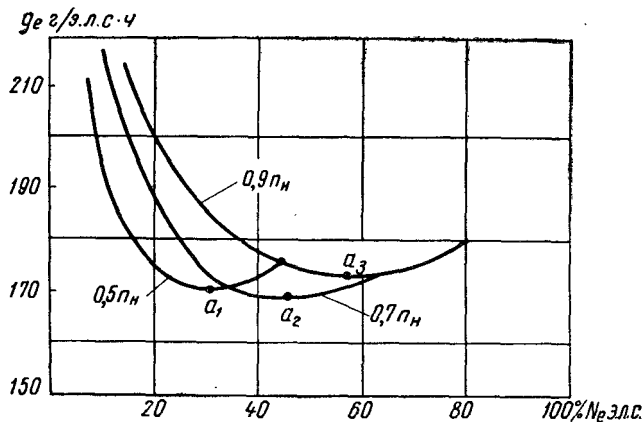


Рис. 56. Нагрузочные характеристики двигателя при $n = \text{const}$. a_1, a_2, a_3 — точки, которым соответствует наименьший удельный расход топлива.

При работе двигателя на малом ходу средняя температура рабочего цикла сильно снижается и нарушается равномерность распределения топлива по цилиндрам. Все это приводит к неустойчивой работе двигателя.

При вынужденной продолжительной работе двигателя на минимальном устойчивом числе оборотов необходимо: следить за тем, чтобы рабочие цилиндры не давали пропусков вспышек; правильно отрегулировать температуру охлаждающей воды, не допуская переохладения двигателя.

Нагрузочной характеристикой называется зависимость основных показателей работы двигателя (часового или удельного расхода топлива и др.) от мощности, крутящего момента или среднего эффективного давления при постоянном числе оборотов (рис. 56).

По таким характеристикам работают приводные двигатели в агрегатах дизель-генераторов.

Каждый скоростной режим содержит только одну наиболее выгодную точку (a_1, a_2, a_3), которой соответствует минимальный удельный расход топлива.

Имея несколько нагрузочных характеристик, снятых при различных числах оборотов, можно построить характеристику наиболее экономичной работы двигателя $N_{e_{эк}} = f(n)$, соответствующую минимальному расходу топлива.

СКОРОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD*

Ограничительные и винтовые характеристики для главных двигателей 8*NVD*-48, 6*NVD*-48 и 8*NVD*-36 приведены на рис. 57, 58, 59.

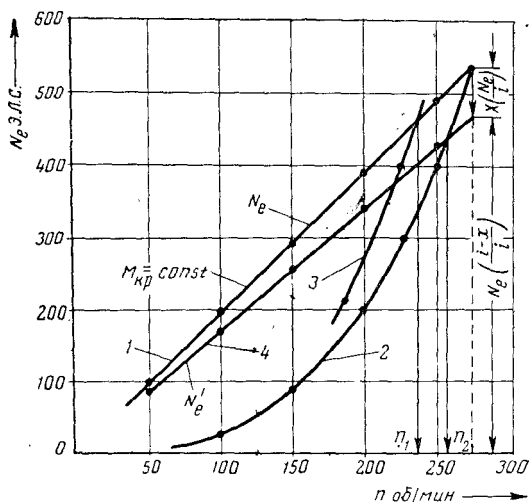


Рис. 57. Скоростные характеристики работы двигателя 8*NVD*-48:

1 — ограничительная при работе двигателя со всеми цилиндрами, 2 — винтовая при свободном ходе, 3 — винтовая при буксировке трала, 4 — ограничительная при работе двигателя с одним отключенным цилиндром.

Ограничительные характеристики 1 ($M_{кр} = const$) и винтовые характеристики 2 построены из условий, что двигатели развивают полную мощность при номинальном числе оборотов.

Характеристики 3 (буксировка трала) сняты при фактическом тралении на промысле.

Условия работы двигателей при этом были следующие: двигатель 8*NVD*-48 на судне СРТР «Океан». Траление проводилось щитковым и бесщитковым 27,0- и 27,1-метровыми тралами с овальными многощелевыми и обтекаемыми цельнометаллически-

ми досками. Средняя осадка судна 3,21 м, состояние моря 2 балла, сила ветра 4—6 баллов, глубина траления 100—150 м;

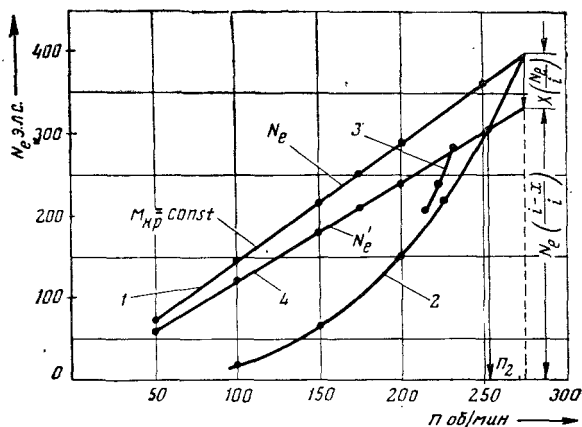


Рис. 58. Скоростные характеристики работы двигателя 6NVD-48 (наименование позиций см. рис. 57).

двигатель 6NVD-48 на судне СРТ-4288. Траление проводилось 28-метровым тралом на глубине 150 м при длине ваеров 500 м.

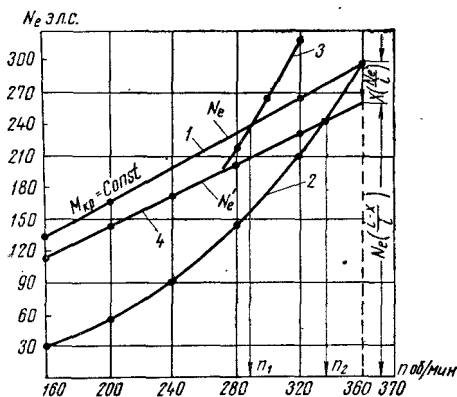


Рис. 59. Скоростные характеристики работы двигателя 8NVD-36 (наименование позиций см. рис. 57).

Средняя осадка судна 3,1 м, состояние моря 1—2 балла, ветер слабый, направление ветра 30°—80° в правый борт;

двигатель 8NVD-36 на судне СРТ-179. Траление проводилось 23-метровым тралом на глубине 160—170 м при длине вытравленных ваеров 450 м. Средняя осадка судна за время испытаний изменялась от 2,98 до 3,2 м. Состояние моря 3—5 баллов, сила ветра 4,5—9,5 м/сек, направление ветра 30—60° в правый борт.

По приведенным характеристикам предельное число оборотов при тралении может быть определено точкой пересечения ограничительной характеристики 1 с характеристикой траления 3.

Из рис. 57 и 59 видно, что при тралении судами типа СРТР «Океан» с двигателями 8NVD-48 и СРТ с двигателями 8NVD-36

предельное число оборотов не должно превышать соответственно 237 и 285 в минуту. При превышении во время траления указанного числа оборотов будет иметь место перегрузка двигателя.

При тралении судами типа СРТ с двигателями 6NVD-48 (см. рис. 58) имеется значительный запас по мощности до ограничительной характеристики 1 на всех режимах траления.

Если двигатель работает в условиях, отличающихся от указанных выше, о перегрузке его следует судить по температуре отходящих газов, которая ни на одном из рабочих режимов не должна превышать 380° С для двигателей типа NVD-48 и 400° С для двигателей типа NVD-36 и NVD-24.

СКОРОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВАРИЙНОГО РЕЖИМА ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА NVD

При эксплуатации двигателей могут быть случаи, когда по причине выхода из строя отдельных узлов и деталей появляется необходимость отключения одного из цилиндров.

При работе двигателя с отключенным цилиндром ограничительная характеристика эксплуатационных мощностей изменяется. Нагрузку двигателя в этом случае следует устанавливать по температуре и дымности выпускных газов, показаниям пиметра. Эти показатели не должны превышать значений, полученных при работе двигателя с таким же числом оборотов, но при полном числе цилиндров.

Новая ограничительная характеристика эксплуатационных мощностей двигателей 8NVD-48, 6NVD-48 и 8NVD-36 с одним отключенным цилиндром без выемки из него поршня представлена на кривой 4 на рис. 57, 58 и 59.

В этом случае для определения предельного числа оборотов свободного хода опускают перпендикуляр из точки пересечения новой ограничительной характеристики 4 с винтовой характеристикой 2 на ось числа оборотов.

Новую ограничительную характеристику 4 строят следующим образом.

Мощность одного цилиндра для ряда режимов работы двигателя по ограничительной характеристике 1, найденную делением соответствующей мощности двигателя на число цилиндров x в масштабе графиков, приведенных на рис. 57, 58 и 59, откладывают по вертикали вниз из соответствующих точек характеристики.

Соединяя линией концы этих отрезков, получают новую ограничительную характеристику двигателя без одного цилиндра.

Работа двигателя с отключенным цилиндром сопровождается увеличением степени неравномерности вращения коленчатого вала.

Неравномерность вращения при этом может превысить допустимые значения и привести к увеличению вибрации двигателя

и корпуса судна. Для уменьшения вибрации необходимо несколько уменьшить или увеличить число оборотов коленчатого вала.

НАГРУЗОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-24*

Нагрузочные характеристики приводных двигателей *4NVD-24* и *6NVD-24* в дизель-генераторных агрегатах, установленных на судах типа СРТ и СРТР, приведены на рис. 60. По этим характеристикам можно ориентировочно определить расход топлива на выработку электроэнергии. Для этого надо умножить общую нагрузку генератора (в *квт*), отложенную по оси абсцисс, на соот-

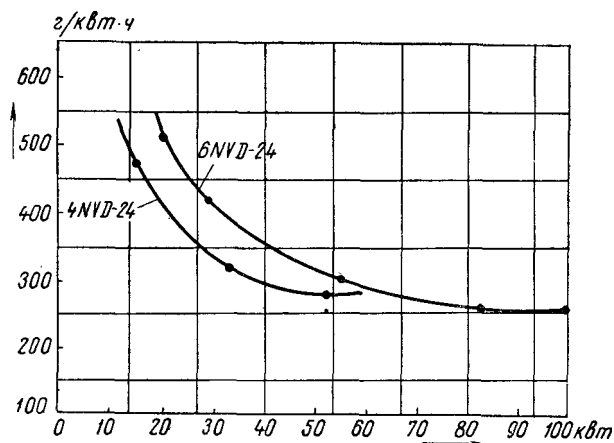


Рис. 60. Нагрузочные характеристики двигателей *4NVD-24* и *6NVD-24*, используемых в качестве приводных в дизель-генераторных агрегатах.

ветствующий удельный расход топлива (в *г/квт·ч*), отложенный по оси ординат.

Расход топлива в *кг/ч* двигателями *8NVD-48*, *6NVD-48* и *8NVD-36*, работающими на винт в режиме траления и свободного хода, может быть определен по графикам (рис. 61).

Здесь зависимости расхода топлива от числа оборотов свободного хода (кривые 2, 4, 6) построены путем пересчета при условии, что двигатель развивает полную мощность при номинальном числе оборотов.

Фактический расход топлива может несколько отличаться от расчетного, так как он зависит от состояния двигателя, качества его регулировки, осадки судна, соответствия гребного винта проекту, метеорологических условий и других факторов.

Расход топлива в режимах траления (кривые 1, 3, 5) определен по результатам фактического траления ранее упомянутыми судами.

Для уменьшения погрешности при определении расхода топлива по характеристикам, изображенным на рис. 60 и 61, необходимо, чтобы двигатели были в хорошем техническом состоянии и правильно отрегулированы.

При этом состояние моря должно быть 3—4 балла, а водоизмещение судна нормальным.

Для удобства определения основных показателей работы двигателей в машинном отделении у постов управления рекоменду-

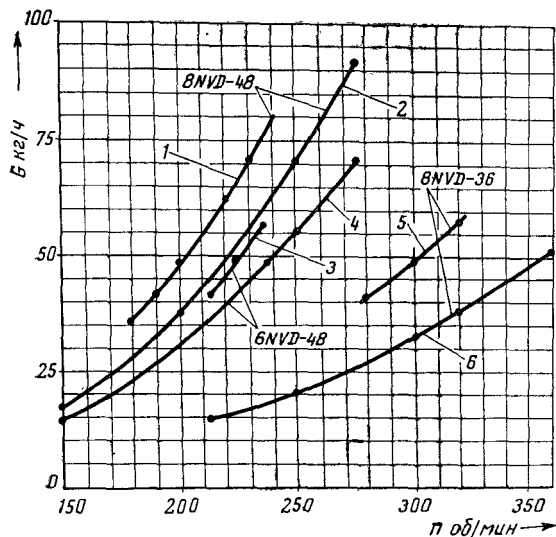


Рис. 61. Зависимости расхода топлива двигателями 8NVD-48, 6NVD-48 и 8NVD-36 от числа оборотов:

1, 3, 5 — в режиме траления, 2, 4, 6 — в режиме свободного хода.

есть иметь таблицы ¹ ходовых режимов, т. е. зависимости мощности, расхода топлива, температуры отработавших газов и других важных показателей от числа оборотов коленчатого вала двигателя. К типовым режимам следует отнести свободный ход, траление, буксировку, а для дизель-генераторного агрегата — зависимость расхода топлива, температуры отходящих газов от нагрузки генератора.

¹ Эти таблицы должны составляться старшим механиком судна и представителем службы эксплуатации судовладельца по результатам приемо-сдаточных испытаний двигателей данного судна.

§ 3. РЕГУЛЯТОРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Главные и вспомогательные двигатели внутреннего сгорания, используемые на рыболовных судах, как было отмечено ранее, работают в широких пределах нагрузочных и скоростных режимов.

Скоростные режимы двигателя в зависимости от механических и термических напряжений, качества протекания рабочего процесса, а также от минимального устойчивого числа оборотов и допустимого максимального и минимального напряжения в электросети (в случае дизель-генераторного агрегата) ограничиваются с обеих сторон и могут изменяться в допустимых пределах от n_{\min} до n_{\max} .

На каждом заданном скоростном режиме крутящий момент двигателя может меняться от нуля (в дизель-генераторном агрегате) или от M_{\min} (при работе на винт) до M_{\max} . Максимальное значение крутящего момента обуславливается внешней характеристикой двигателя. Таким образом, возможные режимы работы двигателей внутреннего сгорания различного назначения охватывают на графике $N_e = f(n)$ некоторую площадь, ограниченную внешней характеристикой и ординатами, которые соответствуют максимальному n_{\max} и минимальному n_{\min} числам оборотов.

Характеристики работы судовых двигателей винтовые (при работе двигателя на винт) или регуляторные (при работе приводного двигателя в дизель-генераторном агрегате) лежат в границах этой площади.

На любой из установившихся нагрузок скоростной режим работы двигателя должен быть устойчивым, а при изменении нагрузки (под действием внешних условий) число оборотов двигателя не должно изменяться более чем на заданную в узком диапазоне величину $\pm \Delta n$.

В эксплуатационных условиях двигатели работают, как правило, при частых нарушениях установившегося (равновесного) режима. Причинами этих нарушений могут быть, например, изменение глубины и состояния моря, положения корпуса судна относительно волны и направления ветра, оголение гребного винта при качке, изменение электрической нагрузки на генератор, пропуски вспышек в одном из цилиндров и др.

Поэтому регуляторы числа оборотов двигателей должны обеспечивать выполнение следующих основных требований:

путем изменения подачи топлива поддерживать постоянное число оборотов на заданном режиме нагрузки;

обеспечивать быстрый процесс регулирования числа оборотов в переходных режимах.

Для выполнения указанных требований регуляторы числа оборотов должны обладать определенными статическими и динамическими характеристиками, которые обуславливаются назна-

чением двигателя (для работы на винт или для привода генератора).

На всех двигателях типа *NVD*, работающих на винт, применен механический всережимный центробежный регулятор. На двигателях типа *NVD*, работающих как приводные в дизель-генераторном агрегате, использован механический центробежный однорежимный регулятор.

Устройство регуляторов описано в главе II. В настоящем разделе приводятся только те основные требования к характеристикам их работы, которым должны удовлетворять эти регуляторы.

РЕГУЛЯТОРНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. ОСНОВНОЙ НАКЛОН

Регуляторной статической характеристикой двигателя называется зависимость

$$M = f(\omega) \text{ или } N_e = f(\omega)$$

при изменении внешней нагрузки от максимальной до нуля при неизменном положении рычага управления, соответствующем максимальной нагрузке двигателя. Все возможные режимы работы двигателя (за исключением работы по внешней или ограничительной характеристике) располагаются на той или другой регуляторной характеристике, поэтому зависимости $M = f(\omega)$ или $N_e = f(\omega)$, соответствующие регуляторным характеристикам двигателя, являются одним из важнейших показателей работы последнего.

Общий вид регуляторной характеристики показан на рис. 62.

Точка A_1 и A_2 — начало воздействия регулятора на тягу топливных насосов; точки B и D соответствуют холостому ходу двигателя.

Регуляторная характеристика в общем случае не является прямолинейной. Требования, предъявляемые к форме регуляторной характеристики, зависят от условий эксплуатации двигателя.

Регуляторы прямого действия главных двигателей обеспечивают работу обычно по регуляторным статическим характеристикам A_1B (2, 3). При работе по характеристике 2 (выпуклая) обеспечивается устойчивость работы двигателя на всех режимах нагрузки, за исключением режима малой нагрузки. В последнем случае вследствие увеличения угла наклона касательной к оси абсцисс устойчивость работы двигателя ухудшается. При работе по вогнутой характеристике 3 устойчивость работы двигателя на нагрузках, близких к номинальной, ухудшается по той же причине и улучшается при малых нагрузках.

Регуляторы приводных двигателей дизель-генераторов обеспечивают работу обычно по прямолинейной статической характеристике A_2D (5). Это объясняется необходимостью определенным

образом распределить нагрузку между двигателями, работающими параллельно. Равномерное распределение нагрузки наиболее легко выполнимо при прямолинейной статической характеристике.

Уменьшение диапазона угловой скорости ($\Delta\omega \rightarrow 0$) в пределах одной регуляторной характеристики приближает статическую характеристику A_1B к вертикальной линии 4, которая называется астатической характеристикой. При работе по астатической характеристике устойчивость работы двигателя регуляторами прямого действия не обеспечивается.

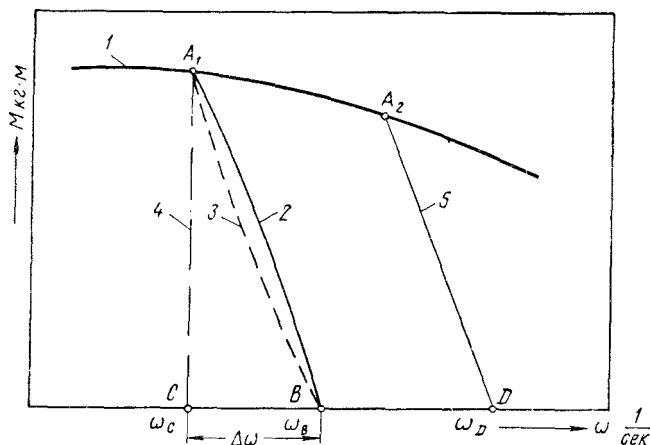


Рис. 62. Характеристики двигателя:
1 — внешняя, 2, 3, 4, 5 — регуляторные статические.

На рис. 63 (вверху) показана прямолинейная регуляторная статическая характеристика, для удобства построенная в измененных осях координат.

На горизонтальной оси отложена нагрузка, а на вертикальной — число оборотов. В этом случае двигатель будет работать тем устойчивее, чем больше угол наклона статической характеристики к горизонтальной оси.

В практике за прямолинейную статическую характеристику принимают некоторую условную основную прямую, так как если построить отрезки этой характеристики между частичными нагрузками, то они будут иметь различный угол наклона. Это можно объяснить наличием различной зоны нечувствительности системы регулирования в диапазоне изменения числа оборотов $\pm \Delta n$.

На рис. 63 (внизу) для примера показана статическая регуляторная характеристика двигателя 7Д12, построенная при нагрузках 0, 25, 50, 75 и 100% от номинальной.

По вертикальной оси за нуль принято номинальное число оборотов при 50%-ной нагрузке.

Таким образом, в общем случае угол наклона условной регуляторной прямой статической характеристики к горизонтальной оси координат (или основной наклон) является важнейшим показателем системы регулирования.

Основной наклон регуляторной статической характеристики определяет степень изменения числа оборотов двигателя при

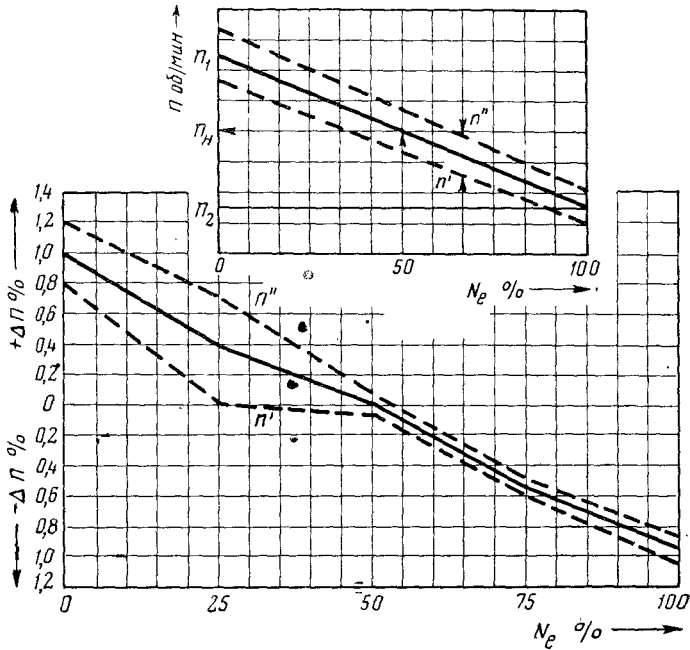


Рис. 63. Регуляторные статические характеристики: вверху — прямолинейная условная основная; внизу — фактическая, снятая при испытании двигателя 7Д12; $n'' - n'$ — зона нечувствительности.

изменении нагрузки от 100% до нуля при неизменяемом положении рукоятки управления, соответствующем 100%-ной нагрузке.

Основной наклон регуляторной статической характеристики двигателя определяется степенью неравномерности регулятора, в свою очередь зависящей от конструкции двигателя, топливных насосов, жесткости пружин регулятора и передаточного отношения механизма, связывающего муфту регулятора с тягой топливных насосов.

Основной наклон регуляторной статической характеристики выражается в процентах как отношение разности числа оборотов холостого хода и числа оборотов при 100%-ной нагрузке к сред-

нему числу оборотов или числу оборотов, соответствующему нагрузке, составляющей 50% от номинальной.

При определении характеристик регулятора за номинальное число оборотов принято считать число оборотов, соответствующее нагрузке, составляющей 50% от полной, при положении ручки управления, соответствующем 100%-ной нагрузке.

Основной наклон регуляторной статической характеристики двигателя выражается отношением:

$$\delta = \frac{n_1 - n_2}{n_n} 100 \%,$$

где n_1 — число оборотов двигателя, соответствующее холостому ходу (нулевой нагрузке);

n_2 — число оборотов двигателя, соответствующее 100%-ной нагрузке;

n_n — число оборотов двигателя, соответствующее 50%-ной нагрузке (номинальное число оборотов).

При прямолинейной регуляторной статической характеристике

$$n_n = n_{\text{ср}} = \frac{n_1 + n_2}{2},$$

тогда

$$\delta = \frac{n_1 - n_2}{\frac{n_1 + n_2}{2}} 100 = \frac{n_1 - n_2}{n_{\text{ср}}} 100 \%.$$

Основной наклон регуляторной характеристики может быть выражен аналогично через угловую скорость.

Задавая величину основного наклона регуляторной статической характеристики, обеспечивают требуемую устойчивость работы двигателя. При этом учитывают, что с увеличением угла наклона статической регуляторной характеристики возрастает число оборотов холостого хода (или число оборотов при малых нагрузках), а также скачок числа оборотов при резком изменении электрической нагрузки в дизель-генераторных агрегатах и при потере или оголении винта для главного двигателя.

Последнее обстоятельство приводит к тому, что в дизель-генераторных агрегатах с резким изменением числа оборотов (при сбросах и приемах больших долей нагрузки) также резко изменяется напряжение генератора, что, помимо увеличения инерционных нагрузок вращающихся частей двигателя и генератора, может нарушить установившуюся работу навигационных и других приборов. Поэтому величину основного наклона статической характеристики регулятора для дизель-генераторных агрегатов устанавливают значительно меньше, чем для двигателей, работающих на винт, считая, что случаи потери и оголения винта не являются характерными.

УСТАНОВИВШЕЕСЯ ЧИСЛО ОБОРОТОВ

Величина установившегося числа оборотов при плавном или резком изменении частичной или 100%-ной нагрузки до нуля и от нуля до любой частичной или 100%-ной нагрузки определяется основным наклоном характеристики с учетом зоны нечувствительности. Так, из рис. 64 видно, что разность чисел оборотов $n_{уст.х.х} - n_{уст.100}$ есть та же разность чисел оборотов $n_1 - n_2$, определяемая углом наклона статической регуляторной характеристики (см. рис. 63).

НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ ЧИСЛА ОБОРОТОВ

Установлено, что даже при равновесном положении характеристик восстанавливающей силы $E = f(z)$ и поддерживающей силы $D = A\omega^2 = f(z)$ (A — инерционный коэффициент и z — ко-

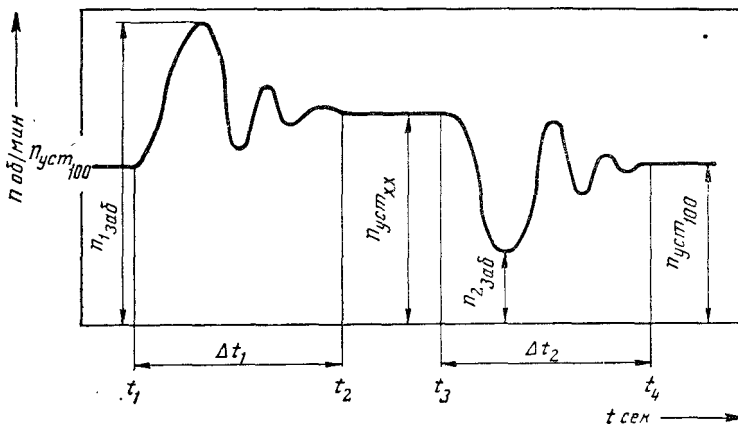


Рис. 64. Динамическая регуляторная характеристика:

$n_{уст.100}$ — установившееся число оборотов при 100%-ной нагрузке; $n_{уст.х.х}$ — установившееся число оборотов холостого хода; $n_{1\text{заб}}$ — заброс числа оборотов при мгновенном сбросе 100%-ной нагрузки; $n_{2\text{заб}}$ — заброс числа оборотов при мгновенном приеме 100%-ной нагрузки; Δt_1 — время установления нового числа оборотов при мгновенном сбросе 100%-ной нагрузки; Δt_2 — время установления нового числа оборотов при мгновенном приеме 100%-ной нагрузки.

ордината положения муфты), при некотором соотношении степени нечувствительности регулятора ϵ_r , приводного механизма ϵ_ω , степени неравномерности регулятора δ и времени разгона двигателя T_a муфта регулятора в переходном процессе регулирования, совершая затухающие колебания, многократно может переходить через новое положение равновесия. Угловая скорость двигателя при этом также колеблется многократно, проходя через значение, соответствующее новому режиму. Такая работа двигателя с не-

устойчивым числом оборотов может быть длительной и на новом режиме нагрузки (особенно на малой нагрузке) после окончания процесса регулирования (например, на участке $t_2 - t_3$ рис. 64), что нежелательно.

Нестабильное число оборотов двигателя в дизель-генераторном агрегате в свою очередь служит причиной нестабильного напряжения генераторов.

Для обеспечения постоянного числа оборотов двигателя, а также постоянного напряжения генератора на установившемся режиме нагрузки нестабильность числа оборотов двигателя ограничивается. Допустимая нестабильность числа оборотов задается и доводится при испытании двигателя. Она должна также контролироваться при испытании двигателя после ремонта. При этом следует иметь в виду, что нестабильность числа оборотов указывает на некачественный ремонт и сборку двигателя, регулятора и его привода.

Нестабильность числа оборотов задается в процентах от номинального числа оборотов.

СКАЧОК ЧИСЛА ОБОРОТОВ ПРИ РЕЗКОМ ИЗМЕНЕНИИ НАГРУЗКИ

Как было отмечено ранее, в переходном процессе регулирования при резком сбросе или приеме частичной или полной нагрузки всегда будет иметь место резкое изменение («заброс») числа оборотов $n_{1\text{заб}}$, $n_{2\text{заб}}$ (рис. 64).

Величина «заброса» числа оборотов выражается в процентах от номинального числа оборотов и определяется нечувствительностью регулятора и жесткостью его пружин.

С увеличением степени нечувствительности и суммарной жесткости пружин регулятора заброс числа оборотов увеличивается.

Наиболее жесткие требования в отношении этого параметра предъявляются, как указывалось, к регуляторам двигателей дизель-генераторных агрегатов, так как значительный заброс числа оборотов приводного двигателя приводит к резкому скачку напряжения генератора, вследствие чего нарушается установившийся режим работы электрических систем и приборов.

Нужно стремиться, чтобы этот параметр, характеризующий динамичность процесса регулирования, был по возможности меньше.

ПЕРИОД ВРЕМЕНИ С МОМЕНТА РЕЗКОГО ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ ДО ДОСТИЖЕНИЯ НОВОГО УСТАНОВИВШЕГОСЯ ЧИСЛА ОБОРОТОВ

Переходный процесс регулирования двигателя (при изменении нагрузки) от одного установившегося числа оборотов до другого занимает определенное время $\Delta t_1 = t_2 - t_1$ при сбросе нагрузки и $\Delta t_2 = t_4 - t_3$ при приеме нагрузки (см. рис. 64).

Чем меньше время переходного процесса, тем лучше динамические свойства регулятора, так как при этом уменьшается продолжительность нежелательного действия ранее отмеченного сброса числа оборотов.

Учитывая это, период времени (Δt_1 и Δt_2) с момента резкого изменения нагрузки до достижения нового установившегося числа оборотов стремятся иметь также возможно меньшим. Это особенно важно для приводных двигателей дизель-генераторов.

СТЕПЕНЬ НЕЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

При изменении числа оборотов регулятор стремится к новому положению равновесия, соответствующему изменившейся угловой скорости. Однако муфта регулятора остается неподвижной (нечувствительной) до тех пор, пока центробежная сила регулятора (при сбросе нагрузки) или усилие пружин (при приеме нагрузки) не преодолеет сопротивления трения как самого регулятора, так и перестановочной тяги.

Для характеристики нечувствительности регулятора введено понятие степени нечувствительности.

Если при одном и том же положении муфты регулятора обозначить через ω'' угловую скорость при увеличении числа оборотов, когда муфта начинает двигаться вверх, а через ω' — угловую скорость при уменьшении числа оборотов, когда муфта начинает двигаться вниз, то степень нечувствительности выразится отношением

$$\varepsilon = \frac{\omega'' - \omega'}{\omega_{\text{ср}}},$$

где

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\omega'' + \omega'}{2}.$$

Значения угловых скоростей ω'' и ω' , соответствующие одному и тому же положению муфты, можно определить из уравнения статического равновесия муфты регулятора с учетом силы трения:

$$A\omega^2 - E \pm f_{\tau} = 0,$$

где $A\omega^2$ — приведенная к оси муфты поддерживающая сила (центробежные силы грузов);

E — приведенная к оси муфты восстанавливающая сила, складывающаяся из приведенных сил тяжести грузов, муфты, рычагов и силы упругости пружины;

f_{τ} — приведенная к оси муфты сила сухого трения в системе регулятор — привод — топливные насосы.

После умножения числителя и знаменателя в формуле для степени нечувствительности на $\omega'' + \omega'$ и соответствующих преобразований формула принимает вид:

$$\varepsilon = \frac{f_T}{E},$$

т. е. степень нечувствительности равна отношению силы сухого трения к восстанавливающей силе. Из последнего выражения видно, что с уменьшением числа оборотов степень нечувствительности увеличивается, так как величина восстанавливающей силы E уменьшается. Степень нечувствительности для каждой точки, соответствующей установившемуся числу оборотов, будет тем больше, чем больше сила сухого трения f_T .

Степень нечувствительности регулятора может быть представлена определенной зоной, выраженной в процентах от номинального числа оборотов, с верхней (n'') и нижней (n') стороны от характеристики основного наклона (см. рис. 63):

$$\varepsilon = \frac{n'' - n'}{n_{\text{ср}}} 100\%.$$

Зона нечувствительности, как и основной наклон характеристики регулятора, в дизель-генераторных агрегатах определяет равномерность распределения нагрузки генераторов при их параллельной работе.

Нечувствительность регулятора сказывается также на величине «заброса» числа оборотов при мгновенном изменении нагрузки и продолжительности регулирования в переходном процессе.

Величины перечисленных выше статических и динамических регуляторных характеристик двигателей типа NVD в соответствии с паспортными данными приведены в табл. 5.

В табл. 5 по некоторым показателям регуляторных характеристик данные не приведены ввиду их отсутствия. Однако при оценке величин этих параметров на испытаниях можно ориентироваться на данные по двигателям, для которых они имеются. Допустимые величины степени нечувствительности систем регулирования всех двигателей типа NVD отсутствуют. Для отечественных приводных двигателей дизель-генераторных агрегатов 6Ч 12/14, Д6С и 7Д12, имеющих блочные топливные насосы, величина этого параметра составляет $\pm 0,25\%$ от номинального числа оборотов.

Приведенные в табл. 5 основные регуляторные характеристики отражают свойства и техническое состояние системы регулирования числа оборотов двигателя, поэтому они должны контролироваться при приемке двигателя из ремонта или после переборки регулятора и его привода.

Таблица 5

Наименование характеристики	Марка двигателя				
	8NVD-48	6NVD-48	8NVD-36	6NVD-24	4NVD-24
Основной наклон характеристики регулятора $\delta = \frac{n_1 - n_2}{n_n} 100\%$	—	7	5,4	4,0	4,0
Установившееся число оборотов в минуту при плавном или резком изменении нагрузки от 100% до 0 и от 0 до 100%	—	295	380	780	780
Нестабильность числа оборотов при постоянной нагрузке в пределах 0—100% в % от n_n	±2	±2	—	—	—
Скачок числа оборотов при резком изменении нагрузки в пределах 100%—0,0—100% по отношению к предшествующему установившемуся числу оборотов в % от n_n	10	10	8,5	12	10,5
Период времени с момента резкого изменения нагрузки до достижения установившегося числа оборотов, сек	15	15	13	6	13
Степень нечувствительности в % от n_n	—	—	—	—	—

Чтобы не допустить увеличения степени нечувствительности, при эксплуатации двигателей типа *NVD* следует особое внимание обращать на отсутствие заеданий и чрезмерных обжатий в подвижных деталях регулятора и его привода, а также на наличие необходимой смазки этих деталей.

Работа двигателя с неисправным регулятором недопустима. При обнаружении неисправности регулятора главного двигателя в море допускается, как исключение, работа двигателя с неисправным регулятором.

При этом должны быть приняты необходимые меры предосторожности, исключающие поломку двигателя, которая может произойти вследствие его работы вразнос. Для этого прежде всего необходимо снизить число оборотов на 10—20% (в зависимости от состояния моря) и поддерживать установленное число оборотов ручным управлением.

При работе дизель-генератора с неисправным регулятором не следует нагружать его более 80—85% от номинальной мощности, так как в противном случае сброс полной нагрузки может приве-

сти к резкому увеличению числа оборотов и даже к аварии двигателя. Вахтенный механик должен внимательно наблюдать за изменениями нагрузки и числа оборотов дизель-генератора с тем, чтобы при необходимости успеть уменьшить или полностью выключить подачу топлива.

По возвращении на базу неисправный регулятор двигателя должен быть отремонтирован. При снятии регулятора с двигателя должен присутствовать старший механик. Ремонтировать регулятор должны высококвалифицированные специалисты. Окончательная настройка регулятора производится на двигателе. При этом регулятор должен обеспечить минимальное устойчивое число оборотов, плавность переходных режимов, а также получение характеристик, приведенных в табл. 5.

Глава V

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Контроль за работой двигателя, его узлов и систем осуществляется при помощи контрольно-измерительных приборов.

Различают контрольно-измерительные приборы постоянно действующие, обычно устанавливаемые на щите у поста управления двигателями, и приборы периодического контроля.

К постоянно действующим приборам относятся приборы, контролирующие тепловое состояние двигателя и его узлов, давление среды и режим работы двигателя по числу оборотов. Приборы периодического контроля используют для определения параметров работы цилиндров и их индикаторной мощности.

Чтобы обеспечить надежную эксплуатацию двигателей и обслуживающих их механизмов, необходимо все контрольно-измерительные приборы и автоматические устройства содержать в полной исправности.

Ниже приведены требования, которым должны отвечать приборы, применяемые для контроля за работой двигателей.

§ 1. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ СРЕДЫ

Для измерения температуры воды, масла, воздуха, газов и др. могут применяться термометры всех видов и термопары.

Элемент прибора, воспринимающий тепло, должен плотно соприкасаться с телом (или средой), температура которого измеряется.

Во время эксплуатации приборов для измерения температуры необходимо следить за тем, чтобы:

в манометрических дистанционных термометрах отсутствовали дефекты, обнаруживаемые внешним осмотром: ржавчина, загрязнения, трещины, сквозные раковины в корпусе, повреждения и дефекты стекла и шкалы, повреждения защитной металлической оплетки капилляров; стекла крышек плотно сидели на уплотняющей прокладке или замазке; ход

стрелки был легким, плавным, без скачков; указательный конец стрелки перемещался в плоскости, параллельной циферблату; при плавном повышении или понижении температуры стрелка в результате легкого постукивания по прибору не изменяла своего положения больше, чем на половину величины основной допустимой погрешности; капиллярные трубки были закреплены в соответствии с инструкцией по прибору;

в стеклянных термометрах имелись оправы; при движении в капилляре ртуть не оставляла на стенках следов и столбик ее не был разорван на несоединимые части; движение ртути было без скачков и застоев; крепление капиллярной трубки к шкальной пластине было надежным и обеспечивало постоянство взаимного их расположения; стекло резервуара не имело повреждений, влияющих на его прочность. Кроме того, стеклянные термометры должны храниться в вертикальном или наклонном положении резервуаром вниз и при обращении с ними нельзя допускать резких толчков;

в термометрах компенсационные провода не имели повреждений, аккуратно были уложены в круг и подвешены; во избежание искажений результатов измерения температуры свободные концы термопар находились в условиях с одинаковой температурой.

Разбирать термопары и указывающие приборы (гальванометры) не рекомендуется. Проверять и ремонтировать их следует в специальных мастерских.

Когда термопары не используются для производства замеров, указывающий прибор должен быть отключен. Для этого каждый раз после производства замеров термопарами переключатель гальванометра необходимо устанавливать в нейтральное положение. Подвижные контакты переключателя гальванометра следует один раз в шесть месяцев смазывать тонким слоем вазелина.

Раз в год необходимо тщательно зачищать наждачным полотном термопары, удаляя с них нагар.

§ 2. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ

В практике эксплуатации двигателей давление среды измеряется манометрами, вакуумметрами, дифманометрами и мановакуумметрами. Для надежной работы приборов надлежит: еженедельно производить внешний осмотр приборов, проверять сохранность пломб, не допускать ослабления крепления приборов на приборной доске, стекло (или другой прозрачный материал), закрывающее отсчетное устройство прибора, во избежание искажений отсчета содержать в чистоте и не допускать его повреждений.

Длительность успокоения прибора давления, т. е. промежуток времени с момента изменения давления (разрежения) до момента окончательного установления стрелки в новом положении, не должна превышать 4 сек.

У всех приборов контроля давления на шкале должна быть нанесена красная черта, соответствующая предельно допустимому давлению контролируемой среды.

§ 3. ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Перед каждым теплотехническим испытанием двигателя контрольно-измерительные приборы, независимо от срока их проверки госповерителем, следует подвергать дополнительной проверке контрольным прибором.

Погрешность показаний проверяемого прибора не должна превышать допустимой основной погрешности для прибора данного класса точности.

В табл. 6 приведена допустимая основная погрешность показаний манометрических термометров. В табл. 7 приведена основная погрешность показаний манометров, мановакуумметров, а в табл. 8 — ртутных термометров широкого применения.

Таблица 6

Класс точности прибора	Допустимая основная погрешность, %
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$

Таблица 7

Класс точности прибора	Допустимая основная погрешность, %
0,5	$\pm 0,5$
1,0	$\pm 1,0$
1,5	$\pm 1,5$
2,5	$\pm 2,5$
4,0	$\pm 4,0$

Таблица 8

Температурный интервал, °С		Допустимые погрешности в °С при цене деления				
от	до	0,1 н 0,2° С	0,5° С	1° С	2° С	5 и 10° С
-35	0	$\pm 0,3$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	—
0	100	$\pm 0,2$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	—
100	200	$\pm 0,4$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,0$	$\pm 5,0$
200	300	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$
300	400	—	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 10,0$
400	500	—	$\pm 3,5$	$\pm 5,0$	$\pm 5,0$	$\pm 10,0$
500	600	—	—	$\pm 6,0$	$\pm 6,0$	$\pm 10,0$

Допустимая основная погрешность, приведенная в табл. 6 и 7, выражена: для приборов с односторонней шкалой — в процентах

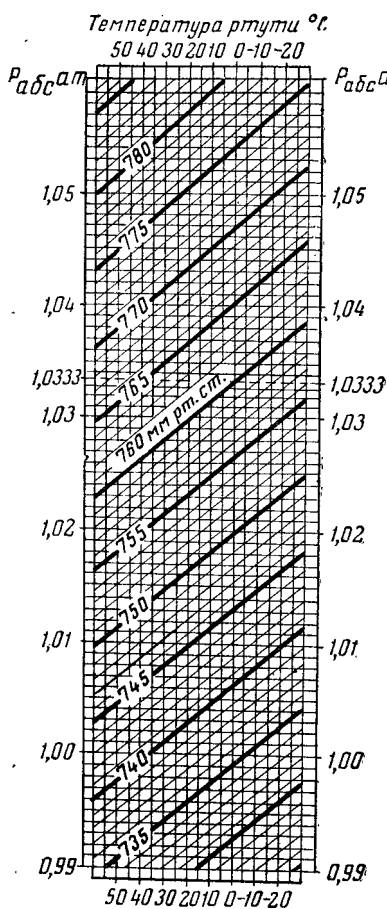


Рис. 65. Номограмма барометрического давления.

от верхнего предела измерения; для приборов с двусторонней шкалой — в процентах от диапазона (суммы пределов) измерений; для приборов с безнулевой шкалой — в процентах от разности абсолютного значения верхнего и нижнего пределов измерений. Показания приборов записываются в той размерности, в которой проградуирована шкала прибора.

При производстве точных замеров абсолютного давления (разрежения) необходимо вводить поправку на барометрическое давление, используя для этой цели номограмму, показанную на рис. 65.

Пример пользования номограммой. При 20°C и 755 мм рт. ст. атмосферное давление согласно номограмме, изображенной на рис. 65, оказалось равным $1,023\text{ кг/см}^2$. При показании манометра 5 кг/см^2 абсолютное давление в измеряемой среде будет $p_{\text{абс}} = p_{\text{бар}} + p_{\text{ман}} = 1,023 + 5 = 6,023\text{ кг/см}^2$.

При приближенных замерах атмосферное давление принимают за единицу; в этом случае полное или абсолютное давление оказалось бы равным 6 кг/см^2 .

§ 4. ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ЧИСЛА ОБОРОТОВ

Число оборотов коленчатого вала двигателей типа *NVD* измеряется на установившемся режиме работы механическим тахометром с приводом от передаточного механизма к регулятору. На судах типа «Океан» число оборотов двигателя *8NVD-48* предусмотрено измерять и электротахометром. Датчик электротахометра приводится от валопровода. Число оборотов может измеряться также индукционным тахометром, суммарным счетчиком, ручным тахометром или тахоскопом. Последними двумя

приборами следует пользоваться для проверки правильности показаний тахометров двигателя.

При пользовании ручными тахометрами или тахоскопами замер должен длиться не более 30 сек. Во избежание проскальзывания наконечник тахоскопа или тахометра должен быть плотно прижат к центру (керну) вала, а резиновую вставку наконечника следует намелить мелом. При измерении оборотов ось прибора должна совпадать с осью вала.

Пользоваться тахоскопом, ручным тахометром, пиметром, максиметром, индикатором разрешается только подготовленным лицам, имеющим на то разрешение старшего механика.

§ 5. ПОВЕРКА КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

За надлежащее состояние, верность показаний и правильное применение находящихся в эксплуатации измерительных инструментов и приборов несут ответственность капитаны и старшие механики судов.

В целях обеспечения единообразия и правильного применения мер и измерительных инструментов и приборов, а также повышения технического уровня эксплуатации и ремонта двигателей и обслуживающих их механизмов установлен единый порядок организации проведения проверок этих инструментов и приборов и контроля за состоянием измерительной техники.

Контрольные проверки всех контрольно-измерительных приборов следует производить в специальных мастерских в сроки, предусмотренные правилами, установленными Комитетом стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР.

Таблица 9

Приборы	Сроки проверки (не реже одного раза)
Дистанционные манометрические термометры	В два года
Пирометры всех разрядов	В один год
Термопары всех разрядов	То же
Стеклянные термометры	В четыре года
Манометры и вакуумметры	В один год
Индикаторы	В два года
Секундомеры	В один год
Тахометры, тахоскопы	В два года
Пиметры	То же
Приборы и измерительные инструменты для линейных измерений (штангенциркули, индикаторные скобы, микрометры и др.)	» »
Приборы и измерительные инструменты для угловых измерений	» »

Основные меры и контрольно-измерительные приборы, используемые для контроля работы двигателя, должны пройти поверку в сроки, указанные в табл. 9.

Все контрольно-измерительные приборы и инструменты после поверки должны быть снабжены паспортом с указанием в нем погрешности при измерениях, или на самих приборах должно быть поставлено клеймо, указывающее на дату поверки прибора.

Контрольно-измерительные приборы и измерительные инструменты считаются непригодными к применению, если они неверны, неисправны (в том числе загрязнены), не имеют действующих поверительных клейм или пломб и свидетельств о поверке, не поверены в установленные сроки.

§ 6. РЕГУЛЯТОРЫ ТЕМПЕРАТУРЫ

Известно, что от температуры охлаждающей воды и масла зависит ряд важнейших технико-экономических показателей работы двигателя: мощность, удельный расход топлива, износ деталей цилиндра-поршневой группы и др. Поэтому температуру охлаждающей воды и смазочного масла необходимо поддерживать в таких пределах, чтобы мощность двигателя была наибольшей, а удельный расход топлива и износ — наименьшими.

Установлено, что температурный режим в системе охлаждения, при котором достигается максимальная экономичность, является общим для различных нагрузок.

Температура охлаждающей воды или смазочного масла в заданных оптимальных пределах поддерживается автоматически с помощью терморегуляторов. Терморегуляторы должны возможно точно поддерживать заданную температуру. Отклонение регулируемой температуры от установленной величины не должно превышать 6—10°.

Необходимо помнить, что наличие автоматического регулятора температуры не освобождает обслуживающий персонал от ведения контроля и поэтому даже при нормально работающем регуляторе следует наблюдать за температурой по контрольным термометрам.

При наличии регулятора температуры обслуживающий персонал должен уметь переходить с автоматического регулирования на ручное для того, чтобы в случае выхода из строя автоматического регулятора обеспечить нормальное охлаждение и бесперебойную работу двигателя.

Одна из важнейших характеристик терморегулятора — продолжительность изменения регулируемой температуры. Поэтому время полного хода клапана регулятора от положения «Закрыто» до положения «Открыто» следует периодически (не реже одного раза в год) проверять по секундомеру. Это время не должно превышать величины, указанной в паспорте регулятора.

Проверяют его путем резкого погружения чувствительного элемента в воду, нагретую до температуры, соответствующей полному ходу регулятора.

При внезапном изменении показаний одного из контрольных термометров (установленного на входе или выходе воды из двигателя) переходить на ручное управление терморегулятором не следует. В этом случае необходимо ориентироваться на показания другого термометра и положение указателя температурной шкалы регулятора. При первой возможности вышедший из строя контрольный термометр необходимо заменить.

При исправной работе регулятора температуры шток клапана должен двигаться свободно, без рывков.

Уплотнительная гайка сальника штока клапана должна легко отвертываться рукой.

Чтобы обеспечить свободное перемещение штока, сальник регулятора надо регулярно смазывать.

§ 7. ПИМЕТР

Основное назначение пиметра — контрольная проверка равномерности распределения нагрузки по цилиндрам двигателя. Пиметр показывает среднее давление в рабочем цилиндре по времени. Разность показаний пиметра по отдельным цилиндрам не должна превышать $\pm 0,15 \text{ кг/см}^2$, или $\pm 3\%$ от среднего значения для всех цилиндров.

При пользовании пиметром периодически через каждые 30 мин работы необходимо смазывать поршеньки цилиндрическим маслом.

Не следует допускать перегрева пиметра во время замеров. Открывать индикаторный кран надо только на время, необходимое для отсчета показаний пиметра.

Общая продолжительность одного замера давления газов в цилиндрах пиметром, не имеющим охлаждения, должна быть не более 3—4 мин.

По окончании замеров втулку и поршеньки прибора необходимо очистить от сажи и смазать цилиндрическим маслом. После длительного пользования пиметр следует разобрать и смазать его детали, затем вновь собрать.

При производстве замеров пиметром во время работы двигателя с числом оборотов менее 600 в минуту для гашения колебаний стрелки пиметра необходимо наносить тонкий слой масла на маховую массу прибора.

§ 8. ИНДИКАТОР

Индикатор предназначен для индицирования двигателя с целью определения его среднего индикаторного давления и соответственно индикаторной мощности. Индикатор позволяет также

определять максимальное давление сгорания (p_z) и давление в конце цикла сжатия (p_c). По виду индикаторной диаграммы можно судить о правильности протекания рабочего цикла и работе распределительных органов.

В эксплуатации обычно применяют механические индикаторы двух типов: с винтовой пружиной — для индицирования двигателей с числом оборотов до 600 в минуту и со стержневой пружиной — для индицирования быстроходных двигателей с числом оборотов до 1800 в минуту.

Перед применением индикатора необходимо убедиться в его исправности, а также в правильности установки привода.

В процессе проверки индикатора надлежит:

проверить герметичность цилиндра и отсутствие заеданий в подвижных частях. При снятой пружине индикатора поршень вместе с пишущим механизмом должен свободно опускаться под действием собственного веса. Прекращение опускания поршня при закрытии нижнего отверстия указывает на достаточную герметичность. Наличие слабин (люфтов) в сочленении пишущего привода проверяется легким покачиванием конца пишущего рычага при различных положениях поршня индикатора;

проверить исправность пишущего механизма и барабана индикатора. Для этого необходимо провести атмосферную линию, после чего при неподвижном барабане индикатора сообщить с рабочим цилиндром и, пользуясь пишущим механизмом, провести ряд вертикальных линий. Параллельность этих линий и перпендикулярность их к атмосферной линии указывает на исправность пишущего механизма и барабана.

В зависимости от максимального давления сгорания (p_z) должны быть установлены пружина соответствующего масштаба и поршень необходимого диаметра.

Перед применением индикатора поршень и цилиндр его для удаления следов нагара должны быть тщательно промыты в бензине (спирте) и смазаны цилиндрическим маслом. Рычажную систему надо смазывать костяным маслом.

Чтобы обеспечить плавность работы индикатора, необходимо периодически (через 10—15 замеров) смазывать ось барабана.

Перед замером давления газов в цилиндре следует открыть кран и нагрузить пружину без записи давления, после чего уже приступить к записи давления.

Во избежание перегрева индикатора длительность одного включения для записи должна быть по возможности минимальной.

Индикатор следует хранить в собранном виде и обязательно смазанным, удалив предварительно следы нагара с поршня и цилиндра.

Глава VI

НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Установлено, что значительная часть аварий и поломок происходит в результате: ошибок, допускаемых обслуживающим персоналом при пуске, остановках и переключениях механизмов; неправильных и запоздалых действий при появлении ненормальностей в работе дизельной установки; незнания устройства механизма или невыполнения действующих инструкций и правил в процессе эксплуатации или ремонта.

Поэтому выявление причин неисправностей и принятие мер по их предупреждению и устранению требуют от обслуживающего персонала достаточного опыта, знания конструкции и особенностей работы двигателя, а также понимания процессов, происходящих в нем.

Как правило, всякая неисправность в работе дизельной установки должна быть устранена немедленно по ее обнаружении.

Однако, если для устранения неисправности нужно остановить двигатель, а обстановка не позволяет этого сделать, то необходимо принять меры к тому, чтобы не допустить повреждения двигателя, а неисправность устранить при первой возможности.

Изменение режима работы двигателя или немедленная остановка его самостоятельно с одновременным докладом на командный мостик может быть произведена в следующих случаях: при понижении давления смазочного масла в системе смазки ниже предельно допустимого; при появлении стуков и ненормальных шумов, свидетельствующих о серьезных дефектах в кривошипно-шатунном механизме, приводах и других узлах; при повышении температуры подшипников линии вала выше 65°C ; при резком увеличении числа оборотов (разносе) двигателя; во всех случаях, связанных с угрозой человеческой жизни, или если неисправность двигателя угрожает аварией (недопустимая вибрация и др.).

В особых случаях (при плавании в узкостях и шхерах, при швартовке или угрозе столкновения) можно допустить кратко-

Таблица 10

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
Двигатель не запускается или запускается с трудом		
1. При пуске коленчатый вал трогается с места, но, не делая полного оборота, останавливается или качается на месте	<p>а) Мало давление пускового воздуха</p> <p>б) Пропускает один или несколько пусковых клапанов или заедают их нажимные поршни</p> <p>в) Заедают некоторые золотники распределения, переключения, золотник управления, или главный пусковой клапан</p> <p>г) Заедают часть впускных или выпускных клапанов или отсутствуют зазоры в клапанах</p> <p>д) Двигатель не установлен в пусковое положение</p> <p>е) Золотники распределения неправильно собраны и отрегулированы</p> <p>ж) Клапан переключения заедает или неправильно собран</p> <p>з) Повреждены, засорены или неправильно подсоединены трубки воздухопровода</p> <p>и) Гребной винт заедает за препятствие или на него что-либо намотано</p> <p>к) Сильно зажат сальник дейдвудной трубы</p> <p>л) Нарушена герметичность системы пускового воздуха</p>	<p>а) Пополнить баллон воздухом до установленного давления</p> <p>б) Опрессовать воздухом пусковые клапаны. Неисправные клапаны осмотреть, расходить и в случае необходимости притереть</p> <p>в) Неисправные золотники разобрать и слегка притереть на масле, не допуская ослабления посадки золотника в корпусе во избежание пропуска воздуха. Главный пусковой клапан расходить и смазать</p> <p>г) Клапаны расходить, смазать и отрегулировать зазоры</p> <p>д) Установить двигатель в пусковое положение по меткам на маховике</p> <p>е) Проверить правильность сборки и регулировки</p> <p>ж) Проверить сборку, клапан расходить, смазать</p> <p>з) Устранить повреждение. Прочистить и продуть трубки воздухом. Проверить правильность подсоединения трубок</p> <p>и) Винт осмотреть и освободить его от посторонних предметов</p> <p>к) Ослабить сальник</p> <p>л) Систему пускового воздуха уплотнить</p>

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>2. Двигатель вращается пусковым воздухом с числом оборотов, достаточным для пуска, но при переводе рукоятки управления в положение «работа» останавливается</p>	<p>а) В топливный трубопровод попал воздух</p> <p>б) Топливо не поступает к топливным насосам или поступает в недостаточном количестве</p> <p>в) Вода попала в топливо</p> <p>г) Топливо не подается в некоторые цилиндры вследствие неисправности топливных насосов</p> <p>д) Низкая температура в машинном помещении или холодный двигатель</p> <p>е) Пусковая рукоятка не стоит в надлежащем положении</p> <p>ж) Регулятор заело при верхнем крайнем положении муфты (при включенной подаче топлива). Заедает регулировочную тягу</p> <p>з) Топливные насосы выключены</p> <p>и) Давление в конце цикла сжатия в рабочих цилиндрах недостаточное</p>	<p>а) Прокачать систему топливом и удалить из нее воздух</p> <p>б) Проверить наличие топлива в расходной цистерне, проверить правильно ли открыты клапаны на топливном трубопроводе. Заполнить трубопровод топливом и прокачать топливные насосы</p> <p>в) Спустить воду и эмульсию из цистерны, фильтров и трубопроводов. Заполнить всю систему чистым топливом и прокачать форсунки, предварительно вынув их из крышек</p> <p>г) Проверить топливные насосы, неисправности устранить</p> <p>д) Прогреть рабочие цилиндры, дустив в зарубашечное пространство горячую воду или пар низкого давления (не выше $1,5 \text{ кг/см}^2$)</p> <p>е) Пусковую рукоятку поставить в положение «работа»</p> <p>ж) Разобрать регулятор с приводом и устранить заедание. Проверить движение регулировочной тяги и мягкость разворота плунжеров. Устранить заедание</p> <p>з) Топливные насосы включить вращением валиков ручной подкачки топлива или изменением положения зацепления поворотного стакана плунжера с зубчатым сектором</p> <p>и) При пропуске клапанов впускного, выпускного, пускового или предохранительного притереть клапаны; при износе или пригорании поршневых</p>

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
		колец последние очистить от нагара, расходить или заменить на новые; при недостаточном наполнении цилиндра прочистить всасывающий коллектор и приемную щелевую заслонку

Двигатель работает на сжатом воздухе при нахождении пусковой рукоятки в положении «стоп»

Коленчатый вал вращается при установлении пусковой рукоятки в положение «стоп»	<p>а) Главный пусковой клапан заело в открытом положении</p> <p>б) Большие пропуски воздуха в золотнике управления</p> <p>в) Направляющие втулки и главный пусковой клапан изношены</p>	<p>а) Клапан расходить, устранить причины заедания</p> <p>б) Устранить пропуски</p> <p>в) Заменить втулку или клапан</p>
--	---	--

Двигатель не развивает полной мощности (полного числа оборотов)

<p>1. При нормальной температуре выпускных газов и максимальном давлении сгорания дизель не увеличивает числа оборотов при увеличении затяжки пружин регулятора</p>	<p>а) Неправильно отрегулирован привод регулировочной тяги топливных насосов</p> <p>б) Слабы или поломаны пружины регулятора</p>	<p>а) Отрегулировать привод регулировочной тяги по нулевой подаче и номинальному числу оборотов</p> <p>б) Осмотреть регулятор и устранить дефекты</p>
<p>2. У одного или нескольких цилиндров понижалась или повысилась температура выпускных газов и максимальное давление сгорания. В отдельных цилиндрах вспышки происходят с пропусками</p>	<p>а) Вышли из строя одна или несколько форсунок</p> <p>б) Задир плунжера или другая неисправность топливного насоса</p> <p>в) Топливо содержит большое количество воды</p> <p>г) В топливную систему попал воздух</p> <p>д) Недостаточно поступление топлива из-за загрязнения топливных фильтров</p>	<p>а) Остановить двигатель, неисправные форсунки заменить запасными</p> <p>б) Остановить двигатель, топливный насос или вышедшие из строя детали заменить запасными</p> <p>в) Спустить скопившуюся воду и заполнить топливную магистраль чистым топливом</p> <p>г) Выпустить воздух из топливной системы и устранить причины попадания его в систему</p> <p>д) Промыть и очистить топливные фильтры</p>

Характерные признаки неисправностей	Причины и неисправностей	Способы устранения неисправностей
Двигатель неустойчиво держит число оборотов		
1. Двигатель уменьшает число оборотов и слышен стук при каждой перемене хода	Заедание поршня как-го-либо цилиндра	Немедленно остановить двигатель и осмотреть детали движения. Поршни осмотреть при положении их в н. м. т., а втулки рабочих цилиндров — при положении поршней в в. м. т. Осмотреть картер и убедиться в отсутствии в нем металлической стружки или пыли. Если поршень задран, то вскрыть цилиндр и осмотреть детально поршень, мотылевый и головной подшипники и втулку цилиндра и, смотря по характеру повреждений, зачистить место задиров или заменить детали новыми

Причины заедания поршня в цилиндре могут быть следующие:

неправильная сборка поршня (например, деформация поршня в результате запрессовки поршневого пальца без предварительного нагрева поршня), шатуна и втулки рабочего цилиндра, при которой допуски на взаимную соосность превышают допустимые, а зазор между поршнем и втулкой меньше допустимого монтажного;

установка неправильных зазоров в головных подшипниках;

перекос поршня во втулке вследствие превышения норм предельно допустимой конусности мотылевой шейки коленчатого вала, поршневого пальца и головной втулки;

поломка поршневых колец;

недостаток или прекращение подачи масла в головной подшипник;

небрежная сборка двигателя и масляной системы; засорение масляных каналов в двигателе и трубопроводе, применение пакли и ветоши в качестве заглушек масляных каналов во время ремонта и вследствие этого остатки вора в масляных каналах;

негерметичность приемной части масляного трубопровода, подсос воздуха и нарушение режима циркуляции смазки двигателя;

применение масла несоответствующего сорта;

быстрая нагрузка двигателя без предварительного прогрева и при повышенной вязкости масла;

длительная перегрузка двигателя или отдельных цилиндров, вызывающая перегрев поршня и головного подшипника;

резкое изменение режима работы двигателя;

попадание воды в цилиндры;

значительное нагарообразование в цилиндрах вследствие обильной подачи масла, плохого его качества, неблагоприятных условий сгорания топлива и плохого охлаждения;

большое количество накипи в зарубашечном пространстве;

прорыв газов между поршнем и втулкой, создающий местные нарушения смазки;

чрезмерно плотная установка втулки в блоке;

прорыв газов через сквозные трещины в доньшке поршня и перегрев вследствие этого деталей головного соединения

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
2. Двигатель увеличивает число оборотов и идет вразнос	Внезапное падение нагрузки при неисправности регулятора или насосов (заело плунжер топливного насоса или привод регулятора)	Немедленно остановить двигатель и проверить отсутствие заеданий в регуляторе и насосах. Осмотреть двигатель. Вновь пустить двигатель разрешается только после выяснения и устранения причин, вызвавших разнос
3. Наблюдаются броски оборотов при работе на регуляторе. При перестановке пусковой рукоятки броски уменьшаются или прекращаются. Броски уменьшаются при затяжке пружин регулятора до максимальных оборотов	а) Заедание в подвижных частях регулятора — втулке, муфте, рычажном механизме или в топливном насосе б) Большая слабина в шарнирах рычажного механизма регулятора и тяги топливных насосов	а) После остановки двигателя осмотреть подвижные детали регулятора. Обнаруженные задиры зачистить, смазать и проверить легкость хода. Проверить легкость поворота плунжеров топливных насосов. Обнаруженные заедания устранить. б) Устранить слабину
4. Слышен стук в цилиндре двигателя при положении поршня у в. м. т.; при выключении топливного насоса этого цилиндра стук прекращается	Слишком большое опережение подачи топлива и вследствие этого максимальное давление сгорания выше нормального. Если при этом цилиндр дымит, то возможна неисправность форсунки	Проверить опережение подачи топлива и осмотреть форсунку. Угол опережения уменьшить до нормального, неисправную форсунку заменить
5. У одного из цилиндров появляется с перерывами резкий стук при положении поршня у в. м. т. Максимальное давление сгорания то слишком велико, то его нет совсем. Увеличивается температура выпускных газов и дымность выхлопа.	Ослабло крепление кулачной шайбы топливного насоса и она проворачивается	Остановить двигатель, установить шайбу и тщательно закрепить ее. После закрепления шайбы проверить угол опережения подачи топлива
6. При сбрасывании нагрузки число оборотов не может установиться, двигатель все время «бросает»	Большая слабина или заедание в приводе от регулятора к топливным насосам. Заедание в подвижных деталях регулятора	Устранить неисправность. Проверить легкость хода подвижных деталей в цепи регулятор — топливные насосы

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
7. Регулятор не держит малых чисел оборотов	Неправильно установлено нулевое положение топливных насосов	Проверить и установить правильно нулевое положение топливных насосов
8. Двигатель уменьшает число оборотов, температура выпускных газов и дымность возрастают	а) Недостаточное поступление воздуха б) На гребной винт что-либо намотано	а) Очистить всасывающий коллектор б) Двигатель остановить. Очистить гребной винт
9. Обороты двигателя не устанавливаются. Двигатель работает беспокойно. Наблюдается повышенная вибрация	а) Перегружены отдельные цилиндры б) Забиты отверстия у распылителей в) Угол опережения подачи топлива по цилиндрам отрегулирован неправильно г) Поршни или коленчатый вал в подшипниках заедает	а) Отрегулировать двигатель, распределив нагрузку равномерно б) Прочистить отверстия в) Проверить и установить правильно угол опережения подачи топлива г) Немедленно остановить двигатель, устранить заедание или заменить поврежденные детали
	д) Подшипники имеют слишком большие зазоры	д) При невозможности уменьшить зазоры, заменить подшипники на запасные с пригонкой их по шейкам
	е) Двигатель работает в диапазоне критических чисел оборотов	е) Изменить число оборотов. Если критическое число оборотов лежит в диапазоне рабочих чисел оборотов, то не работать на этом числе оборотов. При изменении числа оборотов двигателя критические обороты следует проходить быстро
	ж) Двигатель получил перегрузку	ж) Уменьшить нагрузку на двигатель, снизив число оборотов до устойчивого, поставив об этом в известность старшего механика и капитана
	з) В отдельных цилиндрах вспышки происходят с пропусками	з) В топливную систему попала вода, воздух; топливные насосы работают с перебоями; игла форсунки пропускает при закрытом положении; забиты отверстия распылителя; загрязнен топливный фильтр. Недостатки устранить

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
10. Реверсирование двигателя не удается	а) Недостаточное давление воздуха в пусковом баллоне б) Поломана пружина одного из распределительных золотников в) Неправильно собраны воздушный и масляный трубопроводы (NVD-48) г) Нарушена герметичность трубопроводов реверсивного устройства	а) Пополнить запас воздуха в пусковом баллоне б) Заменить поломанную пружину запасной в) Проверить правильность соединения трубопроводов реверсивного устройства г) Устранить негерметичность

Дымный выпуск

1. Выпускные газы окрашены в темный цвет. Повышенная температура выпускных газов по всем или отдельным цилиндрам, увеличен расход топлива	а) Не пригодное топливо (определяется посредством лабораторного анализа) б) Все или часть цилиндров двигателя перегружены в) Зависла форсуночная игла или имеет место неплотная ее посадка по конусу, трещина в сопле. При этом максимальное давление сгорания уменьшается, а температура выпускных газов повышается г) Неплотно сидят впускные и выпускные клапаны д) Топливный насос не создает нормального давления для распыливания топлива вследствие неплотности плунжерной пары	а) Топливо заменить на кондиционное б) Уменьшить нагрузку на двигатель. Проверить по температуре выпускных газов, максимальному давлению сгорания и показаниям пиметра распределение нагрузки по цилиндрам. В случае перегрузки цилиндра убавить подачу топлива топливным насосом в данный цилиндр в) Остановить двигатель, заменить неисправную форсунку запасной г) Притереть неплотно сидящие клапаны д) Опрессовать топливный насос, при необходимости плунжерную пару заменить
---	--	---

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>2. Выпускные газы синего оттенка; максимальное давление сгорания, среднее индикаторное давление по времени и температуре выпускных газов нормальные</p>	<p>е) Поздняя подача топлива</p> <p>ж) Перегрузка двигателя, вызванная перегрузкой судна, обрастанием корпуса, погибом винта и пр.</p> <p>з) Забит газоотвод или глушитель. Температура выпускных газов при этом выше нормальной</p> <p>и) Забиты сетки на всасывающем коллекторе</p> <p>а) Увеличенный заброс масла в ресивер и цилиндры двигателя из-за повышенного разрежения в картере или неисправности системы вентиляции картера</p> <p>б) Повысился уровень масла в картере двигателя из-за засорения системы приемной трубы откачивающего насоса или из-за попадания топлива в картер двигателя. Повышенный уровень масла в картере способствует забрасыванию масла в цилиндры</p> <p>в) Большой износ маслосъемных поршневых колец, из-за чего в цилиндры забрасывается масло из картера</p> <p>г) Маслосъемные кольца установлены цилиндрической частью вверх</p>	<p>е) Начало подачи топлива установить в соответствии с рекомендациями по регулировке двигателя, приведенными в гл. IX.</p> <p>ж) Уменьшить число оборотов двигателя. Число оборотов снижать до достижения предельно допустимой температуры выпускных газов. При первой же возможности устранить неисправность</p> <p>з) Очистить глушитель и газоотвод. Если не представится возможности сделать это немедленно, перевести работу двигателя на пониженное число оборотов</p> <p>и) Остановить двигатель и очистить сетки. Чистка сеток во время работы двигателя не допускается</p> <p>а) Выяснить причину повышенного разрежения и устранить ее. Устранить неисправности в системе вентиляции картера</p> <p>б) Очистить приемный трубопровод, выяснить причину попадания топлива в картер двигателя и устранить ее</p> <p>в) Заменить поршневые кольца</p> <p>г) Проверить установку маслосъемных колец</p>

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>3. Выпускные газы имеют окраску белого цвета Температура выпускных газов падает</p> <p>4. Выпускной или впускной клапаны плохо следуют за движением рычага</p>	<p>д) Чрезмерно обильная смазка цилиндров</p> <p>Попадание воды в цилиндр или выхлопной коллектор вследствие появления трещины в днище крышки цилиндра, втулке или в выхлопном коллекторе. Наличие воды в топливе</p> <p>а) Сломана пружина клапана</p> <p>б) Заедает шпindelь клапана</p>	<p>д) Уменьшить подачу смазки в цилиндры лубрикатором</p> <p>Остановить двигатель, опрессовать водой. Дефектную крышку и втулку заменить на запасные. Чаще спускать воду из топливопровода через фильтры и из расходной цистерны</p> <p>а) Остановить двигатель, заменить сломанную пружину</p> <p>б) Остановить двигатель и расходить шпindelь. При невозможности расходить шпindelь клапан заменить запасным</p>

Двигатель не останавливается

При установке рукоятки управления в положение «стоп» двигатель не останавливается

а) Заело один или несколько плунжеров топливных насосов

б) Неправильно установлен плунжер по углу поворота при зацеплении с регулировочной тягой; неправильно установлено или сбито нулевое положение тяги топливных насосов

а) Остановить двигатель отключением топливных насосов. Проверить и устранить заедание

б) Отрегулировать топливные насосы, установить нулевое положение тяги топливных насосов

Повышенный нагрев отдельных узлов и систем

1. Из картера двигателя выступает дым и масло. Повышенный нагрев картера в районе коленчатого вала. Выступает дым из главного пускового клапана

а) Чрезмерно нагрелись подшипники

б) Чрезмерный пропуск газов через поршневые кольца

в) Пропускает пусковой клапан

Неплотность пускового клапана

а) Проверить подшипники и устранить причину нагревания

б) Очистить и расходить поршневые кольца. Изношенные и поломанные кольца заменить

в) Пусковой клапан расходить и притереть

Снять клапан и притереть

2. Во время работы греется пусковой клапан, трубка пускового воздуха, главный пусковой клапан

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
3. Температура выпускных газов у одного из цилиндров значительно выше температуры выпускных газов у остальных цилиндров	а) Перегрузка цилиндра б) Неисправность термометра	а) Отрегулировать нагрузку на цилиндр б) Термометр заменить

Срабатывают предохранительные клапаны

1. Непрерывно срабатывает предохранительный клапан одного из цилиндров	а) Максимальное давление сгорания превышает нормальное вследствие перегрузки цилиндра б) Максимальное давление сгорания превышает нормальное вследствие слишком большого угла опережения подачи топлива в) Попадает вода в цилиндр, при этом понижается температура выпускных газов г) Предохранительный клапан неисправен или неправильно отрегулирован Двигатель перегружен	а) Проверить распределение нагрузки по цилиндрам и отрегулировать ее б) Проверить максимальное давление сгорания и установить нормальный угол опережения подачи топлива в) Опрессовать крышку цилиндра и в случае обнаружения трещины заменить крышку запасной г) Заменить клапан запасным либо отрегулировать Уменьшить нагрузку на двигатель и выяснить причину перегрузки
2. Срабатывают предохранительные клапаны всех цилиндров		

Неисправности масляной системы

1. Давление смазочного масла падает или оно совсем отсутствует	а) В двигателе (цистерне циркуляционного масла) мало масла б) Большая утечка масла в нагнетательном трубопроводе вне или внутри двигателя в) Предохранительный клапан масляного насоса заело в открытом положении или он неплотно сидит в гнезде г) Неисправен или не отрегулирован перепускной клапан д) Масляный насос через неплотности в соединениях трубопроводов подкачивает воздух	а) Проверить уровень, добавить масла б) Остановить двигатель, опрессовать трубопровод, неплотности устранить в) Клапан расхлестать или притереть по гнезду г) Устранить неисправность клапана, отрегулировать на необходимое давление масла д) Проверить наличие неплотностей по воздушному краю на масляном фильтре. При наличии неплотностей во всасывании
--	---	--

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>2. Уровень масла в картере (циркуляционной цистерне) повышается. Давление масла падает</p>	<p>е) Загрязнен масляный фильтр ж) Износ насоса превышает предельно допустимый з) Шаровой нагнетательный или всасывающий клапан выкатился из своего гнезда. Пропуски или заедания во всасывающих или нагнетательных клапанах и) Большая выработка в подшипниках (зазоры превышают предельно допустимые) к) Пониженная вязкость масла</p> <p>а) Попадание воды в циркуляционное масло через неплотности в маслоохладителе, через резиновые уплотнения втулок цилиндров. Цвет масла при попадании воды становится мутно-серым</p> <p>б) В циркуляционное масло попадает топливо, что особенно часто наблюдается у двигателей 4NVD-24</p>	<p>вающем трубопроводе через открытый кран будет проходить воздух. Неплотности в трубопроводе устранить</p> <p>е) Очистить фильтр</p> <p>ж) При первой возможности отремонтировать</p> <p>з) Поставить клапан на место. Пропуски или заедания устранить</p> <p>и) Необходим ремонт, уменьшить зазоры в подшипниках</p> <p>к) Определить и устранить причину понижения вязкости масла (см. пункт 2 п/п «б»)</p> <p>а) Проверить уплотнение втулок цилиндров и маслоохладителя опрессовкой. Неисправности устранить. Масло заменить на свежее, при этом промыть картер двигателя, циркуляционную цистерну и трубопроводы</p> <p>б) Масло заменить, при этом промыть картер двигателя, циркуляционную цистерну и трубопроводы. Определить причину попадания топлива в картерное масло и устранить ее</p>

Причины попадания топлива в циркуляционное масло могут быть следующие:

неплотность блока двигателя в районе полки топливных насосов (увеличенные зазоры в толкателях и др.) при негерметичности топливного трубопровода на двигателе, большом износе плунжерных пар топливных насосов; длительная работа на малых нагрузках, оборотах холостого хода, а также работа на пониженном числе оборотов;

неудовлетворительная работа форсунок — зависание игл, некачественное распыливание топлива, подтекание вследствие неплотности по посадочному конусу иглы;

неудовлетворительная регулировка двигателя в холодном и горячем состоянии (см. главу IX);

плохое качество топлива;

использование распылителей с углом распыливания топлива, отличным от оптимального ($\beta = 130^\circ$);

износ деталей цилиндрико-поршневой группы превышает предельно допустимые значения, вследствие чего может ухудшиться процесс сгорания топлива и последнее может попадать в картер.

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
3. Смазочное масло из картера выбрасывает через упорный подшипник наружу (наблюдается чаще у двигателей типа <i>NVD-48</i>)	<p>а) Расцентровка коленчатого вала двигателя с линией валопровода</p> <p>б) Переполнение картера маслом</p> <p>в) Некачественное сальниковое уплотнение</p>	<p>а) При очередном ремонте проверить и привести к норме центровку коленчатого вала с линией валопровода</p> <p>б) Установить нормальный уровень масла в картере</p> <p>в) Заменить сальниковое уплотнение</p>

Неисправности системы охлаждения

1. Охлаждающая вода имеет повышенную температуру	<p>а) Неисправность терморегулятора (в системе замкнутого охлаждения)</p> <p>б) Забита приемная сетка кингстона, недостаточно открыт кран на всасывающем трубопроводе. Перепускным клапаном чрезмерно уменьшена подача воды насосом. Перекрыты регулировочные краны на крышках цилиндров</p> <p>в) Ухудшение охлаждения из-за отложений (накипи) во внутренних полостях охлаждения двигателя</p> <p>г) Увеличение сопротивления проходу воды вследствие засорения трубопровода</p> <p>д) Клапаны охлаждающего насоса пропускают, седла неплотно сидят в гнездах или под клапаны попали посторонние предметы</p>	<p>а) Перейти на ручное регулирование температуры охлаждающей воды. На стоянке осмотреть терморегулятор</p> <p>б) Продуть приемный кингстон, отрегулировать открытие клапанов во всасывающей, перепускной и отливной частях системы охлаждения</p> <p>в) Очистить внутренние полости от накипи согласно инструкции по удалению накипи</p> <p>г) Прочистить трубопровод</p> <p>д) Клапаны притереть, проверить уплотнение седел и, если нужно, заменить уплотнительные кольца. Осмотреть и очистить клапаны</p>
--	---	--

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>2. Температура охлаждающей воды по цилиндрам двигателя неодинакова</p>	<p>е) Фильтр охлаждающей воды засорен ж) Насос через неплотности в соединениях трубопровода подсасывает воздух з) Утечка воды в систему резервного охлаждающего насоса через открытый или неисправный трехходовой кран</p>	<p>е) Очистить фильтр ж) Устранить неплотности в соединениях трубопровода з) Закрыть кран, устранить неполадки</p>
<p>3. Повышенная или пониженная температура воды, охлаждающей компрессор</p>	<p>а) Количество воды, протекающей через отдельные цилиндры, различно б) В отдельных цилиндрах вспышки происходят с пропусками в) Образовалась воздушная пробка в охлаждаемой полости выхлопного коллектора</p>	<p>а) Отрегулировать количество протекающей воды по цилиндрам кранами на отливных патрубках б) В топливную систему попала вода, воздух, топливные насосы работают с перебоями; игла форсунки пропускает при закрытом положении; забиты отверстия распылителя; загрязнен топливный фильтр. Недостатки устранить в) Выпустить воздух из охлаждаемой плоскости выхлопного коллектора</p>
	<p>а) Вредное пространство ступени низкого или высокого давления компрессора слишком велико б) Предохранительный клапан ступени высокого или низкого давления имеет пропуски в) Пропуски воздуха в промежуточном воздухоохладителе г) Фильтр приема воздуха загрязнен д) Прокладка под крышкой цилиндра пропускает воздух е) Клапан продувания пропускает воздух или открыт</p>	<p>а) Вредное пространство отрегулировать б) Неплотность устранить путем притирки клапана в) Устранить пропуски г) Фильтр очистить д) Заменить прокладку е) Устранить неплотности, клапан закрыть</p>

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
-------------------------------------	------------------------	-----------------------------------

Неисправности регулятора температуры

<p>1. Регулятор не реагирует на изменение температуры охлаждающей воды</p>	<p>а) Вытек заполнитель из термосистемы регулятора вследствие нарушения герметичности капилляра, сильфона или термостатического баллона б) Пережат сальник штока клапана регулятора</p>	<p>а) Снять регулятор и заменить всю его термосистему (термостатический баллон, капилляр и сильфон) б) Проверить затяжку от руки и при необходимости отпустить сальник. Если при ослаблении сальника будет нарушена герметичность штока клапана, установить новый сальник, пропитанный маслом</p>
<p>2. Клапан регулятора открыт полностью, а температура воды на выходе из двигателя выше допустимой</p>	<p>в) Погнут стержень клапана регулятора г) Отсутствует смазка в сальнике штока клапана д) Образовалась накипь на поверхности золотника регулировочного клапана а) Сильное отложение накипи на охлаждаемых поверхностях двигателя б) Трубки холодильника воды засорились</p>	<p>в) Снять стержень клапана, проверить, выправить и вновь установить г) Убедиться в наличии смазки и при необходимости добавить ее д) Разобрать клапан, вынуть золотник и удалить накипь а) Прощелочить систему охлаждения двигателя в соответствии с инструкцией по удалению накипи б) Прочистить холодильник</p>

Часто встречаемые характерные неисправности и дефекты двигателей типа *NVD*, ограничивающие сроки службы отдельных деталей и вызывающие необходимость преждевременной постановки двигателей (и судов) в ремонт

<p>1. Закоксовывание и залегание поршневых колец в канавках поршней (у главных двигателей чаще одного—двух верхних компрессионных колец, у вспомогательных— всех компрессионных и маслосъемных колец), интенсивное отложение нагара в газопускном тракте и несгоревших остатков топлива и масла, способных к возгоранию</p>	<p>а) Неполное сгорание топлива вследствие некачественной регулировки двигателя, неудовлетворительного состояния топливной аппаратуры, систематически низкой температуры охлаждающей воды на выходе из двигателя, особенно часто в условиях дрейфтерного промысла, сопровождающегося многократными перемными и малыми нагрузками</p>	<p>а) Систематически контролировать и поддерживать на должном уровне регулировку подачи топлива, проверять состояние и устранять неисправности топливной аппаратуры. На всех нагрузках стремиться поддерживать наиболее высокий температурный режим охлаждения двигателя. По возможности избегать работы на малых нагрузках</p>
---	--	---

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>2. Преждевременное ослабление посадки и проворачивание поршневых пальцев в бобышках поршней (через 4—6 тыс. ч работы и раньше), возникновение стуков, интенсивный износ и деформация бобышек поршня</p> <p>3. Поверхностные и сквозные трещины в днище поршня двигателей типа <i>NVD-48</i>. В последнем случае наблюдается повышенная дымность выхлопа и прорыв газов в картер, повышенная температура выпускных газов, отсутствие компрессии, мало или совсем отсутствует давление горения, перегрев головного подшипника, возможен задир поршня</p>	<p>б) Заброс масла в камеру сгорания, особенно при малых нагрузках и вследствие износа деталей цилиндра-поршневой группы, превышающего предельно допустимый</p> <p>в) Непригодное топливо (определяется посредством лабораторного анализа)</p> <p>г) В топливе повышенное содержание воды</p> <p>Некачественный монтаж поршневого пальца без предварительного нагрева поршня</p> <p>Особенно часто и сравнительно после непродолжительной эксплуатации (через 3—5 тыс. ч работы) появляются при непосредственном охлаждении двигателей заборной водой. Характерный дефект, присущий двигателям типа <i>NVD-48</i>, заключающийся в плохом отводе тепла вследствие конструктивного несовершенства поршня двигателя, частые резкие изменения нагрузки, частые пуски непрогретого двигателя, некачественное сгорание топлива по указанным выше причинам</p>	<p>б) Не превышать уровень смазочного масла в картере свыше допустимого. Детали, износ которых достиг предельно допустимого, отремонтировать или заменить новыми</p> <p>в) Топливо заменить на кондиционное</p> <p>г) Осуществлять необходимые меры по подготовке топлива (как указано в главе X)</p> <p>Поршневые пальцы запрессовывать после предварительного нагрева поршней. Дефектные детали отремонтировать или заменить новыми</p> <p>В эксплуатации принимать меры, направленные на предотвращение возникновения трещин в поршнях: не работать с перегрузкой, избегать по возможности частых и резких изменений нагрузки, пусков и реверсов, особенно непрогретого двигателя, поддерживать в исправном состоянии топливную аппаратуру, систематически контролировать и качественно регулировать процесс сгорания топлива, поддерживать температуру охлаждающей воды возможно ближе к верхнему допустимому пределу</p>

Примечание. В последнее время Центральным проектно-конструкторским бюро МРФ разработаны чертежи поршней с дополнительными ребрами, способствующими лучшему отводу тепла от доньшек. Опыт применения модернизированных поршней на речном флоте показывает, что эти поршни более надежны в эксплуатации.

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>4. Интенсивное коррозионное разрушение верхнего посадочного бурта блока и втулок рабочих цилиндров двигателей 8NVD-36, охлаждаемых забортной водой, сопровождающееся протечками воды из-под посадочных буртов втулок и отложением солей на блоке. Создается угроза обрыва посадочных буртов втулок и блока. Возникновение сквозных трещин втулок в районе под посадочным буртом, сопровождающееся протеканием охлаждающей воды в цилиндр, что может быть обнаружено по цвету выхлопных газов, стукам в цилиндре, обводнению смазочного масла, ухудшению параметров рабочего процесса</p>	<p>а) Характерный дефект, присущий преимущественно двигателям типа NVD-36</p> <p>б) Перекос и неравномерное обжатие цилиндрических втулок при монтаже</p>	<p>а) Коррозия в значительной мере устраняется в результате применения двухконтурного охлаждения двигателей пресной водой</p> <p>б) При эксплуатации вести систематический контроль за состоянием уплотнений цилиндрических втулок в блоке. Принимать своевременные меры по устранению протекания охлаждающей воды из блока. В период ремонта, предусматривающего демонтаж цилиндрических втулок, производить тщательную дефектацию их для определения степени коррозионного разрушения и соответственно характера ремонта. Втулки запрессовывать в блок без перекосов и равномерно обжимать цилиндрическими крышками</p>
<p>5. Отслаивание, выкрашивание и выплавление белого металла вкладышей рамовых и мотылевых подшипников. При работе двигателя вследствие этого может повыситься нагрев подшипников, могут появляться стуки, а также будет более интенсивно забиваться масляный фильтр</p>	<p>а) Плохое качество заливки и монтажа вкладышей; износ шеек вала на конус и эллипс и несоосность превышают предельно допустимые значения; нарушена центровка коленчатого вала с осью валопровода</p> <p>б) Неудовлетворительная смазка подшипников (зазоры в подшипниках превышают предельно допустимые значения, неисправности в циркуляционной системе смазки)</p>	<p>а) При ремонте и замене вкладышей строго контролировать качество ремонта и укладки вала, заливки вкладышей и пригонки их по шейкам вала</p> <p>б) Первый осмотр и перетяжку подшипников с перезалитыми или с новыми вкладышами производить не позднее, чем через 150—200 ч работы их. Не допускать износа шеек вала на конус и эллипс свыше предельно допустимого; при износе, превышающем предельно допустимую величину, шейки вала проточить и шлифовать. Не допускать превышения предельно допустимых зазоров</p>

Характерные признаки неисправностей	Причины неисправностей	Способы устранения неисправностей
<p>6. Металлические стучки в рабочем цилиндре и других узлах при исправной топливной аппаратуре и нормальной регулировке рабочего процесса</p> <p>7. Появление воды на блоке двигателя</p>	<p>в) Чрезмерно жесткая работа двигателя вследствие общей перегрузки, неравномерного распределения мощности по цилиндрам, неправильной регулировки подачи топлива</p> <p>Износ цилиндрических втулок по диаметру, головных втулок, поршневых пальцев, рамовых и мотылевых шеек коленчатого вала на конус; зазоры в подшипниках превышают предельно допустимые, цилиндрические втулки смонтированы с перекосом, поршневые пальцы проворачиваются в бобышках поршней</p> <p>Трещины в цилиндрических крышках</p>	<p>в подшипниках, поддерживать зазоры по возможности близкими к монтажным. Проверить и устранить неисправности в циркуляционной системе смазки</p> <p>в) Не допускать эксплуатацию двигателя с перегрузкой. Тщательно контролировать и своевременно регулировать рабочий процесс и равномерность распределения мощности по цилиндрам. При длительной работе главных двигателей типа <i>NVD-48</i> и <i>NVD-36</i> на малых и переменных нагрузках (на дрейфтерном промысле) может оказаться целесообразным (в целях снижения «жесткости» в работе) уменьшение угла опережения подачи топлива по цилиндрам (на один-два зуба топливной кулачной шайбы)</p> <p>Изношенные детали отремонтировать или заменить новыми, устранить дефекты, уменьшить зазоры в подшипниках коленчатого вала</p> <p>Дефектные цилиндрические крышки заменить</p>

временную работу двигателя при пониженном числе оборотов (с одновременным докладом на мостик) при наличии таких неисправностей, как: поломка одной или нескольких клапанных пружин; трещина в крышке цилиндра, через которую исключается попадание воды в цилиндр; повышение температуры выпускных газов одного или нескольких цилиндров вследствие перегрузки или разрегулировки двигателя; выход из строя одного или двух топливных насосов, одной или двух форсунок; выход из строя приборов контроля и автоматики; отсутствие освещения в машинном помещении. Во всех этих случаях обслуживающий персонал должен быть особенно внимательным и принимать все меры для предотвращения аварии дизельной установки.

Прежде чем приступить к устранению неисправностей, следует тщательно выяснить причины, вызвавшие ее, и наметить мероприятия по их устранению.

Устранение неисправности «вслепую», «на ощупь» недопустимо, так как это может привести к аварии дизельной установки.

В табл. 10 приведены наиболее характерные неисправности, которые могут встретиться при эксплуатации двигателей.

Глава VII

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ ОСМОТРЫ (ППО) И РЕМОНТЫ (ППР) ДВИГАТЕЛЕЙ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ППО И ППР

Периодические планово-предупредительные осмотры и ремонты представляют собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на поддержание двигателей и обслуживающих их технических средств в состоянии готовности к надежному и длительному действию и обеспечение безопасности мореплавания; предупреждение прогрессивных износов деталей и зазоров, несвоевременное выявление которых может привести к недопустимому ухудшению технического состояния двигателей и даже к аварии; своевременное выявление неисправностей, дефектов и их устранение, проверку различных приборов и предохранительных устройств и приведение их в исправное состояние; накопление и анализ материалов, характеризующих износ отдельных деталей и узлов, а также материалов по совершенствованию ДВС и правил по их эксплуатации и ремонту; поддержание паспортных эксплуатационно-технических характеристик судна в течение установленного межремонтного периода.

Периодические планово-предупредительные осмотры, профилактические работы и ремонты — необходимое условие нормальной эксплуатации двигателя. Поэтому осмотры, вскрытия, проверки, дефектация, ремонт и замена изношенных деталей и узлов должны производиться систематически и своевременно. Однако необоснованно частые разборки отдельных узлов, как и преждевременный ремонт и замена деталей, вредны, так как при этом приработанные рабочие поверхности подвижных деталей меняют свое взаимное положение, увеличивается вероятность отдельных погрешностей сборки и загрязнения двигателя, не доиспользуется располагаемый моторесурс деталей, увеличи-

вается объем и стоимость ремонта и, как следствие, снижается рентабельность работы судна в целом.

Все обнаруженные при осмотрах (как и при работе) неисправности, а также произведенные профилактические и ремонтные работы по устранению неисправностей должны быть записаны в журнале (формуляре) технического состояния двигателя. Это позволит составить наиболее полное представление о состоянии двигателя и разработать обоснованную обстоятельную ремонтную ведомость действительно необходимого объема ремонтных работ.

Периодичность осмотров и ремонтов двигателей определяется особенностями конструкции и условий эксплуатации последних.

Накопленный передовой опыт эксплуатации судовых силовых установок позволяет увеличить периоды между их осмотрами и ремонтами.

В зависимости от объема выполняемых по двигателям работ и причин возникновения устраняемых при ремонте дефектов различают профилактические работы, выполняемые силами судовой машинной команды в навигационный период, планово-предупредительные и аварийные ремонты.

Профилактические работы, выполняемые судовой машинной командой в процессе эксплуатации двигателей, включают комплекс мероприятий по техническому осмотру и уходу, проводимых для того, чтобы поддерживать двигатель в исправном работоспособном состоянии в течение межремонтного периода.

Периодические осмотры и уходы по двигателям типа *NVD* и по обслуживающим их механизмам и системам проводятся машинной командой в порядке повседневного обслуживания силовой установки по установленному графику: ежедневно, еженедельно, через 250 ч и 500—1000 ч работы двигателя.

Планово-предупредительные ремонты, сопровождающиеся одновременными соответствующими осмотрами, классифицируются на профилактические, текущие, малые и большие капитальные.

Категория ремонта в основном определяется продолжительностью работы двигателя в часах и износом деталей цилиндропоршневой группы.

Профилактические и текущие ремонты двигателей приурочиваются обычно ко времени междурейсовой стоянки судна в порту.

Профилактический ремонт вспомогательных двигателей может проводиться в течение эксплуатационного рейса.

В аварийных ремонтах, связанных с устранением поврежденных двигателей, вызванных аварией вследствие стихийных причин, несоблюдения Правил плавания или Правил технической эксплуатации, проводятся только работы по устранению повреждений, зафиксированных в аварийных актах, оформленных в со-

ответствии с действующими положениями о порядке их составления.

Обнаруженные неисправности в работе двигателей, обслуживающих механизмов и систем и дефекты деталей, которые могут привести к аварии или поломке (нагрев подшипников, стучи в цилиндрах, засорение сопел форсунок, трещины, выкрашивание и выплавление белого металла подшипников коленчатого вала и т. д.), должны устраняться немедленно.

Контроль за соблюдением сроков и качественным выполнением периодических планово-предупредительных осмотров, саморемонта и заводского ремонта двигателей осуществляет служба эксплуатации судовладельца.

Ответственность за своевременное проведение периодических планово-предупредительных осмотров и саморемонтов, выделение в соответствии с графиком установленного времени и правильное его использование лежит на капитане судна, а ответственность за качество и организацию планово-предупредительных осмотров и саморемонтов — на старшем механике судна и службе эксплуатации судовладельца.

Наблюдение и контроль за качеством проводимого заводом ремонта, а также ответственность за качество приемки двигателей из заводского ремонта возлагается на старшего механика судна и службу эксплуатации судовладельца.

§ 2. ПЕРИОДИЧНОСТЬ И УКРУПНЕННАЯ НОМЕНКЛАТУРА РАБОТ ПО ОСМОТРАМ И УХОДАМ ЗА ДВИГАТЕЛЯМИ

Периодические осмотры и уходы за двигателями в работе, как указывалось, включают ряд систематически выполняемых машинной командой операций, обеспечивающих постоянную готовность двигателей, обслуживающих механизмов и систем к действию, исправность и надежность их в работе.

С учетом изложенного в главе III, ниже приведены периодичность и укрупненная номенклатура работ при осмотрах и уходах, выполняемых на судне при обслуживании двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*.

При этом следует иметь в виду, что каждый последующий по сложности осмотр и уход включает также элементы предшествующих осмотров и уходов.

Е ж е д н е в н о:

Производят наружный осмотр двигателя, приборов и арматуры. Устраняют подтеки.

Протирают наружные части и арматуру двигателя.

Проверяют футштоком уровень масла в картере, при необходимости доливают масло.

Проверяют легкость и плавность хода рейки топливных насосов.

Спускают отстой из топливного фильтра и расходной цистерны. Цистерну пополняют.

Проверяют соединения системы топливоподачи и устраняют течь топлива.

Удаляют воздух из системы охлаждения, из холодильников и фильтров грубой очистки масла. Последние при необходимости очищают.

Проверяют наличие смазки в пресс-масленках и при необходимости пополняют последние. Проверяют надежность поступления масла к смазываемым поверхностям, особенно к поверхностям подвижных частей рычажного механизма, регулятора, регулировочных тяг топливных насосов.

Осушают баллоны пускового воздуха и при необходимости пополняют их воздухом.

Проверяют на системах клапаны, не зафиксированные в постоянном положении.

Проверяют крепление доступных болтов и гаек.

При бездействии двигателя проворачивают коленчатый вал на два-три оборота при открытых декомпрессионных клапанах, одновременно прокачивая двигатель маслом.

В случае ненормального повышения давления циркуляционного смазочного масла перед фильтром, что может быть следствием засорения последнего, вскрывают фильтр, очищают и промывают дизельным топливом.

Е ж е н е д е л ь н о:

Проверяют, очищают и промывают фильтры дизельного топлива и забортной охлаждающей воды.

Запускают на 15—20 мин и проверяют в действии резервный насос охлаждения двигателей и резервно-масляный насос.

Осматривают и смазывают элементы системы пускового воздуха, продувают трубопроводы, пополняют воздухом пусковые баллоны и проверяют при этом герметичность воздушных трубопроводов и клапанов.

Проверяют приводы впускных и выпускных клапанов, ролики толкателей топливных насосов высокого давления.

Проверяют при необходимости форсунки на качество распыла.

Проворачивают коленчатый вал двигателя воздухом без подачи топлива при одновременном прокачивании двигателя маслом.

Через 250 ч работы:

Проверяют путем легкого обстукивания молотком надежность крепления крышек рабочих цилиндров, анкерных связей, фундаментных болтов, болтов мотылевых и рамовых подшипников, приводы компрессора, масляного и водяных насосов, крепление

топливораспределительных кулачных шайб на распределительном валу.

Проверяют форсунки на качество распыливания топлива при нормальном давлении. При необходимости перебирают, очищают, промывают, заменяют дефектные детали.

Проверяют топливные насосы на герметичность и при необходимости опрессовывают их.

Проверяют состояние топливных, масляных и водяных фильтров. Дефектные элементы фильтров заменяют. Через 300—500 ч работы у двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48* наблюдается разъедание верхней мелкой фильтрующей металлической сетки круглых пластин топливного фильтра. Частицы разрушенной сетки могут попасть в топливную аппаратуру и вывести ее из строя. При осмотре топливного фильтра нужно иметь в виду это и своевременно заменять дефектные элементы.

Проверяют состояние (без разборки) и надежность действия регулятора.

Проверяют состояние предохранительных клапанов, распределительных воздушных золотников впускных, выпускных и пусковых клапанов, проверяют зазоры у последних.

Проверяют состояние и исправность действия привода тахометра.

Через 500 ч (для двигателей типа *NVD-24*) и 750—1000 ч (для двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48*) работы:

Заменяют масло в циркуляционной системе с очисткой и промывкой ее. В новом двигателе, а также после текущего и капитального ремонтов рекомендуется заменять масло первый раз через 200—250 ч работы.

Перебирают, промывают, регулируют форсунки и фильтры.

Проверяют выхлопной коллектор и при необходимости очищают его от отложений масла и продуктов сгорания.

Осматривают и при необходимости очищают фильтр на всасывающем коллекторе.

§ 3. ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ОСМОТРЫ, УХОДЫ И РЕМОНТЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Следует всегда помнить, что надежная работа двигателей и постоянная готовность их к использованию зависит от технического состояния вспомогательных механизмов, обслуживающих эти двигатели. Поэтому при проведении планово-предупредительных осмотров и ремонтов необходимо систематически и своевременно выполнять весь объем мероприятий, обеспечивающих исправную работу этих механизмов.

Ниже приводится примерный перечень указанных мероприятий. При этом также следует иметь в виду, что каждый последую-

ющий по сложности мероприятий осмотр включает в себя все элементы предшествующих осмотров.

ВАЛОПРОВОД

Ежедневно:

Производят наружный осмотр доступных мест линии вала, опорного подшипника, фланцевых соединений.

При работающем главном двигателе проверяют степень нагрева опорного подшипника. Проверяют наличие масла в нем. Недостаток масла в подшипнике или его загрязненность может привести к аварии валопровода.

Регулярно осматривают дейдвудный сальник и обжимают (не менее двух-трех раз за вахту) пресс-масленки.

При неработающем двигателе проворачивают валопровод на один-два оборота.

При обнаружении вибрации или стуков валопровода во время работы двигателя последний немедленно останавливают и при первой возможности осматривают винт, валопровод, подшипники.

Еженедельно:

Проверяют надежность крепления фланцевых соединений.

Проверяют обжатие дейдвудного сальника.

Пополняют опорный подшипник маслом до рабочего уровня.

Через три месяца:

Проверяют крепление опорного подшипника к фундаменту и системе уплотнения в нем.

Сменяют масло в опорном подшипнике.

Добавляют мягкую набивку в дейдвудный сальник (при необходимости).

Ежегодно (текущий ремонт):

Вскрывают и осматривают опорный подшипник, при необходимости зачищают шейку вала, устанавливают нормальный масляный зазор.

Замеряют зазоры в дейдвудных втулках (производится в период докования судна).

Проверяют величину излома и смещения в соединении валопровода, как указано в главе VIII.

Восстанавливают нарушенную окраску валопровода.

Осматривают гребной винт и при необходимости ремонтируют его.

Прокачивают водой или продувают паром дейдвудную трубу.

КОМПРЕССОР

Ежедневно:

Производят наружный осмотр и устраняют подтеки.

Проверяют посредством внешнего осмотра исправность манометров и наличие на них пломб, а также наличие пломб на предохранительных клапанах.

Проверяют уровень масла в картере и при необходимости доливают свежее масло.

Проверяют наличие смазки в пресс-масленках, при необходимости пополняют и обжимают их (перед запуском).

Проворачивают коленчатый вал на два-три оборота.

Спускают воду и масло из водомаслоотделителя.

Е ж е н е д е л ь н о :

Проверяют состояние муфты, соединяющей вал электромотора с валом компрессора; крепление компрессора к фундаменту, крепление крышек цилиндров, воздухоохладителя, водомаслоотделителя и трубопроводов; герметичность воздухоохладителя; затяжку и исправность шплинтовки шатунных болтов; состояние мотылевого подшипника (без разборки); плотность сальника водяного насоса.

Если компрессор не работает более четырех дней, через четыре-пять дней запускают компрессор на 2—3 мин при обильной подаче смазки.

Через три месяца:

Сменяют масло (через 300 ч работы).

При смене масла проверяют крепление противовесов, радиальный и аксиальный зазоры подшипников коленчатого вала и верхней головки шатуна.

Перебирают сальник водяного насоса.

Снимают и промывают водомаслоотделитель.

Продефектовывают соединительную муфту, пришедшие в негодность детали заменяют.

Очищают электромотор (без разборки) от угольной пыли и масла. Проверяют обмотки электромотора, осматривают коллектор и щеточный аппарат, замеряют сопротивление изоляции его относительно корпуса и между обмотками при температуре, близкой к рабочей. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,7 Мом.

Проверяют компрессор на соответствие паспортным данным по производительности, а также исправность и регулировку предохранительных клапанов. При несоответствии производительности паспортным данным, а также при наличии признаков ненормальной работы проверяют состояние клапанов ЦВД и ЦНД.

Е ж е г о д н о (текущий ремонт):

Разбирают компрессор, промывают и производят дефектование деталей. Пришедшие в негодность детали ремонтируют или заменяют.

Очищают и промывают всасывающие и нагнетательные клапаны с последующей проверкой герметичности их закрытия.

Прощелачивают полость охлаждения компрессора и промывают пресной водой.

Проверяют контрольно-измерительные приборы в соответствии с главой V.

Очищают электромотор (с разборкой) от угольной пыли и масла. При необходимости протачивают и отшлифовывают коллектор, протирают щетки. Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

После сборки и проверки высоты камеры сжатия по свинцовым выжимкам обкатывают и испытывают компрессор, проверяя производительность. Регулируют и пломбируют предохранительные клапаны. Систему трубопроводов совместно с компрессором и воздухохранителями испытывают на герметичность (утечку) в течение 24 ч.

СЕПАРАТОРЫ ТОПЛИВА И МАСЛА

Ежедневно:

Производят наружный осмотр сепаратора и приборов, протирают их сухой ветошью.

Проворачивают сепараторы вручную в течение 2—3 мин.

Еженедельно:

Проверяют наличие смазки и плотность контрольных кранов. Очищают барабан согласно инструкции (примерно через каждые 2 ч работы).

Через три месяца:

Осматривают соединительную муфту и очищают ее от грязи и масла.

Проверяют крепление сепаратора, трубопроводов, маслоподогревателя.

При бездействии сепараторов более 20 суток проверяют их в течение 15—20 мин под нагрузкой, чтобы убедиться в нормальной работе сепараторов по приборам.

Очищают электромотор (без разборки) от пыли и масла.

Проверяют обмотки электромотора, осматривают коллектор и щеточный аппарат. Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

Ежегодно (текущий ремонт):

Разбирают сепаратор, обмеряют шейки и проверяют зазоры в подшипниках, устраняют обнаруженные дефекты. После этого собирают сепаратор и проверяют его в работе под нагрузкой.

Проверяют контрольно-измерительные приборы в соответствии с главой V.

Очищают электромотор (с разборкой) от угольной пыли и масла. При необходимости протачивают и отшлифовывают коллектор, притирают щетки. Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ — ПОЖАРНЫЙ И РЕЗЕРВНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Ежедневно:

Производят наружный осмотр и очищают от грязи.

Обжимают пресс-масленки.

Проворачивают насос на два-три оборота вручную.

Проверяют посредством внешнего осмотра исправность приборов и наличие на них пломб.

Еженедельно:

При бездействии насоса более шести суток пускают его под нагрузкой на 5 мин.

Через три месяца:

Проверяют исправность сальников, при необходимости поджимают их.

Проверяют крепление насоса к фундаменту и соединение с мотором.

Очищают электромотор (без разборки) от угольной пыли и грязи, замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

Опробывают насос при рабочем противодавлении, чтобы убедиться в исправной его работе по показаниям приборов.

Проверяют исправность работы редукционного клапана на аварийное охлаждение от пожарной системы.

Ежегодно (текущий ремонт):

Производят полную переборку насоса с дефектованием, ремонтом и заменой изношенных деталей.

Проверяют контрольно-измерительные приборы в соответствии с главой V.

Очищают электромотор (с разборкой) от пыли и масла. При необходимости протачивают и отшлифовывают коллектор, притирают щетки.

Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

МАСЛО- И ТОПЛИВОПЕРЕКАЧИВАЮЩИЕ ШЕСТЕРЕНЧАТЫЕ НАСОСЫ

Ежедневно:

Производят наружный осмотр насоса и приборов, очищают их от грязи и подтеков.

Проворачивают на два-три оборота вручную.

Еженедельно:

Проворачивают насос электродвигателем в течение 2—3 мин.

Через три месяца:

Проворачивают насос под нагрузкой в течение 5 мин, чтобы убедиться в исправной работе его по приборам.

Осматривают крепление насоса к фундаменту и соединение с электродвигателем.

Очищают электромотор (без разборки) от пыли и масла.

Проверяют обмотки электромотора, осматривают коллектор и щеточный аппарат.

Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

Ежегодно (текущий ремонт):

Производят полную переборку насоса, замеряют аксиальные и радиальные зазоры шестерен.

Обмеряют шейки и замеряют зазоры в подшипниках, устраняют обнаруженные дефекты.

Очищают электромотор (вынимая якорь) от пыли и масла. При необходимости протачивают и отшлифовывают коллектор, притирают щетки. Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции.

Когда будет проделано все перечисленное выше, собирают насос, обкатывают и испытывают под нагрузкой; регулируют перепускной клапан на давление в соответствии с указанием паспорта.

ГАЗООТВОДЫ И ГЛУШИТЕЛИ

Ежедневно:

Производят наружный осмотр газотводов и глушителей, проверяют изоляционный покров, чтобы убедиться в отсутствии пропуска газов в машинное помещение.

Спускают отстой из отстойников глушителей.

Ежегодно:

Осматривают и очищают полость газотводов и глушителей от отложений.

Осматривают и очищают отстойники глушителей.

§ 4. ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫЕ РЕМОНТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

Межремонтные периоды и номенклатуру ремонтных работ по категориям ремонтов устанавливают в зависимости от срока службы основных деталей, определяемого интенсивностью их износа и нормами предельно допустимых износов, а также в зависимости от необходимого объема профилактических мероприятий, связанных с разборкой, подетальной дефектацией, чисткой и регулировкой двигателей. При этом необходимо учитывать длительность промысловых рейсов судов, а следовательно, продолжительность и условия работы двигателей в промысловом рейсе, а также кратно-заменяемость деталей.

Интенсивность износа деталей зависит от многих факторов; некоторые из этих факторов являются характерными для определенных видов лова и схем организации промыслового использования флота. Поэтому межремонтные периоды не могут быть едиными для одних и тех же типов двигателей, эксплуатируемых в различных специфических условиях.

Межремонтные периоды двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*, эксплуатируемых на судах типа СРТ и СРТР «Океан», приведены в табл. 11.

Таблица 11

Тип судна	Двигатели		Межремонтные периоды, тыс. ч				Примечание
	назначение	марка	профилактического	текущего	малого капитального	большого капитального	
СРТР «Океан»	Главный	8 <i>NVD-48</i>	$\frac{2,0}{2,5}$	6,0	36	65	Охлаждение двигателей пресной водой
	Вспомогательные	6 <i>NVD-24</i> 4 <i>NVD-24</i>	1,6	5,0	20	38	
СРТ	Главный	6 <i>NVD-48</i>	$\frac{2,0}{2,5}$	5,0	25	45	Охлаждение двигателей заборной водой
	Вспомогательный	4 <i>NVD-24</i>	1,4	3,0	15	25	
СРТ	Главный	8 <i>NVD-36</i>	$\frac{2,0}{2,5}$	5,5	24	45	Охлаждение двигателей пресной водой Охлаждение двигателей заборной водой Для двигателей с охлаждением заборной водой и прошедших уже первый малый и большой капитальный ремонты
			$\frac{2,0}{2,5}$	5,0	20	36	
$\frac{2,0}{2,5}$	4,0	16	26				
$\frac{2,0}{2,5}$	4,0	16	26				
	Вспомогательный	4 <i>NVD-24</i>	1,4	3,0	15	25	Охлаждение двигателей заборной водой

Примечание. В числителе — при длительности рейса в Северной Атлантике 135 суток и в Тихоокеанском бассейне 175 суток; в знаменателе — при длительности рейса в Экваториальных водах и в Северной Атлантике 175 суток.

В табл. 11 приведены средние значения межремонтных периодов, которые в зависимости от условий эксплуатации и ремонта, длительности рейса, технического состояния двигателей для отдельных судов могут изменяться в пределах $\pm 20\%$.

Межремонтные периоды ($T_{\text{мр}}$ в тыс. ч) до ремонта или замены тех или иных основных деталей рассчитываются на основании установленных закономерностей износа деталей, приведен-

ных в § 8 настоящей главы. Если таких закономерностей еще не установлено, межремонтные периоды в первом приближении можно определять в каждом частном случае по следующим формулам:

$$T_{\text{мр}} = T_{\text{проф}_1} + \frac{U_{\text{пр}} - U_{\text{проф}_1}}{u_{\text{д}}};$$

$$T_{\text{мр}} = T_{\text{проф}_1} + \frac{S_{\text{пр}} - S_{\text{проф}_1}}{u_{\text{сд}}},$$

где

$T_{\text{проф}_1}$ — продолжительность работы деталей от начала эксплуатации до первого профилактического ремонта (принимая, что за этот период приработка деталей преимущественно закончится), тыс. ч;

$U_{\text{пр}}, S_{\text{пр}}$ — предельно допустимый износ, зазор, мм;

$u_{\text{д}}$ — средняя действительная скорость изнашивания детали, мм/1000 ч;

$u_{\text{сд}}$ — средняя действительная скорость увеличения зазора, мм/1000 ч;

$U_{\text{проф}_1}$ и $S_{\text{проф}_1}$ — абсолютный износ, зазор в мм, замеренные при первом профилактическом ремонте.

Величины $u_{\text{д}}$ и $u_{\text{сд}}$ можно определить по следующим формулам:

$$u_{\text{д}} = \frac{U_{\text{п}} - U_{\text{проф}_1}}{T_{\text{п}} - T_{\text{проф}_1}};$$

$$u_{\text{сд}} = \frac{S_{\text{п}} - S_{\text{проф}_1}}{T_{\text{п}} - T_{\text{проф}_1}},$$

где $U_{\text{п}}$ и $S_{\text{п}}$ — любая из имеющихся величин абсолютного износа, зазора в мм, замеренная в одном из последующих ремонтов после первого профилактического;

$T_{\text{п}}$ — продолжительность работы (в тыс. ч) деталей и узлов от начала эксплуатации на момент замера величин $U_{\text{п}}$ и $S_{\text{п}}$.

Остаток эксплуатационного периода ($T_{\text{ост}}$ в тыс. ч) детали и узла до ремонта или замены определяется принципиально по следующим формулам:

$$T_{\text{ост}} = T_{\text{мр}} - T_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{пр}} - U_{\text{ф}}}{u_{\text{д}}};$$

$$T_{\text{ост}} = T_{\text{мр}} - T_{\text{ф}} = \frac{S_{\text{пр}} - S_{\text{ф}}}{u_{\text{сд}}},$$

где T_{ϕ} — фактический срок службы детали или узла на момент данной дефектации, тыс. ч;
 U_{ϕ} , S_{ϕ} — фактический абсолютный износ, зазор, замеренные при данной дефектации, мм.

Межремонтные периоды, приведенные в табл. 11, предусматривают проведение профилактических ремонтов главных двигателей в период между рейсовыми стоянками судна, как правило, после каждого экспедиционного рейса (продолжительностью 135—175 суток) на дрейфтерный промысел или после четырех последовательных автономных рейсов (продолжительностью примерно по 30 суток) на траловый лов. Продолжительность работы двигателей в течение промыслового рейса приведена ниже (см. табл. 21). В зависимости от фактической продолжительности рейсов и особенностей организации использования судов межремонтные периоды до последующего ремонта в каждом отдельном случае уточняют с учетом фактического технического состояния двигателей.

Профилактический ремонт вспомогательных двигателей, выполняемый в основном силами судовой машинной команды, может производиться в течение рейса судна.

С повышением уровня технической эксплуатации межремонтные периоды могут быть увеличены по сравнению с приведенными в табл. 11.

Для двигателей, прошедших первый малый и большой капитальный ремонт, последующие межремонтные периоды до текущего и капитальных ремонтов могут быть уменьшены в зависимости от технического состояния двигателей соответственно на 15—20%.

Каждый последующий по сложности ремонт предусматривает проведение в полном объеме работ предшествующих ремонтов.

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ РЕМОНТ

Профилактический ремонт проводится для вскрытия и осмотра отдельных узлов, замера зазоров, устранения мелких дефектов, регулировки двигателей в целях обеспечения нормальной их работы в течение последующего межремонтного периода.

Ремонт производится судоремонтным заводом и силами судовой машинной (или береговой) команды — по главным двигателям и, как правило, силами судовой машинной команды — по вспомогательным двигателям. При этом надо выполнить следующую основную номенклатуру работ (в последовательности, приведенной ниже).

1. Удалить из циркуляционной системы смазочное масло и промыть систему.

2. Удалить из системы охлаждающую воду. Прощелочить и промыть водяные полости двигателя. При охлаждении пресной

водой период между щелочением и промывкой водяных полостей следует удвоить.

3. Снять: ограждения вокруг двигателя, щиток совместно с манометрами, тахометр, термометры для измерения температуры газов, воды и масла; топливные трубопроводы форсунок (от топливных насосов и отливные), форсунки; трубки от воздухораспределительных золотников к пусковым клапанам. Отсоединить главную пусковую магистраль, снять всасывающий коллектор, отдать патрубки, отсоединить их от цилиндрических крышек. Подвесить и закрепить выхлопной коллектор. Снять коромысла с кронштейнами, штанги и цилиндрические крышки.

4. Снять с цилиндрических крышек клапаны.

5. Очистить или заменить в цилиндрических крышках протекторы, очистить крышки от нагара, а полости охлаждения — от грязи и накипи, промыть их.

6. Прошарошить при необходимости гнезда клапанов, притереть клапаны по гнездам, дефектные направляющие втулки и штоки клапанов заменить. Необходимость притирки клапанов (особенно выпускных) возникает для двигателей типа *NVD-36* и *NVD-48* примерно через 2,0—2,5 тыс. ч работы, для двигателей типа *NVD-24* — через 1,5—2,0 тыс. ч работы.

7. Расходить, а при необходимости заменить кольца поршеньков пусковых клапанов.

8. Собрать и установить на крышке клапаны.

9. Прибить шарик клапана отбора газа по гнезду, очистить шарик от нагара без съемки корпуса клапана (для двигателей типа *NVD-24*).

10. Снять крышки картерных люков, замерить зазоры в рамных и мотылевых подшипниках, при необходимости произвести перетяжку последних.

Зазоры в мотылевых и головных подшипниках можно определить без разборки последних при помощи приспособления, приведенного в главе VIII (см. рис. 101, 102). Это приспособление позволяет последовательно замерить зазоры в головных и мотылевых подшипниках без демонтажа деталей шатунно-поршневой группы.

Следует поддерживать зазоры в мотылевых и рамных подшипниках, близкими к монтажным.

При вскрытии вкладышей надо тщательно проверить состояние антифрикционной заливки. Дефектные вкладыши перезалить или заменить новыми после подгонки по соответствующим шейкам вала.

11. Замерить расхождения щек (раскепы) коленчатого вала (после перетяжки рамных подшипников).

12. Проверить состояние и крепление кулачных шайб на распределительном валу (путем обстукивания свинцовым молотком).

13. Снять картерные сетки, очистить поддон картера, поставить и закрыть сетки.

14. При необходимости снять масляный насос, доставить в цех для ремонта, установить вновь на место.

15. Снять кожух маховика, снять сальниковую крышку картера со стороны маховика, проверить надежность уплотнения вала, закрепить вновь крышку на место.

16. Осмотреть головки поршней (без демонтажа последних) на предмет обнаружения трещин в днище, определения количества нагарообразований.

Профилактический ремонт двигателей рекомендуется производить без подъема поршней. Однако поршни следует вынуть в сборе с шатунами для осмотра, профилактики и даже для ремонта, если:

а) на днище головки поршня обнаружены недопустимые трещины (дефект, часто встречающийся у двигателей типа *NVD-48*) и при этом требуется замена поршня;

б) на головках поршней имеется большой слой нагара (толщиной 2—3 мм и более), а верхнее компрессионное кольцо застряло в поршневой канавке и не проворачивается (обнаруживается при положении поршня в в. м. т. без подъема поршня);

в) во время предыдущего ремонта были оставлены поршневые кольца и детали головного соединения, износ которых может быть предельно допустимым на момент данного ремонта, или в период последующей эксплуатации ранее срока производства следующего очередного ремонта;

г) в эксплуатации прослушивались в цилиндре ненормальные металлические стуки;

д) при осмотре рабочей поверхности цилиндровой втулки (при положении поршня в н. м. т.) и нижней части тронка поршня обнаружены натир, задиры и другие признаки, свидетельствующие о имевшем место заклинивании поршня во втулке.

В двигателях, для которых предусмотрены два последовательных профилактических ремонта (см. табл. 11) в пределах до первого текущего, между двумя ближайшими текущими и между текущим и капитальными ремонтами, целесообразно во втором по счету профилактическом ремонте поднять один-два поршня для контрольной проверки состояния поршневых колец, замера зазора в головном подшипнике в сборе с поршнем и проверки посадки поршневого пальца в бобышках поршня.

По результатам контрольной проверки принимается решение о необходимости ремонта продефектованных поршней и соответствующих деталей, а также о необходимости дефектации и ремонта деталей других поршневых групп.

Трудоемкость работ второго профилактического ремонта может быть больше, чем трудоемкость первого.

17. Снять при необходимости наработок в верхней части цилиндровых втулок.

18. Установить и закрепить крышки картерных люков.

19. Поставить цилиндрические крышки на место и обжечь их.

20. После профилактического ремонта и регулировки форсунок установить их на место на отожженные красномедные прокладки.

21. Разобрать, промыть, притереть и собрать нагнетательные клапаны топливных насосов.

22. Поставить на место штанги и коромысла клапанов.

23. Промыть от масла и сажи всасывающий коллектор, установить сетки, закрепить коллектор.

24. Очистить (при необходимости), установить и закрепить выхлопной коллектор.

25. Если в эксплуатации были обнаружены какие-либо ненормальности в работе главного пускового клапана, вскрыть его, осмотреть, устранить неисправности, промыть, собрать и закрепить на место.

26. Установить топливные трубки к форсункам и насосам, трубки пусковых золотников к пусковым клапанам и трубки пускового воздуха.

27. Удалить наработки на нажимных концах коромысел клапанов в местах соприкосновения их со штоками клапанов.

28. Расходить регулирующие заслонки охлаждающей воды по цилиндрам.

29. Установить перепускные патрубки охлаждающей воды от головок цилиндров к выхлопному коллектору.

30. Очистить, промыть фильтры масла, топлива и воды. Дефектные элементы фильтров заменить.

31. Разобрать, прочистить и промыть маслоохладитель, заменить дефектные протекторы.

32. Вскрыть водяные насосы; осмотреть клапаны, заменить при необходимости протекторы; разобрать трехходовые краны, очистить от коррозии, промыть, смазать, установить на место, заменив сальниковую набивку.

33. Вскрыть крышку люков зарубашечного пространства, прочистить и промыть его при невыпрессованных втулках, заменить при необходимости протекторы на крышках люков, установить крышки на место, установить общий водяной коллектор.

34. Для двигателей с двухконтурной системой охлаждения вскрыть теплообменник пресной воды, очистить от шлама и промыть, установить при необходимости новые протекторы на крышках, установить крышки на место на новые прокладки, собрать систему. Сменить воду в системе (в случае, если вода непригодна для дальнейшего использования).

35. Навешенный компрессор снять с двигателя, разобрать, промыть кольца, цилиндр и поршень, заменить изношенные коль-

ца, проверить состояние бугеля, разобрать клапаны и притереть по гнездам, промыть фильтрующий элемент приема воздуха, заменить при необходимости протекторы, собрать и установить компрессор на место.

36. Установить компрессор на место и подсоединить контрольно-измерительные приборы.

37. Произвести контрольное обжатие фундаментных болтов.

38. Залить масло в картер, маслосбак и лубрикатор, прокачать масло ручным насосом до поступления ко всем движущимся частям, проворачивая вручную коленчатый вал.

39. Прокачать форсунки и топливные насосы высокого давления.

40. Произвести холодную регулировку двигателя и подготовить его к пуску.

41. Поставить и закрепить ограждение вокруг двигателя.

42. Произвести обкатку, швартовые и ходовые испытания с одновременной горячей регулировкой двигателя.

Как правило, при профилактических ремонтах нет необходимости в производстве замеров деталей.

Однако при профилактическом ремонте, предшествующем капитальному, целесообразно измерить цилиндрические втулки в верхней, наиболее изнашиваемой части без подъема поршней (поршни опускаются при замере втулок в н. м. т.), а также произвести контрольные замеры некоторых мотылевых шеек коленчатого вала, у которых ожидается наибольший износ. Последнее предположение должно основываться на результатах последних обмеров, наблюдений за работой подшипников при эксплуатации и на сопоставлении располагаемых данных с установленными закономерностями износа деталей.

ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Текущий ремонт производится с минимальной потерей эксплуатационного времени силами судоремонтного завода в объеме согласованной ремонтной ведомости и технических условий на ремонт при постоянном контроле за качеством ремонта непосредственно со стороны старшего механика судна.

Текущий ремонт вспомогательных двигателей может производиться силами машинной команды, при этом ремонтные работы, для выполнения которых требуется заводское оборудование, передаются судоремонтному заводу.

Периодичность текущих ремонтов в значительной степени определяется сроками службы поршневых колец и деталей головного соединения.

Текущий ремонт включает минимально необходимый объем ремонтных работ с частичной разборкой, ремонтом и заменой отдельных изношенных деталей в целях обеспечения нормально-

го технического состояния двигателя на период до последующего очередного текущего или капитального ремонта. При текущем ремонте не допускается ремонт или замена таких узлов и деталей, которые по своему техническому состоянию могут еще надежно работать в течение последующего межремонтного периода. Текущий ремонт выполняется в следующем объеме (укрупненно).

1. Блок и цилиндры втулки: выпрессовка втулок (в случае обнаружения течи из-под буртов), очистка зарубашечного пространства, замена пришедших в негодность протекторов, подрезка буртов (в основном в двигателях типа *NVD-36*), удаление наработка в верхней части втулок, подтяжка фундаментных болтов и анкерных связей.

2. Цилиндры крышки: очистка, испытание, шарошка гнезд клапанов, притирка клапанов, замена изношенных клапанов и втулок.

3. Шатунно-поршневая группа: разборка, зачистка и промывка, дефектование, ремонт или замена изношенных поршневых пальцев, головных втулок и поршневых колец.

4. Коленчатый вал с подшипниками: очистка, промывка мотылевых и рамовых шеек, ремонт и замена дефектных вкладышей, проверка биения рамовых шеек и расхождения щек (раскопов), выборочный осмотр нижних вкладышей рамовых подшипников, обмеры шеек вала, установка монтажных зазоров в мотылевых и рамовых подшипниках.

5. Распределительный вал: очистка, осмотр, проверка зазоров в подшипниках и в шестернях привода, установка зазоров в зацеплении.

6. Регулятор числа оборотов: разборка, промывка, дефектование подшипников, регулировка.

7. Топливные насосы высокого давления и форсунки: разборка, дефектование, ремонт и замена дефектных деталей, регулировка.

8. Масляный и водяной насосы: разборка, дефектование, ремонт.

9. Навешенный компрессор: разборка, дефектование, ремонт.

10. Всасывающий коллектор: очистка и ремонт.

11. Выхлопной коллектор: очистка, испытание, ремонт.

12. Контрольно-измерительные приборы: проверка в соответствии с указаниями в главе V.

13. Система пуска: разборка, очистка главного пускового клапана, пусковых клапанов и пусковых золотников.

14. Трубопроводы: ремонт.

15. Холодная регулировка, обкатка, швартовые и ходовые (для главных двигателей) испытания с замером расхода топлива после горячей регулировки.

Наименование деталей и узлов	Наименование износа (зазоров)	NVD-48		
		размер детали, мм	монтажный зазор, мм	предель- ный износ, мм
Втулка цилиндровая	Износ по диаметру	$\varnothing 320^{+0,05}$	—	$\frac{2,10}{0,70}$
	Эллипс			
Поршень	Тронк $\frac{\text{Конус}}{\text{Эллипс}}$	$\varnothing 320^{-0,21}_{-0,29}$	—	$\frac{0,25}{0,25}$
	Износ канавок по вы- соте ¹	$h=8,0^{+0,07}_{+0,05}$	—	0,40
Втулка — поршень	Зазор «Середина» ²	—	0,21—0,34	$\frac{1,20}{0,70}$
	Зазор «Низ» ³			
Поршневые кольца	Зазор в паре канавка—кольцо	$h=8,0_{-0,01}$	$\frac{0,05-0,08}{1,30-1,75}$	$\frac{0,60}{5,00}$
	Зазор в замке ⁴			
Поршневой палец	Конус	$\varnothing 125_{-0,018}$	—	$\frac{0,06}{0,08}$
	Эллипс			
Головная втулка	Конус	$\varnothing 125^{+0,17}_{+0,10}$	—	$\frac{0,07}{0,15}$
	Эллипс			
Поршневой па- лец — головная втулка	Зазор в соединении	—	0,10—0,19	0,30
Коленчатый вал	Рамовые $\frac{\text{Конус}}{\text{Эллипс}}$ шейки	$\varnothing 210_{-0,03}$	—	$\frac{0,12}{0,15}$
	Мотылевые $\frac{\text{Конус}}{\text{Эллипс}}$ шейки	$\varnothing 200_{-0,03}$	—	$\frac{0,10}{0,15}$
	Зазор в рамовом под- шипнике	—	0,08—0,10	0,30
	Зазор в мотылевом подшипнике	—	0,08—0,10	0,25
	Зазор в упорном под- шипнике (осевой) ⁵	—	0,40—0,60	1,50
	Расцеп ⁶	—	0,00—0,04	0,12

¹ Указан норматив износа только первого кепы, как наиболее изнашивающегося и

² Зазор «Середина» указан, как разность диаметров втулки и поршня по горизонту

³ Зазор «Низ» указан, как разность диаметров втулки и поршня по горизонту ниже

⁴ Зазор в стыках колец (монтажный и предельный) указан по калибру (в неизношен

⁵ Для реверсивных двигателей.

⁶ По номограмме Регистра СССР.

Таблица 12

NVD - 36			NVD - 24		
размер де- тали, мм	монтажный зазор, мм	предель- ный износ, мм	размер де- тали, мм	монтажный зазор, мм	предель- ный износ, мм
$\varnothing 240^{+0,045}$	—	$\frac{1,80}{0,50}$	$\varnothing 175^{+0,04}$	—	$\frac{0,80}{0,20}$
$\varnothing 240^{-0,18}$ $-0,22$	—	$\frac{0,20}{0,20}$	$\varnothing 175^{-0,14}$ $-0,17$	—	$\frac{0,15}{0,15}$
$h=6^{+0,07}$ $+0,05$	—	0,30	$h=60^{+0,065}$ $+0,045$	—	0,15
—	$\sqrt{0,18-0,27}$	$\frac{0,95}{0,50}$	—	$0,14-0,21$	$\frac{0,80}{0,45}$
$h=6,0_{-0,01}$	$\frac{0,05-0,08}{0,90-1,20}$	$\frac{0,50}{4,00}$	$h=6,0_{-0,01}$	$\frac{0,05-0,07}{0,80-1,00}$	$\frac{0,25}{3,00}$
$\varnothing 95_{-0,015}$	—	$\frac{0,05}{0,07}$	$\varnothing 70_{-0,013}$	—	$\frac{0,04}{0,06}$
$\varnothing 95^{+0,11}$ $+0,09$	—	$\frac{0,06}{0,14}$	$\varnothing 70^{+0,10}$ $+0,08$	—	$\frac{0,05}{0,08}$
—	$0,09-0,13$	0,25	—	$0,08-0,11$	0,20
$\varnothing 150_{-0,027}$	—	$\frac{0,10}{0,12}$	$\varnothing 105_{-0,023}$	—	$\frac{0,08}{0,10}$
$\varnothing 145_{-0,027}$	—	$\frac{0,07}{0,12}$	$\varnothing 105_{-0,023}$	—	$\frac{0,05}{0,10}$
—	$0,05-0,07$	0,25	—	$0,05-0,07$	0,18
—	$0,05-0,07$	0,22	—	$0,05-0,07$	0,15
—	$0,40-0,60$	1,20	—	$0,05-0,11$	0,30
—	$0,00-0,035$	0,09	—	$0,00-0,025$	0,06

определяющего срок службы поршня.
оси пальца поршня при положении поршня в в. м. т.
нижнего масляеьмого кольца при положении поршня в н. м. т.
ной части втулки).

МАЛЫЙ КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Малый капитальный ремонт двигателей производится силами ремонтных заводов и включает полную разборку, подетальную дефектацию с производством обмеров всех изнашивающихся деталей, ремонт или замену цилиндрических втулок, поршней, мотылевых болтов, перезаливку и замену вкладышей рамовых и мотылевых подшипников, проверку укладки коленчатого вала, калибровку отдельных рамовых и мотылевых шеек, замену изношенных подшипников распределительного вала, изношенных топливных кулачных шайб, устранение дефектов, ремонт и замену всех других изношенных деталей.

При этом могут быть допущены к дальнейшей эксплуатации малоизношенные детали, ремонт и замена которых могут быть осуществлены в очередной текущий ремонт, если в последнем не потребуется для этого производить специальных не присущих ему работ по разборке, ремонту и сборке двигателя.

Одновременно производится ремонт или замена всех навешенных на двигатель и автономных вспомогательных механизмов, систем и прочего оборудования.

БОЛЬШОЙ КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Большой капитальный ремонт осуществляется в том случае, если большинство деталей и узлов, включая коленчатый вал, имеют предельно допустимый износ.

Ремонт производится с максимальным необходимым объемом работ по дефектации, ремонту и замене отдельных деталей, узлов и целых агрегатов в зависимости от степени их износа и общего технического состояния. Коленчатый вал подвергается станочной обработке с расточкой шеек на ремонтный размер. Возможна замена цилиндрического блока (особенно в двигателях типа *NVD-36* при охлаждении забортной водой) и даже всего двигателя.

Ремонт производится полностью на ремонтном заводе, где двигатель проходит также до установки его на судно необходимую регулировку и стендовые испытания.

Дефектация и ремонт двигателей выполняются с учетом рекомендаций, изложенных в главе VIII, и в соответствии с нормами износа и сроков службы деталей (табл. 11, 12 и 13).

В табл. 12 приведены нормы предельно допустимого износа основных деталей судовых двигателей типа *NVD*, выпускаемых в ГДР¹, в табл. 13 — дополнительные рекомендуемые нормы размеров (износов) и зазоров для двигателей типа *NVD*.

¹ Приведенные нормы предельно допустимого износа согласованы в качестве временных с Регистром СССР в 1961 г. Монтажные зазоры назначены с учетом конструктивных допусков и опыта эксплуатации.

Таблица 13

Наименование деталей, размеров, износов и зазоров	NVD-48	NVD-36	NVD-24
Цилиндровая крышка			
Зазор между втулкой и поршнем пускового клапана . . .	$0,03-0,09$ $0,15$	$0,03-0,09$ $0,12$	— —
Зазор в замке кольца нажимного поршня	$0,09-0,12$ $0,40$	$0,08-0,10$ $0,30$	— —
Зазор между канавкой и кольцом нажимного поршня . . .	$0,008-0,028$ $0,06$	$0,008-0,028$ $0,06$	— —
Браковочная высота просадки клапана в крышке	— $4,00$	— $4,00$	— $4,00$
Высота цилиндрической части тарелки впускного и выпускного клапанов	$4,0\pm 0,3$ $2,50$	$3,5\pm 0,3$ $2,00$	$3,5\pm 0,3$ $2,00$
Зазор между штоком и направляющей втулкой впускного и выпускного клапанов . . .	$0,07-0,10$ $0,30$	$0,045-0,11$ $0,25$	$0,045-0,11$ $0,22$
Зазор между штоком и направляющей втулкой пускового клапана	$0,02-0,05$ $0,15$	$0,02-0,05$ $0,12$	— —
Распределительный вал и привод системы газораспределения			
Зазор между шейкой вала и подшипником	$0,09-0,12$ $0,27$	$0,05-0,09$ $0,20$	$0,025-0,077$ $0,15$
Зазор между толкателем топливного насоса и направляющей втулкой	$0,07-0,10$ $0,23$	$0,025-0,077$ $0,18$	$0,02-0,063$ $0,15$
Зазор между роликом и пальцем толкателя	$0,04-0,05$ $0,14$	$0,02-0,064$ $0,12$	$0,02-0,048$ $0,08$
Зазор в соединении ось — коромысло	$0,05-0,07$ $(0,005-0,015)^*$ $0,25(0,05)^*$	$0,05-0,07$ $(0,005-0,015)^*$ $0,25(0,05)^*$	$0,025-0,077$ $0,15$
Зазор боковой между зубьями шестерен привода распределительного вала	$0,18-0,35$ $0,80$	$0,16-0,30$ $0,60$	$0,16-0,30$ $0,60$
Регулятор и топливный насос			
Зазор в соединении распорная втулка — вертикальный валик	$0,03-0,04$ $0,10$	$0,02-0,03$ $0,10$	$0,02-0,03$ $0,10$

Продолжение табл. 13

Наименование деталей, размеров, износов и зазоров	NVD-48	NVD-36	NVD-24
Осевой разбег вертикального валика	0,03—0,05	0,03—0,05	0,03—0,05
	0,15	0,15	0,15
Зазор в соединении цапфы рычагов — палец	0,02—0,03	0,02—0,03	0,02—0,03
	0,10	0,10	0,10
Зазор в соединении ось камня — сухарь	0,02—0,03	0,02—0,03	0,01—0,025
	0,08	0,08	0,08
Зазор боковой между зубьями шестерен привода регулятора	0,18—0,35	0,10—0,20	—
	0,80	0,80	—
Масляный насос			
Зазор между корпусом и шестерней насоса	0,03—0,06	0,035—0,105	0,03—0,05
	0,20	0,20	0,12
Зазор осевой между торцом шестерни и корпусом насоса	0,05—0,08	0,05—0,07	0,03—0,06
	0,16	0,15	0,12
Зазор в подшипнике	0,03—0,06	0,02—0,06	0,02—0,052
	0,15	0,13	0,10
Зазор боковой между зубьями шестерен	0,12—0,20	0,10—0,20	0,06—0,12
	0,50	0,50	0,25
Водяной насос			
Зазор между втулкой и поршнем	0,04—0,113	0,04—0,113	0,05—0,10
	0,40	0,35	0,30
Зазор между кольцом и канавкой поршня	0,01—0,058	0,01—0,058	0,07—0,10
	0,30	0,10	0,25
Зазор в головном подшипнике	0,025—0,077	0,025—0,077	0,03—0,15
	0,18	0,15	0,15
Зазор в соединении кольцо поршневое — кольцо коробчатое	0,025—0,095	0,025—0,145	0,025—0,145
	0,30	0,30	0,30
Зазор в соединении втулка с окнами — пробка крана	0,03—0,09	0,025—0,077	0,02—0,06
	0,18	0,14	0,12
Зазор в соединении корпус — седла клапанов	0,04—0,11	0,03—0,09	0,03—0,09
	0,20	0,17	0,16
Зазор между шейкой вала и бугелем привода насоса	0,08—0,10	0,06—0,09	0,03—0,05
	0,30	0,30	0,15
Компрессор			
Эллипс и конус цилиндровой втулки	0,02—0,04	0,02—0,04	—
	0,30	0,30	—

Продолжение табл. 13

Наименование деталей, размеров, износов и зазоров	NVD-48	NVD-36	NVD-24
Зазор между поршнем и цилиндровой втулкой	0,20—0,25	0,06—0,115	—
ЦВД	0,50	0,40	—
ЦНД	0,10—0,17	0,08—0,12	—
.	0,60	0,50	—
Зазор между кольцом и канавкой поршня	0,03—0,058	0,03—0,06	—
.	0,12	0,10	—
Зазор в замке поршневого кольца	0,18—0,33	0,18—0,33	—
ЦВД	1,00	1,00	—
ЦНД	0,32—0,52	0,30—0,50	—
.	2,50	2,50	—
Зазор в замке маслосъемного кольца	0,60—0,80	0,40—0,60	—
.	2,50	2,50	—
Зазор в головном подшипнике	0,03—0,06	0,02—0,05	—
.	0,15	0,12	—
Зазор между валом и бугелем	0,08—0,10	0,06—0,08	—
.	0,30	0,30	—

Примечания. 1. В числителе приведены нормы размеров и зазоров, допускаемых при монтаже, в знаменателе — предельно допустимых в эксплуатации.
2. Зазоры в скобках с индексом — для игольчатого подшипника.

Таблица 14

Наименование	Давление, кг/см ²	
	рабочее	при испытании на прочность (на плотность)
Блок цилиндров — водяное пространство	1—1,5	4*
Втулка цилиндра		
пространство сгорания по длине втулки 200—250 мм от верхней кромки (для двигателей типа NVD - 36 и NVD - 48)	60	75
по остальной длине	—	10
Крышка цилиндра		
полость водяного пространства	1—1,5	(4)
со стороны камеры сгорания	60	75
плотность воздушного канала	30	45
Поршень — со стороны камеры сгорания	60	75
Выхлопной коллектор — водяное пространство	1—1,5	(4)
Насос водяной		
корпус, камеры нагнетания и всасывания, поршень	1—1,5	4
в сборе	1—1,5	(4)

Наименование	Давление, кг/см ²	
	рабочее	при испытании на прочность (на плотность)
Топливный насос		
в сборе после обкатки	280	(360)
корпус	—	420
Форсунка		
в сборе	280	(360)
корпус	—	420
Масляный насос		
в сборе после обкатки	—	(10)
корпус с крышками	—	12
Компрессор		
полости охлаждения	1—1,5	4
воздушная полость низкого давления	7,5	15
воздушная полость высокого давления	30	45
Воздухохранители	30	45
Трубопроводы		
топливный	—	(2)
масляный	—	—
нагнетательный	—	(3)
всасывающий	—	(2)
водяной	—	(4)
воздушный	30	45 (30)

Примечания: 1. Цифры в скобках — нормы пробного давления при проверке на плотность.

2. Проверку на плотность фундаментной рамы выполнять наливом воды.

3. Плотность рабочих клапанов крышки цилиндров проверять наливом керосина.

* Если на двигателе имеются втулки, не подвергавшиеся выпрессовке и ремонту, испытание производится при давлении 1,5 кг/см².

Гидравлические испытания деталей и узлов следует производить в соответствии с нормами, приведенными в табл. 14.

Посадку пальцев в бобышках поршней двигателей, приведенных в табл. 12, предусмотрено производить с натягом.

При эксплуатации допускаются следующие допустимые зазоры в соединении палец — бобышка поршня для двигателей типа *NVD-48* — 0,06 мм, *NVD-36* — 0,06 мм и *NVD-24* — 0,04 мм.

При достижении величин предельно допустимых износов и зазоров соответствующие детали должны быть отремонтированы или заменены.

§ 5. ВИДЫ ИЗНОСА И ХАРАКТЕР ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ

Поверхность детали после ее обработки волниста и шероховата. Самые гладкие металлические поверхности имеют неровности высотой 0,05—0,1 мкм. Наиболее грубые металлические поверх-

ности имеют выступы высотой 100—200 мкм, которые обычно располагаются на некоторой волнистой поверхности. Шаг этой волны меняется в пределах 1000—10000 мкм, а высота ее — соответственно от нескольких микрон до 20—40 мкм.

Под воздействием сжимающей нагрузки шероховатость поверхности изменяется вследствие неоднородности механических свойств поверхности.

При скольжении одной поверхности по другой соприкосновение, или контактирование, этих поверхностей происходит вследствие неточности изготовления и искажения их формы от приложенных нагрузок и температуры, шероховатости и волнистости на отдельных малых площадках, которые расположены в определенных областях. Количество контактов зависит как от нагрузки, так и от шероховатости поверхностей. Давление на контактах в зависимости от шероховатости и волнистости соприкасающихся поверхностей распределено неравномерно. Фактическая площадь соприкосновения, представляющая собой сумму малых площадок контакта соприкасающихся поверхностей, зависит от нагрузки.

Под влиянием нагрузки взаимодействующие элементы вначале деформируются упруго, а затем по мере возрастания нагрузки упругая деформация сменяется пластической.

Трение развивается в микрообъемах, возникающих в местах касания двух поверхностей. Соответственно процесс изнашивания протекает также в части этих микрообъемов.

Современная теория о трении и износе не дает четкой единой классификации видов износа. Ряд ученых, рассматривая износ как результат (в общем случае) молекулярно-механической природы трения, детализируют этот процесс на отдельные различные виды, некоторые из которых в зависимости от условий работы сопряженных поверхностей имеют преобладающее значение. Ниже дана по некоторым литературным источникам краткая характеристика разновидностей износа.

Механический износ от трения. Возникает на поверхности скольжения деталей трущейся пары, работающей под нагрузкой. Этот износ происходит вследствие преодоления механического зацепления шероховатостей, волнистости поверхностей трущейся пары. В результате происходит механический отрыв частиц металла, сглаживание неровностей трущихся поверхностей.

Износ, возникающий в результате молекулярного взаимодействия сил трущихся деталей. Сцепление атомов и молекул твердого тела объясняется действием молекулярных внутренних сил, которые компенсируются внутри самого тела. У частиц, лежащих на поверхности, имеются свободные остаточные силы, которые стремятся уравновеситься, воздействуют на такие же свободные силы сопряженной детали. Взаимодействие этих сил является очень эффективным на малых расстояниях, в молекулярном масштабе. Примером действия молекулярных сил является сцепле-

ние гладких полированных поверхностей, например калиброванных плиток Иогансона.

Действие молекулярных сил притяжения трущихся деталей возникает на единичных точках контакта при их достаточно тесном сближении. При взаимном смещении обоих тел силы сцепления преодолеваются. При этом происходит отрыв частичек металла в местах, где силы сцепления на поверхности контакта сильнее, чем силы действующие внутри.

Износ вследствие местного сваривания поверхностных частиц, или образования сварных мостиков. Происходит вследствие концентрации нагрузки на отдельных неровностях (вершинах выступов) соприкасающихся поверхностей, что вызывает пластическую деформацию и местное повышение температуры. При этом на отдельных участках температура возрастает настолько, что это вызывает размягчение и плавление металла и в конечном счете приводит к свариванию соприкасающихся поверхностей.

При скольжении деталей происходит попеременное образование точечных мест сварки и их разрыв. При этом от основного металла все время отрываются частицы и происходит непрерывное изнашивание.

Износ вследствие поверхностной усталости (разрушения структуры). Происходит под действием механических сил от температурных воздействий.

Под воздействием внешних сил в поверхностных слоях деталей, скользящих друг по другу, появляются напряжения значительной величины. Эти напряжения сосредоточены на небольших участках и быстро изменяются от нуля до максимальных значений и от положительных до отрицательных значений. Их длительное воздействие и переменный характер вызывают усталость материала, охватывающую поверхностный слой некоторой толщины. При этом разрушение материала от напряжений сдвига может происходить как на некоторой глубине материала, так и на поверхности скольжения вследствие превышения усталостной прочности. Разрушение материала при всяком превышении усталостной прочности проявляется в отдельных точках, а при достаточно частом изменении нагрузки даже относительно низкие напряжения приводят к отрыву мельчайших частиц поверхности.

Помимо действия сил, величина и направление которых быстро изменяются, поверхностный слой некоторых деталей двигателей подвергается быстрым изменениям температуры.

Колебание температуры поверхностного слоя, например верхнего поршневого кольца, при каждом ходе поршня составляет $\pm 30^\circ \text{C}$, а при перегрузке двигателя $\pm 50^\circ \text{C}$ относительно установившегося среднего значения и резко снижается от поверхности в глубь кольца. Быстро меняющиеся температурные напряжения приводят к разрушению поверхностного слоя.

Абразивный износ. Вызывается действием посторонних частиц (так называемых абразивных частиц), попадающих между поверхностями скольжения. Абразивными частицами могут быть механические примеси, попадающие на трущиеся детали вследствие недостаточной очистки топлива и масла, продукты неполного сгорания, различного рода окислы, отложения (нагар), обладающие достаточной твердостью.

Наряду с посторонними частицами на абразивный износ оказывают влияние твердые частицы, вырванные из структуры самих трущихся деталей, например зерна цементита из серого чугуна и другие твердые карбиды и частички фосфидов. При этом твердые частицы внедряются в более мягкую основу, предохраняя ее от износа, но изнашивают более твердую основу.

§ 6. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ

Интенсивность и характер износа деталей двигателей определяются условиями трения. Условия трения зависят от совокупности действия ряда факторов, главнейшими из которых являются физико-механические и химические свойства трущихся материалов, форма и размер деталей, шероховатость поверхностей трения, скоростной, нагрузочный и тепловой режимы работы, сопряжения, способ подвода, количество и качество смазки и другие факторы.

Ниже рассмотрен ряд факторов, определяющих износ деталей.

Влияние оксидной пленки. На металлических чистых поверхностях под влиянием кислорода воздуха образуется оксидная пленка толщиной в несколько молекулярных слоев. Эта пленка оказывает значительное влияние на трение и износ, которые зависят от соотношения твердости оксидной пленки и основного материала и их взаимного сцепления. При скольжении несмазанных металлических поверхностей частицы окислов проникают на значительную глубину в поверхностные слои металла; разрыхленные трением, они способствуют стабилизации нарушенного поверхностного слоя.

При определенных условиях поверхностное окисление препятствует непосредственному контакту металлических поверхностей. Частицы окислов, оторванные при скольжении, вместе с другими частицами износа заполняют неровности на поверхности и тем самым снижают нагрузку и уменьшают износ.

Влияние смазки. Трение и износ определяются в значительной степени качеством и количеством смазки деталей. От состояния смазки в каждый данный момент зависит воздействие сил трения на поверхность износа.

Молекулы поверхностно-граничной пленки масла на поверхности металла строго ориентированы. Одним концом они сцеп-

лены с поверхностью металла, а сбоку — с соседними молекулами. С повышением температуры боковое сцепление молекул вследствие теплового движения становится слабее и при определенной температуре — температура точки плавления пленки — совершенно исчезает. В этот момент пленка уже не представляет собой никакой защиты и трение скачкообразно повышается. Некоторые смазки обеспечивают защиту металлических поверхностей до значительно более высокой температуры, чем температура точки плавления пленки, — до температуры точки размягчения соединений, образованных с металлами. В последнем случае скачкообразное увеличение трения наступает только при температуре выше температуры точки размягчения.

В зависимости от состояния поверхностей трущихся тел и от условий смазки различают трение сухое, граничное, жидкостное.

Сухое трение возникает при отсутствии смазки между поверхностями. В этом случае износ деталей зависит от свойств материала и состояния поверхностей.

При граничном трении образуется адсорбционный слой масла толщиной в несколько молекул, который с большой силой сцепляется с металлическими поверхностями скольжения.

Образование граничного трения основывается на имеющихся всегда микронеровностях поверхностей скольжения. Если средняя высота микронеровностей трущихся поверхностей больше толщины слоя смазки, то может происходить разрыв смазочной пленки в наиболее выступающих точках.

При чистом граничном трении практически износа может не быть, если поверхности, скользящие друг по другу, совершенно гладкие и удельное давление не превышает критической величины, зависящей от материала.

При жидкостном трении поверхности, скользящие друг по другу, во всех точках разделены гидродинамическим (несущим) слоем смазки. Слой смазки располагается между адсорбционными слоями, находящимися в сцеплении с обеими поверхностями скольжения и состоящими из многих, лежащих один на другом отдельных слоев, которые при движении деталей скользят друг по другу.

При этом внутри смазки возникает трение, которое преодолевается внешними силами. Степень понижения вязкости и уменьшения сил трения зависит от химического строения молекул смазочного масла, от скорости скольжения и от величины зазора между поверхностями скольжения.

Влияние скорости поршня, давления и температуры газов. В зависимости от давления и температуры рабочих газов, от вязкости и адгезии масла, числа оборотов (или скорости поршня) износ деталей двигателя, особенно деталей цилиндра-поршневой группы, происходит по-разному.

Поршневые кольца и втулки цилиндров подвергаются наибольшему износу при высокой температуре и большом давлении газов, при малых скоростях скольжения поршня вблизи в. м. т.

При высокой температуре масляная пленка сгорает, на стенках цилиндров откладывается нагар и создаются условия для сухого трения колец о стенки цилиндров в присутствии абразивов.

В средней части цилиндра давление и температура газов уменьшаются, а скорость поршня достигает наибольшего значения. При этом создаются условия для жидкостного трения, и износ уменьшается.

Часть хода поршня, при котором осуществляется жидкостное трение, увеличивается с увеличением числа оборотов двигателя и уменьшается с увеличением температуры и давления газов. При больших числах оборотов зона жидкостного трения расширится почти до в. м. т.

Сила давления газов на поршневые кольца изменяется с увеличением числа оборотов так, что значительная ее доля перемещается в нижнюю часть хода поршня. Это объясняется тем, что изменение давления газов за кольцами запаздывает по сравнению с изменением давления в цилиндре.

Влияние пусков. При пуске двигателя возникают наиболее неблагоприятные условия с точки зрения износа деталей, когда большая нагрузка сочетается с малой скоростью поршня, в результате чего разрушается смазочная пленка. С повышением числа оборотов двигателя увеличивается несущая способность масляного слоя и он может воспринимать более высокие давления. Давление газов на кольца ослабляется, так как оно не успевает следовать за изменениями давления в цилиндре.

Различные исследователи по-разному оценивают влияние пуска на износ. Так, по данным Г. Р. Рикардо [19], $\frac{2}{3}$ общего износа за 8 ч работы двигателя приходится на один пуск, произведенный за этот отрезок времени.

Влияние коррозии. Коррозия вызывается взаимодействием между металлом и корродирующим компонентом. В процессе протекающей реакции происходит переход металла в одно из его соединений.

При сгорании топлива в цилиндре двигателя всегда образуется значительное количество водяного пара. При нормальных условиях эксплуатации водяной пар конденсируется только на интенсивно охлаждаемых участках цилиндра при достижении точки росы. Снижение температуры продуктов сгорания ниже точки росы водяных паров оказывает значительное влияние на коррозионный износ деталей узла втулка — кольцо — поршень. Для предотвращения коррозии необходимо температуру этих деталей поддерживать выше точки росы, для чего режим охлаж-

дения двигателя нужно держать возможно более высоким, особенно при быстром повышении нагрузки. При резком повышении нагрузки двигателя температура стенок цилиндра не успевает следовать за повышением давления в цилиндре и температура стенок будет ниже точки росы. При продолжительной работе двигателя с низким температурным режимом также возникают условия для интенсивного коррозионного износа.

Режим охлаждения двигателя влияет не только на коррозионный износ, но также на образование отложений в камере сгорания. Поэтому, если держать более высокую температуру охлаждающей воды, будет более полно сгорать топливо и уменьшится тенденция к образованию продуктов, способствующих износу как абразивного, так коррозионного характера.

При этом температура охлаждающей воды должна повыситься настолько, чтобы не превзойти верхний предел, при котором начинается интенсивное выгорание масла и залегание поршневых колец.

При охлаждении двигателя по замкнутому контуру температура пресной воды не должна превышать 80°C . При охлаждении забортной водой температура последней не должна превышать 50°C во избежание выпадания солей, которые препятствуют интенсивному отводу тепла и в свою очередь способствуют повышению температуры охлаждаемых деталей и их интенсивному износу.

При сгорании топлива в двигателе образуется ряд соединений, способствующих протеканию износа абразивного и коррозионного характера. Эти соединения образуются в результате реакций при высоких температурах, вследствие неполного сгорания топлива, а также из-за наличия в топливе нежелательных примесей.

Следует отметить, что неполное сгорание топлива происходит как вследствие недостаточного перемешивания топлива с воздухом при нарушении нормальной регулировки подачи топлива в цилиндр, так и вследствие чрезмерно низкой температуры охлаждаемых деталей, особенно при пуске двигателя и длительной работе на малых и переменных числах оборотов. К числу агрессивных соединений, образующихся при сгорании топлива, относятся соляная кислота (HCl), соединения азота, органические кислоты, соединения серы.

Соляная кислота образуется в результате попадания в топливо забортной воды, богатой хлоридами. Возможность попадания забортной воды в топливо особенно велика при бункеровке судов в море. Частично хлориды могут поступать с засасываемым воздухом. Интенсивность образования соляной кислоты зависит от количества хлоридов в продуктах сгорания и от температуры точки росы.

При некоторых условиях HCl может конденсироваться на сравнительно горячих поверхностях. В этом случае коррозионное действие проявляется очень интенсивно.

Соединения азота с кислородом образуются при сгорании топлива в двигателях, но в небольших количествах. Азотная и азотистая кислоты действуют аналогично соляной кислоте.

У органических кислот температура точки росы колеблется так же, как и у соляной кислоты. Коррозионное влияние слабо концентрированных органических кислот в присутствии активного кислорода может быть значительным, особенно во время хода сжатия и при длительной работе с низкими и переменными нагрузками.

Значительное влияние на коррозионный износ оказывает присутствие серы в топливе и масле. В течение ряда лет на флоте рыбной промышленности уже практикуется применение топлива с содержанием серы до 1%. Поэтому очень важно знать механизм влияния серы на износ, условия, при которых воздействие ее усиливается, а также меры, которые следует предпринять для уменьшения вредного влияния серы. Коррозионный износ цилиндров и поршней при низкой температуре тем интенсивнее, чем выше содержание серы в топливе. При повышении температуры деталей влияние серы уменьшается.

В результате сгорания топлива в цилиндре двигателя сера вначале превращается в сернистый ангидрид SO_2 . Этот газ в сухом виде не оказывает заметного вредного воздействия на износ. Если SO_2 растворяется в конденсате и превращается в сернистую кислоту, то агрессивное действие последней также незначительно вследствие малой концентрации ее.

Но в продуктах сгорания всегда обнаруживается значительное количество серного ангидрида SO_3 , который образуется из SO_2 под влиянием давления и температуры рабочих газов и в присутствии катализаторов. Катализаторами являются окиси металлов, зола, а также продукты износа. В сухом виде серный ангидрид не оказывает заметного коррозионного воздействия на детали двигателя. Но в присутствии влаги он образует водный раствор серной кислоты H_2SO_4 , который оказывает сильное коррозионное воздействие на поршневые кольца, канавки поршней и втулки цилиндров. Коррозионное действие серной кислоты зависит от ее концентрации. Наиболее опасная 20—60%-ная серная кислота. Серная кислота более высокой концентрации менее агрессивна [26].

Как отмечалось, температура охлаждающей воды оказывает большое влияние на процессы износа. На рис. 66 изображена зависимость износа поршневых колец от температуры охлаждающей воды при различном содержании серы в топливе и среднем эффективном давлении $p_e = 4,9 \text{ кг/см}^2$, по данным К. Энглиш [26].

Считают, что при низкой температуре охлаждающей воды и значительном коэффициенте избытка воздуха, т. е. на малых и переменных нагрузках, SO_3 образуется более интенсивно, чем при полной нагрузке и высокой температуре охлаждающей воды.

Содержание серы в топливе повышает температуру точки росы на $80\text{—}115^\circ\text{C}$ выше температуры конденсации водяных паров, и возможность возникновения коррозионного износа, особенно при положении поршня в в. м. т., увеличивается. При понижении числа оборотов двигателя период времени для конденсации

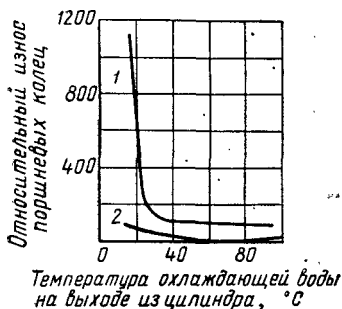


Рис. 66. Влияние температуры охлаждающей воды на износ поршневых колец при различном содержании серы в топливе:

1 — при $S = 1,5\%$, 2 — при $S = 0,8\%$.

паров и образования серной кислоты увеличивается, в связи с чем коррозионный износ также увеличивается. С увеличением числа оборотов время для конденсации паров уменьшается, уменьшается и коррозионный износ. В связи с этим для быстроходных вспомогательных двигателей возможность возникновения коррозионного износа значительно меньше, чем для тихоходных главных двигателей.

Коррозионный износ главных двигателей при работе на малых оборотах особенно усиливается при часто сменяющихся пусках и реверсах, при низком и нестабильном температурном режиме охлаждения. В это время температура стенок цилиндра, поршня и поршневых колец бывает недостаточно высокой,

чтобы предотвратить конденсацию паров, особенно при высокой влажности засасываемого воздуха.

Явление коррозии главных двигателей усиливается тем, что при пуске двигателя впрыскивается большая порция топлива и его сгорание становится неполным, особенно у холодного двигателя. В таких случаях жидкое топливо даже осаждается на стенках цилиндра. В свою очередь продукты неполного сгорания становятся катализаторами и усиливают явление коррозии.

Масляная пленка представляет известную защиту для колец и цилиндров, так как препятствует непосредственному контакту поверхностей металла и продуктов конденсации. В тех местах, где пленка разорвана (особенно в верхней части цилиндра, где ее может вообще не быть), защитное действие ее исчезает.

Применение сернистых сортов топлива и масел вызывает, кроме коррозионного разрушения, образование большого количе-

ства нагара, смол и асфальтенов. Образующийся нагар приводит к закоксовыванию поршневых колец, выхлопного тракта двигателя и усиливает коррозионный и абразивный износ деталей двигателя.

Для устранения вредного воздействия серы, содержащейся в топливе и масле, необходимы присадки, которые прежде всего обладали бы моющими и антикоррозийными свойствами, т. е. были бы способны одновременно нейтрализовать кислые продукты сгорания сернистых соединений, замедлить процессы окисления масла и тем самым снизить износ или коррозию, а также предотвратить отложение нагара и лака на деталях цилиндро-поршневой группы двигателя.

Присадки к маслу, предназначенные для использования в дизелях, выпускаются отечественной промышленностью в виде многофункциональных присадок, обладающих одновременно моющими, антиокислительными и антикоррозийными свойствами.

Влияние состояния топливной аппаратуры и регулировки процесса сгорания топлива. Хорошее состояние топливной аппаратуры и качественная регулировка процесса сгорания топлива не только обеспечивают нормальную бесперебойную работу двигателя в течение установленного срока службы на всех режимах эксплуатации без внезапных непредвиденных остановок или снижения мощности, но также обеспечивают нормальный умеренный износ деталей при сохранении эксплуатационно-экономических показателей двигателя в пределах паспортных норм.

При износе и некачественной регулировке топливной аппаратуры ухудшается прежде всего процесс сгорания топлива, который становится неэкономичным, при этом повышается удельный расход топлива и масла, растет температура выпускных газов, повышается нагарообразование в связи с неполным сгоранием топлива, увеличиваются температура и температурные напряжения деталей цилиндро-поршневой группы, выгорает масло и разрушается масляная пленка, двигатель эксплуатируется, как правило, на пониженных оборотах. Вследствие всего этого детали двигателя и прежде всего детали цилиндро-поршневой группы усиленно изнашиваются.

К основным показателям, определяющим качество регулировки и состояние топливной аппаратуры, относятся угол начала подачи топлива ($\varphi_{н.п}$) и давление затяга пружины форсунки (p_f).

Углом начала подачи топлива определяется момент начала поступления топлива в камеру сгорания относительно перемещения поршня к верхнему положению. В зависимости от установленного $\varphi_{н.п}$ изменяются показатели рабочего процесса. При малых углах начала подачи поступление топлива в цилиндр происходит при больших значениях давления, температуры и турбулентности воздуха в цилиндре, т. е. в выгодных условиях вос-

пламенения топлива. Но процесс сгорания зависит не только от начальных условий, а также от характера его дальнейшего изменения. Большая часть топлива поступает в камеру сгорания, когда поршень находится за в. м. т. и сам процесс сгорания смещается на линию расширения. При этом уменьшается максимальное давление сгорания p_z , возрастают потери тепла в стенки цилиндра.

Вследствие неполного сгорания топлива увеличиваются температура выпускных газов и расход топлива.

Перемещение процесса сгорания на значительную часть линии расширения приводит также к перегреву поршня и к повышенным тепловым напряжениям цилиндра, способствует интенсивному нагарообразованию, загрязнению камеры сгорания, при этом повышается вероятность пригорания поршневых колец и одновременно загрязняется циркуляционное масло. Все это повышает интенсивность износа поршневых колец, цилиндрических втулок и поршней.

При повышенных значениях $\varphi_{н.п}$ к моменту воспламенения в цилиндре скапливается значительная доля топлива, которая вызывает резкое нарастание давления сгорания, увеличивается и скорость нарастания давления $\frac{\Delta p}{\Delta \varphi}$.

В этом случае процесс сгорания топлива и расширение газов происходит более полно, потери тепла в стенки цилиндра уменьшаются в связи с уменьшением площади соприкосновения газов со стенками цилиндра, температура выпускных газов уменьшается в связи с более полным горением топлива. В целом процесс сгорания топлива становится более экономичным.

Однако увеличение $\varphi_{н.п}$ ограничивается максимальным давлением сгорания p_z , которое приводит к росту динамических нагрузок и жесткой работе двигателя. При увеличении $\varphi_{н.п}$ свыше допустимого предела в цилиндре двигателя появляются стуки, которые исчезают при выключении топливного насоса высокого давления. Увеличение $\varphi_{н.п}$ и чрезмерная жесткость работы двигателя, тем более появление стуков, при эксплуатации двигателя недопустимы. Это приводит к интенсивному износу деталей цилиндро-поршневой группы, выкрашиванию рамовых и мотылевых подшипников.

Выбор оптимального $\varphi_{н.п}$ для двигателей завода им. К. Либкнехта определяется максимальным допустимым значением p_z , указанным в паспорте двигателя.

Оптимальное давление затяга пружины форсунки устанавливаются в процессе доводки первых опытных двигателей новой серии, исходя из компромиссного решения, удовлетворяющего условиям качества распыливания и дальноточности факела топлива.

Снижение p_{ϕ} в общем случае приводит к увеличению действительного угла начала подачи и к увеличению периода задержки воспламенения топлива.

Увеличение действительного угла начала подачи топлива объясняется тем, что топливо представляет собой упругое тело, способное сжиматься под действием силы. Хотя в общем случае сжимаемость жидкости незначительна, в топливоподающих системах двигателей она достигает больших величин, вследствие чего сжимаемость топлива ощутимо может сказаться на характере процесса сгорания.

С уменьшением p_{ϕ} сжимаемость топлива уменьшится и действительный угол начала подачи топлива увеличится в сторону опережения при постоянных длине и диаметре топливопровода. Это приведет к повышению p_z и более жесткой работе двигателя, особенно на малых и переменных нагрузках.

С другой стороны, при уменьшении p_{ϕ} ухудшается качество распыливания топлива в связи с увеличением среднего диаметра капель, уменьшением скорости истечения струи топлива и дальностью факела. Ухудшение качества распыливания топлива приводит к увеличению периода задержки воспламенения топлива.

Таким образом, влияние p_{ϕ} на износ деталей двигателя аналогично влиянию угла начала подачи топлива. При эксплуатации двигателей типа *NVD* давление затяга пружины форсунки надо поддерживать равным 280 кг/см^2 .

§ 7. ХАРАКТЕР ИЗНОСА ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ

Как отмечалось выше, интенсивность износа деталей определяется многими факторами. Отдельные факторы в определенных условиях влияют на износ деталей в различной степени.

Характер износа деталей двигателей рассмотрен ниже с учетом изложенных выше положений. Для того чтобы судить о характере износа деталей узла втулка — кольцо — поршень, необходимо в первую очередь знать характер изменения давления и температуры газов в рабочем цилиндре по ходу поршня.

На рис. 67 приведена индикаторная диаграмма двигателя *8NVD-36*, показывающая изменения давления газов по ходу поршня.

На рис. 68 показан характер изменения температуры втулки рабочего цилиндра четырехтактного компрессорного двигателя, по данным Н. В. Петровского [14]. Аналогичный характер изменения температуры по длине втулки можно ожидать и у двигателей завода им. К. Либкнехта.

Износ втулки рабочего цилиндра происходит в основном от трения поршневых колец. Наибольший износ втулки наблюдается в районе расположения верхнего поршневого кольца при поло-

жении поршня в в. м. т. Это объясняется тем, что в момент вспышки и в начале такта расширения давление и температура газов достигают наибольших значений, а скорость перемещения поршня и колец наименьшая, в результате чего происходит разрушение смазочной пленки на трущихся поверхностях.

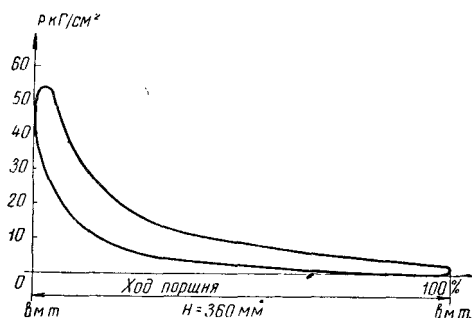


Рис. 67. Индикаторная диаграмма двигателя 8NVD-36.

При движении поршня вниз давление и температура рабочих газов уменьшаются, скорость поршня растет и улучшаются условия смазки. В соответствии с этим износ втулки также уменьшается.

При положении поршня в н. м. т. износ втулок будет минимальным, так как температура стенки

втулки здесь умеренная, а давление газов незначительно. При этом, несмотря на то что скорость поршня равна нулю, смазочная пленка на сопряженных поверхностях не разрушается.

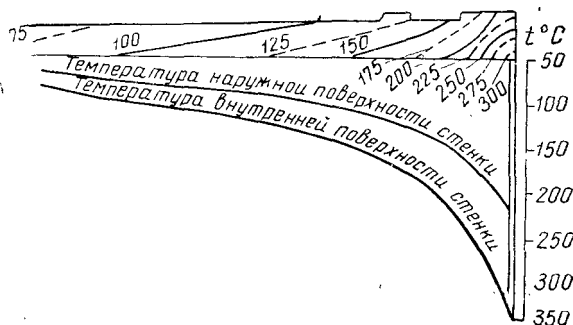


Рис. 68. Характер изменения температуры втулки рабочего цилиндра четырехтактного компрессорного двигателя.

На рис. 69, 70 и 71 показан характер износа втулок рабочих цилиндров двигателей 6NVD-48, 8NVD-36 и 4NVD-24, полученный в результате обмеров, произведенных для большого количества двигателей, обработанных методами математической статистики.

Из рис. 69, 70 и 71 видно, что износ втулок рабочих цилиндров носит вполне определенный характер и соответствует изложенным выше объяснениям.

При этом характер износа втулок рабочих цилиндров двигателей 6NVD-48 и 8NVD-36 отличается от характера износа втулок двигателей 4NVD-24. В двигателе 4NVD-24 износ втулок по высоте изменяется более равномерно, а втулки двигателей 6NVD-48 и 8NVD-36 имеют наибольший четко выраженный износ в районе верхнего поршневого кольца при положении поршня в в. м. т.

Это отличие объясняется тем, что двигатель 4NVD-24 более быстроходный, имеет меньшие размеры, а характер протекания рабочего процесса, т. е. изменения давления и температуры рабочих газов по длине втулки, более равномерный.

Втулки изнашиваются по периметру неравномерно: больше в направлении вращения вала, меньше в направлении оси вала. В результате втулки становятся эллиптическими. Такой неравномерный износ является в основном следствием неравномерного распределения температуры на поверхности втулки и, следовательно, тепловых деформаций (более нагретая сторона втулки изнашивается больше), а также следствием особенностей работы шатунно-поршневой группы. Последнее заключается в том, что при возвратно-поступательном движении поршня во втулке наибольшие усилия трения между трущимися поверхно-

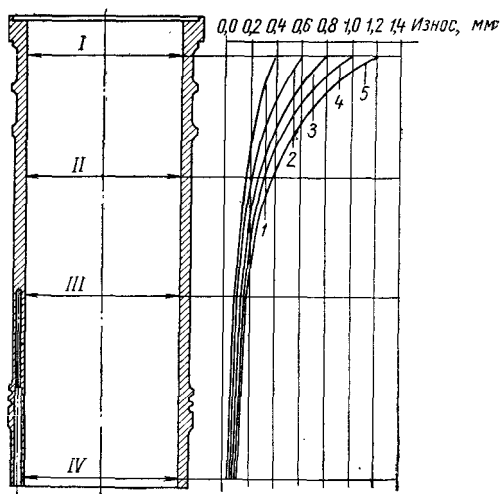


Рис. 69. Износ (по диаметру) втулок рабочих цилиндров двигателя 6NVD-48:
1, 2, 3, 4, 5 — кривые износа втулок соответственно после 2000, 5000, 10000, 15000, 20000 ч работы двигателя.

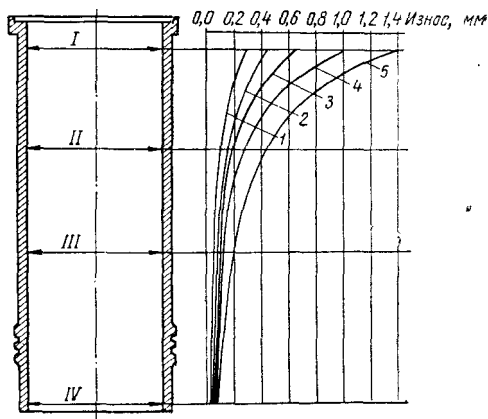


Рис. 70. Износ (по диаметру) втулок рабочих цилиндров двигателя 8NVD-36:
1, 2, 3, 4, 5 — кривые износа втулок соответственно после 2000, 5000, 10000, 15000, 20000 ч работы двигателя.

стями распределяются преимущественно в плоскости «вращения вала».

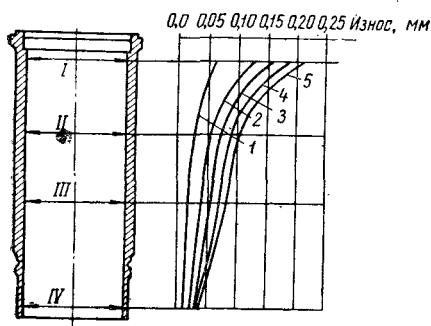


Рис. 71. Износ (по диаметру) втулок рабочих цилиндров двигателя 4NVD-24:

1, 2, 3, 4, 5 — кривые износа втулок соответственно после 1000, 3000, 6000, 9000, 12000 ч работы двигателя.

На рис. 72 показан износ втулки на эллипс для четырех горизонтов обмера, обозначенных на рис. 69, 70 и 71 римскими цифрами, для двигателей завода им. К. Либкнехта.

Из рис. 72 видно, что наибольший износ втулок на эллипс наблюдается в верхнем горизонте для всех трех марок двигателей.

При этом для двигателей 6NVD-48 в начальный период эксплуатации большая ось эллипса располагалась в направлении «оси вала», вследствие чего эллипс имеет отрицательное значение.

По мере удаления от верхнего горизонта износ втулок происходит более равномерно. При этом строгой ориентации большой оси эллипса не наблюдается.

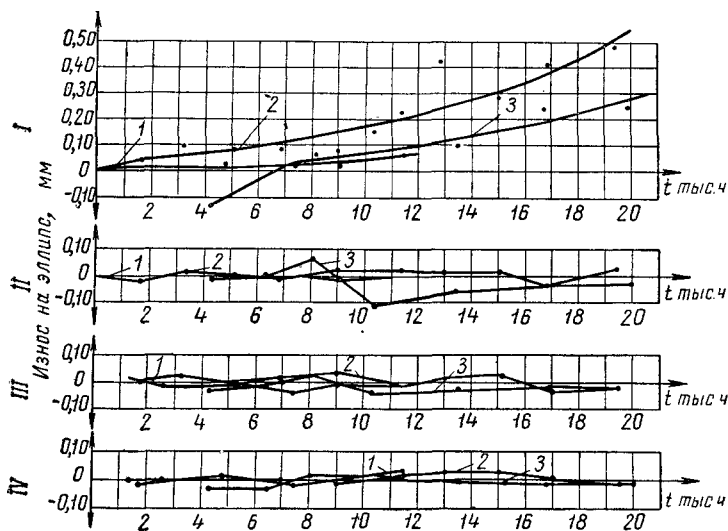


Рис. 72. Износ втулок рабочих цилиндров на эллипс:

1 — для двигателей 4NVD-24, 2 — для двигателей 8NVD-36, 3 — для двигателей 6NVD-48.

Износ втулок нормируют обычно по верхнему поясу. Для чего пользуются двумя характерными видами износов — износом по диаметру (берется наибольший износ обычно в направлении «вращения вала») и износом на эллипс. Износ в остальных горизонтах будет всегда меньше, чем в верхнем горизонте и поэтому не нормируется.

Уплотнения цилиндра, образуемые поршневыми кольцами, являются по существу лабиринтными уплотнениями особой конструкции. Течение газов в этом лабиринтном уплотнении определяется зазорами между поршнем и цилиндром, зазорами в стыках колец и распределяется неравномерно между отдельными кольцами поршня.

На рис. 73 показана для примера схема уплотняющего действия поршневых колец по экспериментальным данным Престона [26].

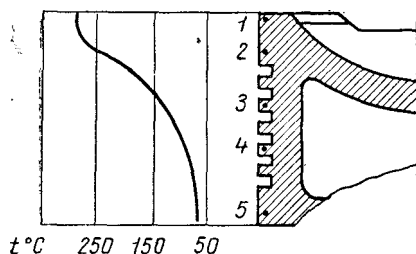


Рис. 74. Распределение температур по поверхности неохлаждаемого поршня.

Из рис. 75 видно, что если давление за первым поршневым кольцом хорошо следует за давлением в цилиндре, то давление во второй и третьей поршневых канавках остается примерно постоянным на всем протяжении хода поршня.

В процессе эксплуатации двигателя распределение давления между поршневыми канавками изменяется. Это изменение связано с изменением зазоров в стыках колец и в канавках по высоте, с увеличением зазора между втулкой и поршнем в результате износа этих деталей.

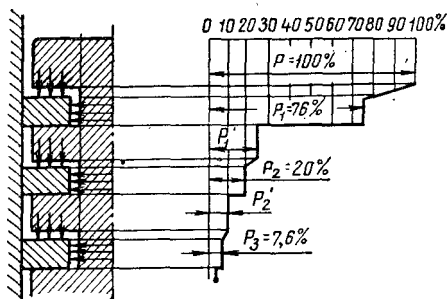


Рис. 73. Схема уплотняющего действия поршневых колец.

На рис. 74 показано распределение температур по поверхности неохлаждаемого чугунного поршня. Из графика видно, что если давление в цилиндре принято за 100%, то давление газов, действующее на первое поршневое кольцо, составляет 76%, на второе — 20%, на третье — всего лишь 7,6%.

Процесс изменения давления в цилиндре и за кольцами при достаточно хорошем уплотнении и умеренных зазорах показан на рис. 75, по данным К. Эглиш [26].

О характере изменения давления при увеличенных зазорах можно судить по графику, изображенному на рис. 76, по данным К. Энглиш [26].

Из рис. 76 видно, что давление во второй поршневой канавке

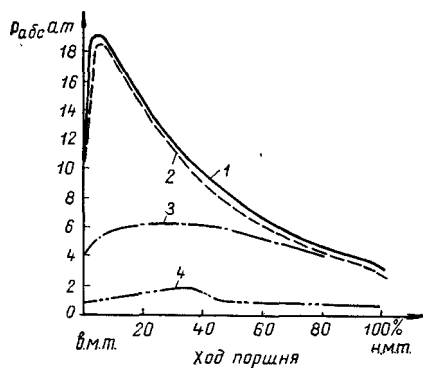


Рис. 75. Процесс изменения давления в цилиндре и за кольцами при хорошем уплотнении:

1 — давление в цилиндре, 2 — давление в верхней канавке, 3 — давление во второй канавке, 4 — давление в третьей канавке.

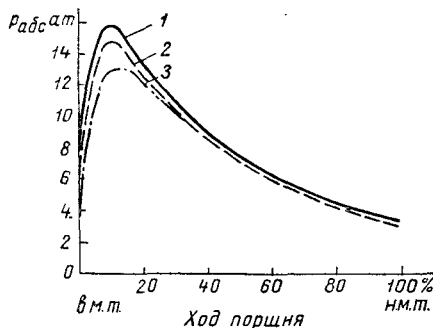


Рис. 76. Процесс изменения давления в цилиндре и за кольцами при плохом уплотнении и больших зазорах в стыках колец:

1 — давление в цилиндре, 2 — давление в верхней канавке, 3 — давление во второй канавке.

ца.

Радиальный износ колец по периметру происходит неравномерно. Наибольшему износу кольца подвергаются у стыка, так как давление газов, создающееся в канавке при каждом цикле в районе стыка кольца, проявляется сильнее и быстрее, чем в местах, более удаленных от замка. Для характеристики радиального

увеличилось и также хорошо следует за изменением давления в цилиндре, как и в первой поршневой канавке.

С изменением числа оборотов давление в канавках поршневых колец также изменяется. Чем больше число оборотов двигателя, тем меньше давление газов в поршневых канавках и тем меньше оно следует за изменением давления в цилиндре.

С уменьшением числа оборотов давление газов в поршневых канавках увеличивается.

О характере изменения давления за вторым поршневым кольцом при изменении числа оборотов двигателя можно судить по графику, приведенному на рис. 77 [26].

При нормальной эксплуатации поршневые кольца изнашиваются в радиальном направлении, в результате чего уменьшается ширина кольца и увеличивается зазор в стыках колец. По высоте изнашивается главным образом нижняя плоскость колец.

Радиальный износ колец происходит как в результате действия сил давления газов, так и в результате действия упругих сил самого кольца.

износа обычно пользуются увеличением зазора в стыке; это увеличение отражает средний радиальный износ кольца.

Износ нижней плоскости кольца происходит в результате трения о нижний торец поршневой канавки. Перемещение кольца в поршневой канавке создается из-за неравномерного износа втулки цилиндра по высоте и поперечного перемещения поршня в в. м. т. и н. м. т. (при этом имеет место вращение кольца относительно оси цилиндра).

Износ поршневой канавки происходит в результате трения нижней плоскости поршневого кольца о нижнюю плоскость канавки. Для быстроходных двигателей в том случае, когда сила давления газов, действующая на поршневое кольцо, будет меньше силы инерции при положении поршня в в. м. т., происходит разбивание верхней плоскости кольца и поршневой канавки.

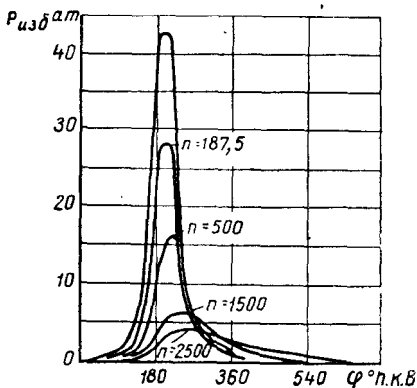


Рис. 77. Влияние числа оборотов двигателя на процесс изменения давления за вторым поршневым кольцом.

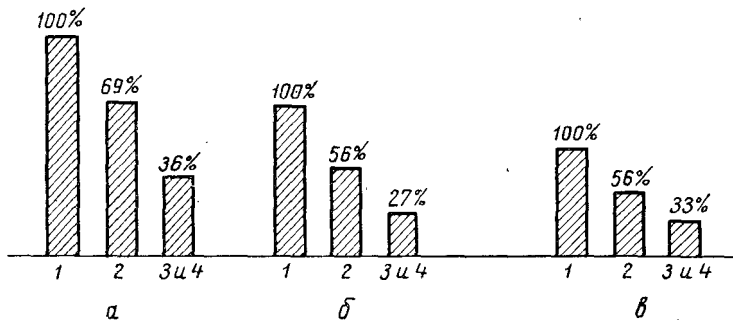


Рис. 78. Соотношение величин износа для двигателя 8NVD-36:

а — увеличение зазоров в стыках колец, б — износ колец по высоте, в — износ поршневых канавок по высоте; 1, 2, 3, 4 — порядковые номера поршневых колец и канавок, считая от верхней кромки поршня.

Характер износа поршневых колец и поршневых канавок по высоте зависит от степени износа цилиндровой втулки.

При работе колец в изношенных втулках износ нижней плоскости кольца и канавки поршня становится ступенчатым. Ступенчатый характер износа поршневой канавки определяется и степенью радиального износа поршневых колец.

На рис. 78 показано соотношение величин износа для главного двигателя 8NVD-36. Данные получены путем обработки большого числа величин износа методами математической статистики.

Не вдаваясь в подробный анализ величин износа, отметим, что износ рассмотренных деталей происходит с определенной закономерностью, а именно: наибольшему износу подвержены верхние поршневые кольца и канавки, износ остальных поршневых колец и канавок поршней постепенно уменьшается по мере удаления их от верхней кромки поршня. Такой характер износа объясняется приведенным выше характером воздействия давления и температуры газов.

Поэтому износ этих деталей нормируют обычно по верхнему кольцу и верхней поршневой канавке. Износ остальных колец и канавок не нормируется.

Анализ многочисленных данных по обмерам основных деталей двигателей завода им. К. Либкнехта показал, что все детали изнашиваются наиболее интенсивно в определенных местах: цилиндрические втулки — в верхнем горизонте в направлении «вращения вала»; поршни — в нижнем горизонте также в направлении «вращения вала»; поршневые пальцы, головные втулки, шейки коленчатого вала — в первом поясе со стороны маховика в вертикальной плоскости. Износ деталей в указанных местах определяет срок службы деталей до ремонта или замены.

Износ в этих местах (наибольший) можно принять за 100%, либо обозначить коэффициент износа в этих местах $K = 1,0$. Износ в прочих местах будет выражаться в процентах (или в долях) от указанного наибольшего износа.

В табл. 15 и 16 приведены значения коэффициентов износа K , характеризующие абсолютный износ деталей по диаметру в разных местах. За 100% (переходный коэффициент $K = 1,0$) принят износ в месте наибольшего износа.

Таблица 15

Наименование деталей	Марка двигателей	Ориентация мест обмера деталей					
		верх		середина		низ	
		по оси	по вращению	по оси	по вращению	по оси	по вращению
Цилиндрические втулки	8NVD-48	0,72	1,0	0,30	0,36	0,12	0,12
	6NVD-48						
	8NVD-36	0,78	1,0	0,27	0,30	0,10	0,10
	6NVD-24						
	4NVD-24						
Поршни	8NVD-48	—	—	0,75	0,93	0,88	1,0
	6NVD-36						
	8NVD-36			0,72	0,88	0,83	1,0
	6NVD-24						
	4NVD-24						

Таблица 16

Наименование деталей	Марка двигателей	Ориентация мест обмера деталей					
		нос		середина		корма	
		по вер- тикали	по гори- зонтали	по вер- тикали	по гори- зонтали	по вер- тикали	по гори- зонтали
Поршневые пальцы	8NVD-48	0,99	0,96	—	—	1,0	0,96
	6NVD-48						
	8NVD-36	0,93	0,86	—	—	1,0	0,86
	6NVD-24						
	4NVD-24						
Головные втулки	8NVD-48	0,96	0,84	—	—	1,0	0,88
	6NVD-48						
	8NVD-36	0,90	0,40	—	—	1,0	0,40
	6NVD-24						
	4NVD-24						
Мотылевые шейки	8NVD-48	1,0	0,98	0,91	0,89	1,0	0,94
	6NVD-48						
	8NVD-36	1,0	0,96	0,79	0,76	1,0	0,95
	6NVD-24						
	4NVD-24						
Рамовые шейки	8NVD-36	1,00	1,0	0,78	0,83	1,0	0,99
	6NVD-24						
	4NVD-24	1,0	0,96	0,70	0,69	1,0	0,90

На практике с помощью коэффициента K при необходимости можно ориентировочно определить износ в любом интересующем поясе и направлении, располагая лишь одной величиной износа, замеренной в каком-либо поясе и направлении.

В действительности в отдельных случаях могут быть отступления.

Поэтому при полной дефектации деталей обмеры следует выполнять в объеме, указанном в инструкции, приведенной в конце Пособия.

Пример 1. Произведен контрольный обмер цилиндровой втулки двигателя 8NVD-36 в верхнем горизонте в направлении «вращения вала»; износ по диаметру составляет 1,65 мм. Требуется определить износ втулки во втором горизонте (середина) в том же направлении. Искомый износ $U_{иск}$ приближенно определяем из выражения

$$U_{иск} = 1,65K;$$

$K = 0,30$ (см. табл. 15).

$$U_{иск} = 1,65 \cdot 0,30 = 0,495 \text{ мм.}$$

Пример 2. Произведен контрольный обмер мотылевой шейки двигателя 8NVD-48 в носовом поясе в горизонтальной плоскости; износ по диаметру составляет 0,04 мм. Требуется определить износ шейки в месте предполагаемого наибольшего износа (в кормовом поясе в вертикальной плоскости).

Искомый износ $U_{иск}$ определяем из выражения

$$U_{иск} = \frac{0,04}{K};$$

$K = 0,98$ (см. табл. 16).

$$U_{иск} = \frac{0,04}{0,98} = 0,041 \text{ мм.}$$

§ 8. ИЗНОС И СРОК СЛУЖБЫ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ

В процессе эксплуатации с целью наиболее полного использования моторесурса двигателя и его основных деталей необходимо уметь нормировать износ деталей в зависимости от продол-

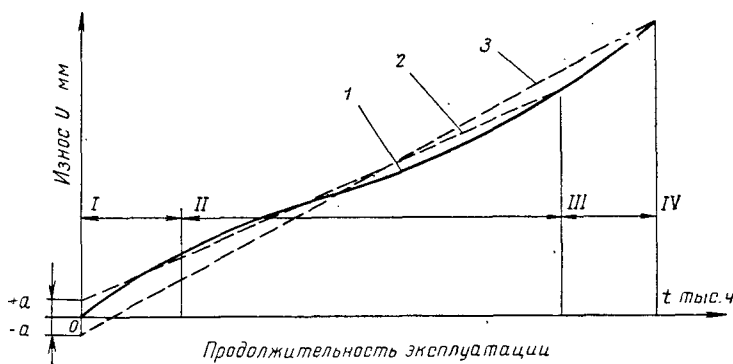


Рис. 79. Динамика износа деталей.

жительности их работы. Для этого нужно знать закономерности износа деталей.

В общем случае закономерность изнашивания, или динамика износа, детали в зависимости от продолжительности эксплуатации может быть выражена уравнением кубической параболы:

$$U = f(t) = a_1 + a_2 t + a_3 t^2 + a_4 t^3,$$

где U — величина износа деталей;
 t — продолжительность эксплуатации;
 a_1, a_2, a_3, a_4 — постоянные параметры уравнения.

Кривая износа, соответствующая этому уравнению, показана на рис. 79 (кривая 1). В этом случае различают следующие три периода износа деталей: период приработки (участок I—II), период установившейся интенсивности износа при нормальной эксплуатации детали (участок II—III) и период интенсивного износа (участок III—IV).

В период приработки интенсивность износа деталей велика по сравнению с периодом установившейся интенсивности износа. В этот период на трущихся поверхностях происходят принципиально другие процессы, чем при износе уже приработанных деталей.

После механической обработки на рабочих поверхностях деталей имеется большое количество выступов и заусенцев различной высоты, которые интенсивно изнашиваются при работе сопряженных трущихся поверхностей. При этом образуется большое количество абразивных частиц. Частые остановки и пуски двигателя в этот период способствуют повышению износа. На интенсивность износа в период приработки значительно влияет коррозия, возрастающая при малой нагрузке, при которой происходит приработка деталей в процессе обкатки двигателя.

Приработку деталей считают законченной, когда на рабочей поверхности отсутствуют следы предшествующей механической обработки.

После приработки поверхностный слой металла становится более прочным в результате пластической деформации и других превращений, происходящих в металле.

На участке *II — III* износ деталей протекает не всегда равномерно, даже при установившемся режиме работы двигателя, вследствие влияния на интенсивность износа большого количества факторов.

При определенных условиях (например, при чрезмерном увеличении зазоров в подшипниках, зазоров между поршневыми канавками и кольцами и др.) наступает период интенсивного износа (участок *III — IV*). Резкого изменения абсолютного износа при переходе от одного из рассматриваемых периодов к другому не наблюдается. Этот процесс, как видно из рис. 79, происходит плавно.

Использование приведенного выше уравнения для подсчета величин износа деталей представляет известные трудности.

Поэтому с достаточной для практических целей точностью уравнение износа может быть выражено уравнением прямой линии:

$$U = a + bt.$$

В этом уравнении коэффициент a представляет собой новое начало отсчета координат (см. рис. 79). Этот коэффициент может быть как положительным, так и отрицательным.

Положительное значение коэффициента a показывает, что за наблюдаемую продолжительность эксплуатации величины износа располагаются в первых двух периодах (прямая 2).

Отрицательное значение коэффициента a показывает, что за наблюдаемую продолжительность эксплуатации величины износа располагаются не только в периодах приработки и нормальной

эксплуатации, но и в периоде интенсивного износа (прямая 3). При этом чем больше абсолютная величина отрицательного коэффициента a , тем на большем участке интенсивного износа предполагаются наблюдаемые величины износа.

При расчете износа деталей в качестве первоначального обычно принимают номинальный размер детали с учетом среднего значения допуска на обработку. В действительности построчный первоначальный размер детали может отличаться от принятого среднего значения, что также может влиять на величину и знак коэффициента a . В каждом конкретном случае при использовании уже рассчитанного уравнения $U = f(t)$ следует корректировать коэффициент a на величину, представляющую собой разность между принятым при выводе уравнения средним расчетным размером и действительным построчным размером детали.

Пример. Для условий дрейфтерного лова требуется определить, какова будет величина абсолютного износа по диаметру поршневого пальца двигателя 8NVD-48 после 6 тыс. ч работы головного соединения без разборки.

Уравнение износа для поршневого пальца в данном случае имеет вид (см. табл. 19):

$$U = 0,0064t + 0,02 \pm 0,01.$$

При выводе уравнения износ пальцев определяли от среднего конструктивного диаметра $D_{\text{расч}} = 124,99$ мм. В действительности на двигателе установлены поршневые пальцы с диаметром $D = 125,00$ мм, т. е. на 0,01 мм больше $D_{\text{расч}}$.

Следовательно, свободный член уравнения 0,02 мм нужно для данного частного случая уменьшить на 0,01 мм.

Уравнение примет вид:

$$U = 0,0064t + 0,01 \pm 0,01.$$

Подставив в уравнение $t = 6,0$ тыс. ч, получим ожидаемую величину износа:

$$U = 0,0064 \times 6,0 + 0,01 \pm 0,01 = 0,0434 \pm 0,01 \text{ мм.}$$

Коэффициент b в уравнении прямой линии характеризует угол наклона прямой к оси абсцисс и представляет собой среднюю действительную скорость износа за рассматриваемый период эксплуатации детали. Эту среднюю действительную скорость изнашивания детали следует отличать от средней относительной скорости износа, которой обычно широко пользуются в технике для сопоставления износостойкости деталей, когда нет возможности определить среднюю действительную скорость износа.

Среднюю относительную скорость износа вычисляют путем деления величины износа детали на время эксплуатации детали, выраженное в тысячах часов работы. При вычислении средней относительной скорости износа исходят из предположения, что износ детали происходит равномерно, т. е. уравнение износа представляет собой прямую, выходящую из начала координат.

Средняя относительная скорость износа позволяет лишь ориентировочно оценивать износостойкость детали за определенный период эксплуатации.

Уравнения $U = a + bt$ могут быть получены при накоплении большого количества сведений о величинах износа основных деталей двигателей, эксплуатируемых в определенных условиях. Обрабатывают эти сведения с помощью методов математической статистики, а коэффициенты a и b определяют методом наименьших квадратов.

Необходимость применения методов математической статистики для обработки величин износа основных деталей объясняется тем, что на процесс износа влияет большое количество факторов: материал деталей, технология их изготовления и многие другие, часть из которых уже рассмотрена выше.

Влияние указанных факторов на интенсивность износа детали в каждый данный момент эксплуатации будет различным в отдельных цилиндрах одного двигателя и тем более нескольких однотипных двигателей, эксплуатируемых на различных судах одной серии.

В результате воздействия многочисленных факторов износ деталей по времени происходит неравномерно, скачкообразно. При графическом построении скачкообразный характер износа деталей выражается разбросом точек около некоторой средней линии, выражающей общую закономерность износа.

Величина разброса точек около средней линии износа выражается средними квадратичными ошибками. При этом чем больше сила влияния разнообразных факторов, тем больше абсолютная величина средней квадратичной ошибки.

Срок службы основных деталей зависит от их износа. Эта взаимосвязь может быть выражена уравнением $t = f(U)$:

$$t = a' + b'U.$$

В этом случае определяется обратная зависимость, т. е. функцией является продолжительность эксплуатации t в тыс. ч, а аргументом — величина износа U в мм.

Между величинами U и t существует не прямая функциональная зависимость, когда каждому значению аргумента соответствует только одно вполне определенное значение функции, а так называемая корреляционная зависимость. В отличие от функциональной при корреляционной зависимости каждому значению аргумента t соответствует целый ряд величин функции U . Это позволяет вычислить уравнения $U = f(t)$ и $t = f(U)$, используя метод математического корреляционного анализа.

С уменьшением надежности корреляционной связи между U и t уменьшается сходимость результатов расчета $U = f(t)$ и обратно $t = f(U)$, т. е. если определить с помощью уравнения $U = f(t)$ величину U при заданном значении t , а затем подставить найден-

ное значение U в уравнение $t = f(U)$, то в результате не получится первоначально заданного значения t . Это нужно иметь в виду при практическом применении приведенных ниже уравнений.

Гипрорыбфлотом выполнен анализ величин износа и срока службы основных деталей двигателей типа NVD при эксплуатации их на судах типа СРТ и СРТР «Океан».

Величины износа получены в результате массовых обмеров деталей, выполненных по специальной методике в основном на рыбопромысловых судах управления «Мурмансельдь» Главного управления «Севрыба», УТРФ «Камчатрыбпрома» Главного управления «Дальрыба», эксплуатирующих организаций г. Калининграда и г. Риги, Главного управления «Запрыба». Анализ исходных данных выполнен применительно для эксплуатации судов на наиболее характерных видах промысла: дрейферном, траловом и комбинированном (когда часть времени года суда эксплуатируются на дрейферном промысле — 40—70% — и часть времени года — на траловом — 60—30%).

Ниже приводятся рассчитанные наиболее надежные уравнения износа и срока службы по наиболее характерным, лимитирующим видам износа, по которым производится выбраковка деталей.

В конце каждого уравнения со знаком \pm даны средние квадратичные ошибки уравнений. Для некоторых деталей, по которым достоверных результатов замеров было недостаточно для расчета уравнений, приведены средние относительные скорости износа, позволяющие в первом приближении судить об интенсивности износа этих деталей.

На основании приведенных уравнений можно устанавливать сроки службы деталей по износу от трения и определять ожидаемые величины износа при задаваемой продолжительности работы деталей. В отдельных случаях срок службы ограничивается преждевременным выходом из строя по другим причинам (поломка, трещины, задиры, коррозия и пр.), что нужно учитывать при расчете нормативных сроков службы и определении потребности в запасных частях. Срок службы деталей с учетом случаев преждевременного выхода из строя учтен при разработке межремонтных периодов (см. табл. 11).

Срок службы деталей по уравнениям определяется с использованием норм предельно допустимого износа основных деталей (см. табл. 12).

ВТУЛКИ РАБОЧИХ ЦИЛИНДРОВ

В табл. 17 приведены уравнения износа и срока службы втулок рабочих цилиндров применительно к основным условиям эксплуатации двигателей на судах типа СРТ и СРТР.

Таблица 17

Марка двигателя	Характеристика двигателя	Промысел	Уравнение износа $U, мм$	Уравнение срока службы $t, тыс. ч$
8NVD-36	Новый с охлаждением пресной водой	Дрифтерный	$0,026 t + 0,11 \pm 0,12$	$25,5 U + 1,1 \pm 3,6$
	Новый с охлаждением заборной водой	То же	$0,081 t - 0,03 \pm 0,27$	$9,5 U + 2,73 \pm 2,9$
	То же	Траловый	$0,04 t + 0,07 \pm 0,2$	$11,6 U + 3,0 \pm 4,0$
	» »	Комбинированный	$0,043 t + 0,23 \pm 0,2$	$8,8 U + 4,7 \pm 2,9$
	Прошедший малый и большой капитальный ремонт, с охлаждением заборной водой	Дрифтерный	$0,082 t + 0,21 \pm 0,29$	$5,8 U + 2,15 \pm 2,44$
6NVD-48	С охлаждением заборной водой	Дрифтерный	$0,044 t + 0,32 \pm 0,2$	$8,82 U + 5,0 \pm 3,6$
	То же	Траловый	$0,042 t \pm 0,2$	$12,23 U + 3,5 \pm 3,0$
8NVD-48	С охлаждением пресной водой	Комбинированный	$0,035 t + 0,065 \pm 0,1$	$14,4 U + 4,0 \pm 2,0$
4NVD-24	С охлаждением заборной водой	Дрифтерный	$0,012 t + 0,06 \pm 0,06$	$22,3 U + 3,7 \pm 3,0$
	То же	Траловый	$0,008 t \pm 0,04$	$28,0 U + 3,6 \pm 2,6$
	» »	Комбинированный	$0,012 t \pm 0,06$	$26,0 U + 2,0 \pm 2,5$
4NVD-24 6NVD-24	С охлаждением пресной водой	То же	$0,01 t + 0,02 \pm 0,04$	$28,0 U + 2,6 \pm 2,3$

Срок службы втулок как и других деталей определяется следующим образом.

Пример. Требуется определить срок службы и ожидаемую величину износа втулок рабочих цилиндров нового двигателя 8NVD-36 с охлаждением заборной водой.

Из табл. 17 берем соответствующее уравнение срока службы:

$$t = 9,5U + 2,73 \pm 2,9.$$

Из табл. 12 берем норму предельно допустимого износа $U = 1,8 мм$.

Подставляя в уравнение срока службы (без учета ошибки $\pm 2,9$) величину предельно допустимого износа, получим средний срок службы втулок:

$$t_{\text{ср}} = 9,5 \cdot 1,8 + 2,73 = 19,83 \text{ тыс. ч.}$$

С учетом средней квадратичной ошибки максимальный и минимальный срок службы отдельных втулок составит:

$$t_{\text{макс}} = 19,83 + 2,9 = 22,73 \text{ тыс. ч.};$$

$$t_{\text{мин}} = 19,83 - 2,9 = 16,93 \text{ тыс. ч.}$$

Ожидаемую величину износа втулок определяем из уравнения износа:

$$U = 0,081t - 0,03 \pm 0,27.$$

Подставляя полученный средний срок службы втулок в уравнение износа, получим среднюю ожидаемую величину износа:

$$U_{\text{ср}} = 0,081 \times 19,83 - 0,03 = 1,58 \text{ мм.}$$

С учётом средней квадратичной ошибки максимальная и минимальная величина износа отдельных втулок составит:

$$U_{\text{макс}} = 1,58 + 0,27 = 1,85 \text{ мм,}$$

$$U_{\text{мин}} = 1,58 - 0,27 = 1,31 \text{ мм.}$$

С помощью приведенных уравнений можно определять срок службы и ожидаемые величины износа за любой период эксплуатации.

Пример. При обмере втулок рабочих цилиндров двигателя марки 8NVD-36 в текущем ремонте оказалось, что наибольший износ по диаметру одной из них достиг 1,25 мм. Требуется определить вероятный срок службы её до замены.

Судно эксплуатируется на комбинированном промысле, двигатель охлаждается забортной водой.

Определяем величину износа, на которую втулка может еще изнашиваться. Для этого берем величину предельно допустимого износа втулки и вычитаем из нее замеренную величину фактического износа: $1,80 - 1,25 = 0,55 \text{ мм}$.

Берем уравнение срока службы данного случая:

$$t = 8,8U + 4,7 \pm 2,9.$$

Поскольку в рассматриваемом случае период приработки является пройденным этапом, свободный член уравнения (коэффициент a) не принимаем во внимание при расчете, т. е. для расчета принимаем $t_1 = 8,8U \pm 2,9$, где 8,8 представляет собой среднюю действительную скорость изменения срока службы. Следовательно, средний срок службы втулок до достижения предельно допустимого износа составляет

$$t_{\text{ср}} = 8,8 \cdot 0,55 = 4,85 \text{ тыс. ч.}$$

Однако при благоприятных условиях, определяющих интенсивность износа деталей, может быть достигнут срок службы

$$t_{\text{макс}} = 8,8 \cdot 0,55 + 2,9 = 7,74 \text{ тыс. ч.}$$

При низком уровне технической эксплуатации двигателя срок службы втулок может уменьшиться до

$$t_{\text{мин}} = 8,8 \cdot 0,55 - 2,9 = 1,95 \text{ тыс. ч.}$$

С помощью уравнений аналогично решается другая задача, заключающаяся в определении ожидаемой величины износа через определенный промежуток времени работы детали, и, в частности, в определении допустимых послеремонтных размеров (износа) и зазоров, о принципах определения которых ниже приведены специальные пояснения и рекомендации.

Как можно видеть из приведенных в табл. 17 уравнений, интенсивность износа втулок при эксплуатации судов на дрейфтерном промысле больше, чем при эксплуатации их на траловом промысле.

При комбинированном промысле втулки изнашиваются менее интенсивно, чем на дрейфтерном лове, но более интенсивно, чем на траловом.

Это объясняется тем, что на дрейфтерном промысле двигатели работают с большим количеством пусков, малых и переменных ходов, при низком и нестабильном температурном режиме охлаждения, особенно при охлаждении двигателей забортной водой.

При эксплуатации на траловом промысле двигатель работает с большей нагрузкой, но при установившемся высоком температурном режиме охлаждения, при котором интенсивность износа меньше.

Но влияние нагрузки тотчас сказывается при переводе двигателей на замкнутую систему охлаждения пресной водой. В этом случае на дрейфтерном промысле интенсивность износа втулок становится меньше, чем на траловом. В случае эксплуатации на траловом промысле двигателей с охлаждением пресной или забортной водой большого различия в интенсивности износа втулок не наблюдается.

При эксплуатации двигателей на комбинированном промысле при охлаждении их забортной водой износ втулок снижается по сравнению с износом, имеющим место на дрейфтерном промысле и увеличивается по сравнению с износом на траловом.

Сравнивая уравнения износа втулок двигателей 8NVD-36, охлаждаемых забортной водой, прошедших малый капитальный ремонт (втулки отечественного производства), с уравнением износа втулок новых двигателей (втулки фирменного производства), можно видеть, что в первом случае втулки изнашиваются более интенсивно, причем в основном в течение периода приработки (см. табл. 17, числа, соответствующие коэффициенту a). Это происходит в результате неудовлетворительной сборки двигателей при ремонте и из-за недостаточно качественно изготовленных втулок. Судомеханики должны осуществлять контроль за качеством ремонта двигателей.

В табл. 17 не приведены уравнения износа втулок на эллипс. Это объясняется тем, что износ втулок на эллипс, как правило, не ограничивает срока службы втулок до ремонта или замены, так как срок службы втулок, рассчитанный по износу на эллипс, значительно превышает срок службы втулок при износе их по диаметру.

Кроме того, износ втулок на эллипс меньше зависит от продолжительности эксплуатации и колеблется в значительных пределах. При этом средние квадратичные ошибки уравнений велики в сравнении со средними величинами износа, получаемыми по уравнениям.

ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА И ПОРШНЕВЫЕ КАНАВКИ

В табл. 18 приведены уравнения износа и срока службы поршневых колец и поршневых канавок двигателей $8NVD-36$, $6NVD-48$ и $4NVD-24$. Для поршневых колец двигателей $4NVD-24$ приведены также средние относительные скорости износа.

Характер уравнений износа поршневых колец по зазору в стыках показывает, что радиальный износ поршневых колец зависит в основном от воздействия давления и температуры газов. В первый период эксплуатации камера сгорания достаточно хорошо уплотняется, в основном верхним (первым) поршневым кольцом, поэтому оно подвержено наибольшему износу. По мере увеличения износа (зазоров) увеличивается давление газов на второе поршневое кольцо, износ которого с течением времени интенсивно увеличивается, приближаясь к износу верхнего поршневого кольца. Вследствие этого свободный коэффициент a имеет отрицательное значение.

Третье и четвертое поршневые кольца двигателя типа $NVD-36$ изнашиваются одинаково, поэтому для них получены одни и те же уравнения. Этот факт указывает на то, что износ этих колец происходит в основном от действия собственных сил упругости, а давление газов на износ этих колец оказывает незначительное влияние.

Для двигателей типа $NVD-48$ и $NVD-24$ характер износа колец несколько другой.

В частности, для двигателей типа $NVD-48$ давление газов существенно влияет также на износ третьего и четвертого колец, а для двигателей типа $NVD-24$ воздействие газов сказывается на износе только верхнего поршневого кольца. Износ остальных колец этого двигателя одинаков и зависит в основном от действия собственных сил упругости.

Такое различие в характере износа поршневых колец объясняется прежде всего различным числом оборотов этих двигателей.

Таблица 18

Марка двигателя	Наименование колец и износов		Уравнение износа U , мм	Уравнение срока службы t , тыс. ч
8NVD-36	Зазоры в стыках	Первое поршневое кольцо	$0,49 t + 0,3 \pm 0,2$	$1,8 U - 0,36 \pm 0,375$
		Второе поршневое кольцо	$0,47 t - 0,27 \pm 0,2$	$1,81 U - 0,85 \pm 0,52$
		Третье и четвертое поршневые кольца	$0,13 t + 0,30 \pm 0,2$	$5,5 U - 0,79 \pm 0,59$
	Износ по высоте	Первое поршневое кольцо	$0,02 t - 0,002$	$39,6 U + 0,55$
		Второе поршневое кольцо	$0,007 t + 0,01$	$67,8 U - 0,08$
		Третье и четвертое поршневые кольца	$0,0019 t + 0,002$	$23,3 U + 2,99$
6NVD-48	Зазоры в стыках	Первое поршневое кольцо	$0,53 t + 0,06$	$1,39 U - 0,71$
		Второе поршневое кольцо	$0,42 t + 0,09$	$1,56 U - 0,75$
4NVD-24	Зазоры в стыках	Первое поршневое кольцо	$0,3 t$	—
		Второе, третье и четвертое поршневые кольца	$0,1 t$	—
8NVD-36	Износ по высоте	Первая поршневая канавка	$0,016 t - 0,005$	$50,5 U + 2,06$
		Вторая поршневая канавка	$0,01 t - 0,02$	$92,7 U + 2,8$
		Третья и четвертая поршневые канавки	$0,006 t - 0,01$	$176,0 U + 1,9$
6NVD-48		Первая поршневая канавка	$0,007 t + 0,01$	$189,0 U - 7,5$
4NVD-24		Первая поршневая канавка	$0,012 t + 0,01$	$84,0 U - 0,86$

Примечание. Для двигателей 8NVD-48 и 6NVD-24 можно пользоваться для ориентировочных расчётов соответствующими уравнениями, приведенными в табл. 18 для двигателей 6NVD-48 и 4NVD-24.

При увеличении числа оборотов изменение давления газов за кольцами не успевает следовать за изменением давления в цилиндре. Вследствие этого давление за нижними кольцами распределяется более равномерно. Наоборот, при уменьшении числа оборотов изменение давления газов за кольцами в большей мере следует за изменением давления в цилиндре и более неравномерно распределяется за кольцами.

Характер износа поршневых канавок в основном аналогичен износу поршневых колец, но необходимо указать на следующее:

во всех случаях свободный коэффициент a имеет отрицательное значение. Это указывает на то, что в первый период эксплуатации износ поршневых канавок по высоте происходит менее интенсивно, чем в последующий, и объясняется тем, что с увеличением износа втулок в верхней части увеличивается радиальное перемещение колец при движении поршня;

скорость износа верхней поршневой канавки двигателей типа *NVD-24* при незначительном износе втулки цилиндра велика по сравнению со скоростью износа ее в двигателях типа *NVD-48* и *NVD-36*. Это можно объяснить сравнительно большим числом оборотов двигателей типа *NVD-24*, за счет чего увеличивается количество движений кольца в канавке поршня, и возможным действием инерционных сил кольца. Этим можно объяснить и то, что скорость износа поршневой канавки двигателей типа *NVD-48* меньше, чем у двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24*.

Износ поршневых колец по высоте значительно меньше износа поршневых канавок.

Необходимость замены поршневых колец рассмотренных двигателей определяется радиальным износом, вследствие которого увеличиваются зазоры в стыках, уменьшается упругость колец и способность противостоять износу.

Срок службы двигателей до замены поршневых колец определяется по уравнению для верхнего, наиболее изнашиваемого кольца.

Срок службы поршня определяется износом верхней поршневой канавки. Срок службы и ожидаемые величины износа поршневых колец и канавок определяют так же, как и для втулок рабочих цилиндров.

ТРОНК ПОРШНЯ

В процессе эксплуатации двигателя тронк поршня изнашивается незначительно и практического значения на срок службы поршня не оказывает. Результаты обмеров показывают, что к моменту замены поршней двигателей *8NVD-36* (19,5 тыс. ч эксплуатации) максимальный износ тронков по диаметру не превышает 0,06 мм, а для двигателей *4NVD-24* он бывает не более 0,04 мм.

Чаще наблюдаются тепловые и механические деформации, выражающиеся в образовании конусности и эллиптичности тронка. Эти деформации не должны превышать норм предельно допустимого износа; их обычно выправляют при ремонте двигателя.

ДЕТАЛИ ГОЛОВНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Износ деталей головного соединения происходит вследствие трения рабочих поверхностей поршневого пальца и головной втулки при рабочем ходе поршня и ударных (инерционных) нагрузок, возникающих при переходе поршня через в. м. т. во время тактов выхлопа и всасывания.

Вследствие малого угла поворота шатуна около своей оси износ пальца и втулки происходит в одной вертикальной плоскости, в результате чего последние становятся эллиптичными.

Из-за особенности конструкции плавающего поршневого пальца, который может поворачиваться в процессе эксплуатации двигателя в бобышках поршня, износ его происходит относительно равномерно по всей окружности.

Таблица 19

Марка двигателя	Наименование детали и вид износа	Промысел	Уравнение износа U , мм
6NVD-48	Поршневой палец, износ по диаметру	Дрифтерный	$0,0064t + 0,02 \pm 0,01$
		Траловый	$0,003t + 0,03 \pm 0,01$
	Головная втулка, износ по диаметру	Дрифтерный	$0,012t + 0,06 \pm 0,02$
		Траловый	$0,008t + 0,04 \pm 0,02$
	Зазор в соединении	Дрифтерный	$0,018t + 0,08 + S_m \pm 0,02$
		Траловый	$0,011t + 0,07 + S_m \pm 0,02$
8NVD-36	Поршневой палец, износ по диаметру	Дрифтерный	$0,006t + 0,01 \pm 0,01$
		Траловый	$0,003t + 0,04 \pm 0,03$
	Головная втулка, износ по диаметру	Дрифтерный	$0,015t + 0,04 \pm 0,01$
		Траловый	$0,012t + 0,03 \pm 0,03$
	Зазор в соединении	Дрифтерный	$0,02t + 0,05 + S_m \pm 0,03$
		Траловый	$0,015t + 0,07 + S_m \pm 0,03$
4NVD-24	Поршневой палец, износ по диаметру	Дрифтерный	$0,006t + 0,03 \pm 0,01$
	Головная втулка, износ по диаметру	Дрифтерный	$0,006t + 0,04 \pm 0,01$
	Зазор в соединении	Дрифтерный	$0,012t + 0,07 + S_m \pm 0,03$

При неудовлетворительной привалке поршня или перекосе головного соединения втулка и палец изнашиваются неравномерно по длине. Вследствие этого поршневой палец и втулка становятся конусными.

Анализ износа при большом количестве обмеров поршневых пальцев и головных втулок показывает, что конусность образуется в основном лишь в период приработки. При дальнейшей эксплуатации конусность поршневых пальцев и головных втулок стабилизируется и будет постоянной на всем протяжении эксплуатации, а износ происходит за счет равномерного снятия металла по всей длине деталей. При этом увеличивается зазор между втулкой и поршневым пальцем.

Износ головного соединения деталей нормируют по износу поршневых пальцев и головных втулок по диаметру на эллипс и конус.

В табл. 19 приведены уравнения износа деталей головного соединения для двух основных видов промысла — дрефтерного и тралового. Уравнения срока службы не приведены, так как часто срок службы этих деталей лимитируется проворачиванием поршневого пальца в проушинах поршней.

Это обстоятельство учтено в схеме межремонтных периодов (см. табл. 11).

КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ

Шейки коленчатого вала двигателей всех рассматриваемых марок изнашиваются очень незначительно и, как правило, не лимитируют постановку двигателей в заводской ремонт. Ремонт коленчатого вала производится при капитальном ремонте одновременно с ремонтом или заменой цилиндровых втулок при достижении последними предельно допустимого износа. Располагаемый моторесурс коленчатого вала до предельно допустимого износа значительно превышает длительность работы двигателя до капитального ремонта.

Закономерности износа мотылевых и рамовых шеек коленчатого вала, выраженные уравнением прямой линии, приведены в табл. 20.

Наиболее интенсивно шейки изнашиваются в период приработки в течение первых 1—5 тыс. ч, о чем свидетельствует свободный член уравнения. К этому времени интенсивность износа стабилизируется и сохраняется постоянно до наибольших, достигнутых на практике сроков службы вала, т. е. до его ремонта, который проводится обычно принудительно.

Наиболее интенсивно шейки изнашиваются по диаметру. Величиной этого износа определяется необходимая величина ремонтного размера при проточке шеек.

Интенсивность износа шеек на эллипс чрезвычайно мала.

Таблица 20

Марка двигателя	Промысел	Уравнение износа U , мм			
		мотылевые шейки		рамовые шейки	
		по диаметру	на эллипс	по диаметру	на эллипс
8NVD-36	Дрифтерный	$0,009 t +$ $+0,06 \pm$ $\pm 0,05$	$0,0006 t +$ $+0,03 \pm$ $\pm 0,05$	$0,007 t +$ $+0,08 \pm$ $\pm 0,03$	$0,0006 t +$ $+0,024 \pm$ $\pm 0,03$
	Комбинированный	$0,009 t +$ $+0,03 \pm$ $\pm 0,04$	$0,0005 t +$ $+0,01 \pm$ $\pm 0,04$	—	—
	Траловый	$0,008 t +$ $+0,08 \pm$ $\pm 0,07$	$0,0002 t +$ $+0,07 \pm$ $\pm 0,07$	$0,006 t +$ $+0,06 \pm$ $\pm 0,05$	—
6NVD-48	Дрифтерный	$0,005 t +$ $+0,04 \pm$ $\pm 0,03$	$0,0005 t +$ $+0,03 \pm$ $\pm 0,003$	$0,007 t +$ $+0,06 \pm$ $\pm 0,05$	$0,001 t +$ $+0,03 \pm$ $\pm 0,05$
	Траловый	$0,004 t +$ $+0,07 \pm$ $\pm 0,04$	$0,0004 t +$ $+0,005 \pm$ $\pm 0,04$	$0,006 t +$ $+0,05 \pm$ $\pm 0,04$	—
8NVD-48	Комбинированный	$0,003 t +$ $+0,014 \pm$ $\pm 0,02$	—	$0,004 t +$ $+0,03 \pm$ $\pm 0,03$	—
4NVD-24 (на судах типа СРТ)	Дрифтерный	$0,006 t +$ $+0,05 \pm$ $\pm 0,03$	$0,0003 t +$ $+0,02 \pm$ $\pm 0,03$	$0,005 t +$ $+0,08 \pm$ $\pm 0,03$	$0,001 t +$ $+0,03 \pm$ $\pm 0,03$
6NVD-24 4NVD-24 (на судах типа СРТ «Океан»)	Комбинированный	$0,004 t +$ $+0,04 \pm$ $\pm 0,02$	$0,001 t +$ $+0,002 \pm$ $\pm 0,02$	$0,004 t +$ $+0,05 \pm$ $\pm 0,02$	—

Примечание. В условиях тралового лова шейки коленчатого вала двигателей 4NVD - 24 практически изнашиваются так же, как и при дрифтерном промысле.

Шейки приобретают сравнительно большой эллипс в период приработки, о чем свидетельствует свободный член уравнения (см. табл. 20), в дальнейшем эллипс изменяется незначительно.

Для ряда двигателей вообще не наблюдается закономерности увеличения эллипса (в табл. 20 в таких случаях уравнения не даны).

Конусность шеек не зависит от продолжительности (времени) эксплуатации вала и изменяется без определенной закономерности.

Упругая деформация (раскёпы) коленчатого вала определяется качеством укладки коленчатого вала и состоянием подшипников, изменяется по абсолютной величине в небольшом диапа-

зоне и не подчиняется определенной закономерности в зависимости от продолжительности эксплуатации.

Наибольшие единичные величины раскепа, износа на эллипс и конус шеек коленчатого вала в пределах наибольших достигнутых сроков службы до малого капитального ремонта на судах типа СРТ и СРТР при обычной эксплуатации не превышают норм предельно допустимого износа.

Зазоры в подшипниках коленчатого вала изменяются от монтажных до предельно допустимых в течение межремонтного периода до текущего ремонта (от начала эксплуатации до первого текущего, от первого текущего до следующего очередного текущего ремонта и т. д.; см. табл. 11).

Во время профилактических ремонтов целесообразно производить регулировку зазоров, поддерживая их в эксплуатации близкими к монтажным, чтобы обеспечить более надежную смазку и сохранность подшипников и шеек вала.

Из приведенных уравнений износа для деталей головного соединения и шеек коленчатого вала следует, что износ этих деталей происходит более интенсивно при эксплуатации судов на дрейфтерном промысле и снижается при эксплуатации их на траловом промысле. Для главных двигателей 6NVD-48 и 8NVD-36 такой характер изнашивания деталей вполне закономерен и объясняется различием условий эксплуатации двигателей на дрейфтерном и траловом промысле.

Эксплуатация двигателей на дрейфтерном промысле характеризуется большим количеством пусков и реверсов, длительной работой на малом числе оборотов. На таких режимах работы двигателя смазка деталей осуществляется недостаточно. В перерывах между пусками и реверсами большая часть смазки успевает стекать с трущихся деталей, а при кратковременных пусках и реверсах не успевает поступать в достаточном количестве. Малое число оборотов двигателя не способствует созданию надежного несущего слоя масла на рамовых и мотылевых шейках коленчатого вала. При таких условиях эксплуатации износ деталей происходит со значительной скоростью.

На траловом промысле эксплуатация двигателя характеризуется большими нагрузками, но при длительных и установившихся режимах. Число оборотов двигателя составляет 75—85% от номинального числа оборотов. В этом случае смазка деталей головного соединения и шеек коленчатого вала осуществляется в достаточном количестве, а число оборотов двигателя способствует созданию надежного несущего масляного слоя. Износ деталей в этом случае происходит менее интенсивно.

Для вспомогательных двигателей существенного различия в износе деталей головного соединения и шеек коленчатого вала при эксплуатации двигателей на дрейфтерном и траловом промыслах не замечено.

§ 9. ДОПУСТИМЫЕ ПОСЛЕРЕМОНТНЫЕ РАЗМЕРЫ (ИЗНОСЫ) и ЗАЗОРЫ

Помимо норм предельно допустимых величин износов и зазоров, при достижении которых детали подвергаются ремонту или заменяются, необходимо знать те величины допустимых еще после ремонта размеров (износов) деталей и зазоров в узлах, при которых обеспечивается надежная работа двигателя в течение последующего межремонтного периода. Применение этих величин способствует снижению объема и стоимости ремонта благодаря тому, что в этом случае располагаемый моторесурс деталей используется наиболее оптимально, детали не заменяются преждевременно.

Допустимые послеремонтные размеры (износы) $U_{д.р}$ и зазоры $S_{д.р}$ рассчитывают в каждом отдельном случае с учетом закономерностей износа деталей и экономической целесообразности, исходя из планируемой продолжительности последующего межремонтного периода до очередного ремонта соответствующей категории.

$U_{д.р}$ и $S_{д.р}$ представляют собой разность между величиной предельно допустимого износа $U_{пред}$ (или зазора $S_{пред}$) и величиной износа $U_{мр}$ (или зазора $S_{мр}$), которая может быть достигнута в течение последующего межремонтного периода ($t_{мр}$):

$$U_{д.р} = U_{пред} - U_{мр} \text{ мм,}$$
$$S_{д.р} = S_{пред} - S_{мр} \text{ мм.}$$

Значения $U_{мр}$ и $S_{мр}$ определяют с помощью средних действительных, а при отсутствии таковых — средних относительных скоростей износа:

$$U_{мр} = bt_{мр} + \Delta U,$$

где b — средняя действительная или средняя относительная скорость износа, мм/1000 ч;

ΔU — поправка уравнения износа, мм (обычно принимается со знаком +, что создает больше уверенности в надежной работе детали или узла в течение последующего межремонтного периода до замены или ремонта);

$t_{мр}$ — наибольшая планируемая продолжительность межремонтного периода до очередного ремонта, тыс. ч (назначают ее, исходя из продолжительности работы двигателя в течение промыслового рейса судна).

Продолжительность работы (в ч) главных и вспомогательных двигателей типа *NVD* на судах типа *СРТР* и *СРТ* в среднем за один рейс (по среднестатистическим данным) приведена в табл. 21.

В табл. 22 приведен удельный вес (в %) отдельных режимов работы главных двигателей в среднем за один рейс от суммарной продолжительности работы, принятой за 100%.

Таблица 21

Характер промысла и длительность одного рейса	Суда типа СРТ		Суда типа СРТР «Океан»		
	Марка двигателя				
	8NVD-36 6NVD-48	4NVD-24	8NVD-48	4NVD-24	6NVD-24
Дрифтерный лов в Северной Атлантике, экспедиционный рейс	2000±300	1000±200	2000±400	1600±500	500±200
	2500±500	1400±300	2500±500	2100±500	600±200
Траловый лов в Северном и Баренцевом морях, автономный рейс около 30 суток	500±100	250±100	600±50	300±100	300±100
Преимущественно траловый лов для Дальневосточного бассейна, экспедиционный рейс около 175 суток . .	2000±200	1200±300	2000±500	1200±400	1200±400

Примечание. В числителе — при длительности рейса около 135 суток, в знаменателе — около 175 суток.

Таблица 22

Характер промысла и длительность рейса	Марка двигателя	Режим работы			
		полный ход	средний ход	малый ход	ход с тралом
Дрифтерный лов в Северной Атлантике, экспедиционный рейс около 135 суток	8NVD - 36	} 50,0	12,5	50,0	—
	6NVD - 48				
	8NVD - 48				
Траловый лов в Северном и Баренцевом морях, автономный рейс около 30 суток	8NVD - 36	} 20,0	8,0	12,0	60,0
	6NVD - 48				
	8NVD - 48				
Преимущественно траловый лов для Дальневосточного бассейна, экспедиционный рейс около 175 суток	8NVD - 36	} 23,0	7,0	14,0	56,0
	6NVD - 48				
	8NVD - 48				

Приведенные в табл. 22 данные характеризуют работу двигателей в различных условиях использования промысловых судов и позволяют производить контрольные расчеты расхода горюче-

смазочных материалов при различных режимах работы двигателей в целом за рейс.

Пределы чисел оборотов в минуту главных двигателей, соответствующие полному, среднему и малому ходам, приведены в табл. 23.

Таблица 23

Ход	Марка двигателя		
	6NVD - 48	8NVD - 48	8NVD - 36
Полный	260—275	260—275	320—360
Средний	180—220	180—220	240—280
Малый	90—140	90—140	120—200
С тралом	220—240	180—240	280—320

Ниже приведены примеры расчета допустимых послеремонтных размеров (износов) и зазоров.

Пример 1. Требуется определить для нового двигателя 8NVD-36 с охлаждением забортной водой допустимый износ по диаметру цилиндрических втулок в проводимом профилактическом ремонте, если известно, что после одного рейса на дрефтерный промысел в Северную Атлантику (продолжительностью рейса примерно 135 суток) предполагается капитальный ремонт двигателя.

$$U_{д.р} = U_{пред} - U_{мр},$$

где $U_{пред} = 1,8$ мм (см. табл. 12),

$$U_{мр} = bt_{мр} + \Delta U,$$

где $b = 0,081$ мм/1000ч (см. табл. 17);

$\Delta U = +0,27$ мм (см. табл. 17);

$t_{мр} = (2 + 0,3)$ тыс. ч (см. табл. 21).

Принята поправка +0,3 тыс. ч для большей гарантии на случай продления рейса и по другим причинам:

$$U_{д.р} = 1,8 - (0,081 \times 2,3 + 0,27) = 1,8 - 0,456 \approx 1,34 \text{ мм.}$$

Пример 2. Требуется определить для двигателя 8NVD-36 с охлаждением забортной водой, прошедшего малый и большой капитальный ремонт, допустимый износ по диаметру цилиндрических втулок в проводимом профилактическом ремонте, если известно, что судно должно сделать два автономных рейса (длительность каждого рейса около 1 месяца) на траловый промысел, после чего будет произведен капитальный ремонт двигателя.

$$U_{д.р} = U_{пред} - U_{мр},$$

где $U_{пред} = 1,8$ мм (см. табл. 12),

$$U_{мр} = bt_{мр} + \Delta U,$$

$\Delta U = 0,2$ мм (см. табл. 17);

$b = 0,04$ мм/1000 ч (см. табл. 17);

$t_{мр} = 2(0,5 + 0,1)$ тыс. ч = 1,2 тыс. ч (см. табл. 21);

$$U_{д.р} = 1,8 - (0,04 \cdot 1,2 + 0,2) = 1,8 - 0,248 \approx 1,55 \text{ мм.}$$

Для других деталей и условий эксплуатации величины допустимых послеремонтных размеров (износа) и зазоров рассчитываются аналогично.

Глава VIII

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ОПЕРАЦИЯМ ППО И ППР

§ 1. РАЗБОРКА, ДЕФЕКТАЦИЯ И СБОРКА ДВИГАТЕЛЕЙ И МЕХАНИЗМОВ

РАЗБОРКА

Объем операций по разборке двигателей и обслуживающих их механизмов и прочего оборудования определяется в каждом случае отдельно в зависимости от действительной необходимости. При этом следует учитывать, что частые и необоснованные разборки нарушают приработку деталей и приводят к сокращению моторесурса как отдельных деталей, так и двигателя в целом.

Перед разборкой двигателя на судне следует:

учесть все дефекты двигателя, установленные во время работы и осмотров;

для уточнения характера отдельных дефектов запустить двигатель на необходимое время;

провести подготовительные мероприятия, обеспечивающие нормальный процесс разборки. К таким мероприятиям относятся проверка наличия и исправности рабочего, а также измерительного инструмента и приспособлений, подготовка необходимого расходного и вспомогательного материала (заглушек, стелажей и др.), заготовка бирок для снимаемых с двигателей деталей, подготовка тары для отправки частей и приборов в мастерские, подготовка и проверка подъемных средств (тали, тросы и др.) для подъема тяжеловесных частей, подготовка осветительных средств (переносные лампы нормального и низковольтного освещения, общее освещение). Не следует применять несоответствующий инструмент и приспособления;

тщательно осушить двигатель и его магистрали.

Разборка двигателя на судне выполняется укрупненно в следующей последовательности:

1. Демонтаж всех приборов.

2. Демонтаж приводов, трубопроводов, цилиндрических крышек, распределительного устройства.

3. Демонтаж поршней с шатунами, насосов, блока.

4. Демонтаж маховика, коленчатого вала, картера (при производстве капитального ремонта).

В случае ремонта в специализированном цехе демонтаж двигателя на судне выполняется в следующей последовательности:

1. Демонтаж всех приборов (манометров, тахометров, термометров и др.), очистка их, консервация и упаковка.

2. Разборка трубопроводов: топливного, масляного, газопускного, воздушного и водяного (перекрытие запорных и открытых спускных кранов, спуск масла и топлива).

3. Демонтаж отдельных навешенных механизмов, мешающих выемке или транспортировке двигателя.

4. Разборка соединительных болтов двигателя с валопроводом, отсоединение маховика.

5. Выгрузка двигателя с судна, консервация, упаковка и отправка его на завод для ремонта.

Перед разборкой магистралей забортные клапаны магистралей необходимо плотно закрыть и опломбировать. Отверстия труб, ведущих за борт, следует заглушить деревянными пробками.

Для облегчения ремонта и последующей сборки рекомендуется перед разборкой и в процессе разборки замерить и зафиксировать моменты газораспределения, раскепы коленчатого вала с маховиком и с навешенными поршнями, зазоры в мотылевых и рамовых подшипниках и в других подвижных сочленениях.

При разборке узлов и деталей необходимо обратить внимание на все марки и риски, определяющие как взаимное, так и по отношению к двигателю положение зубчатой передачи, узла или детали, для того чтобы при сборке снятые детали и части узлов могли быть правильно установлены на место. Марки и риски, оказавшиеся затертыми, необходимо нанести вновь.

Узлы и детали надо разбирать в такой последовательности, чтобы еще не снятые узлы или детали не препятствовали дальнейшей разборке.

Приступая к разборке узла, прежде всего необходимо снять контрольные и установочные шпильки, штифты и коксы. После этого отдать основные крепежные болты и шпильки.

При демонтаже деталей, крепящихся несколькими гайками, необходимо предварительно ослабить равномерно накрест все гайки, после этого отвернуть их с болтов и шпилек; после снятия с детали все гайки накрутить на их болты и шпильки с тем, чтобы не потерять крепеж и не забыть резьбу. Мелкие гайки, снятые с отдельных узлов, можно нанизывать на проволоку, к которой нужно прикрепить бирку с указанием соответствующего узла.

При разборке узлов или снятии деталей нельзя применять чрезмерных усилий. Если узел не поддается разборке, необходимо выяснить причину этого и устранить ее. Нельзя освобождать закрепленные детали ударами. Ударами кувалды по ключу допускается лишь ослаблять начальную затяжку гаек и болтов больших диаметров (крышек цилиндров, мотылевых подшипников). Недопустимо отдавать гайки при помощи зубила и ручника.

По мере разборки демонтируемые детали, узлы, трубы следует аккуратно укладывать на заранее подготовленные места, не наваливая части друг на друга во избежание их порчи и беспорядочного загромождения помещения.

Если необходимо ставить заглушки для предотвращения засорения каналов снимаемых частей, нужно пользоваться деревянными пробками или глухими накладками. Нельзя использовать в качестве заглушек паклю, ветошь и т. п.

Прокладки во избежание повреждения следует снимать осторожно, если предполагается использовать их вновь.

После разборки и маркировки детали надо очистить от масла и грязи, обезжирить, удалить с них нагар, накипь и продукты коррозии. Для обезжиривания деталей рекомендуется применять специальные щелочные растворы, так как жиры органического происхождения смываются только в щелочах.

В табл. 24 приведен состав щелочных растворов (содержание компонентов в % от веса воды).

Таблица 24

Компоненты раствора	Для деталей из алюминиевого сплава				Для деталей из черных сплавов			
	номера составов (условные)							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Каустическая сода	0,1—0,2	0,1—0,2	—	—	0,75	1,0	2,0	—
Кальцинированная сода	—	0,4	1,0	0,4	5,5	7,3	—	10,0
Тринатрийфосфат	—	—	—	—	1,0	1,3	5,0	—
Нитрат натрия	0,15—0,25	—	—	—	—	—	—	—
Жидкое стекло	—	—	—	0,15	—	—	3,0	—
Хозяйственное мыло	—	—	—	—	0,15	0,20	—	—
Хромпик	—	—	0,05	—	—	—	—	0,1

Приведенные в табл. 24 щелочные растворы перед использованием подогревают до 75—85° С. После щелочения детали еще раз промывают в горячей воде и затем обтирают сухой ветошью во избежание их коррозии.

В судовых условиях очищать детали от нагара можно ручным и механическим способом.

В условиях судоремонтного предприятия следует применять и химический способ, как наиболее совершенный и эффективный. Химическую очистку деталей от нагара можно применить и на судне, если позволяют условия.

При ручной очистке нагар удаляется с помощью шаберов, зубил, стальных щеток и скребков. Механическая очистка производится с помощью пескоструйного аппарата мелким кварцевым песком, а также при помощи шаберов, стальных щеток, шарошек и других приспособлений, приводимых в действие пневматическими или электрическими машинками. При этом нужно проявлять осторожность, чтобы не повредить детали.

При химическом способе очистки детали обрабатывают специальными жидкостями, растворяющими и разрыхляющими нагар. После обработки деталей растворами дальнейшая очистка разрыхленного нагара при помощи щеток или деревянных скребков не представляет затруднений.

Рекомендуемые составы таких жидкостей приведены в табл. 25, в которой указаны также растворы для обработки секций фильтров.

Очистка охлаждаемых поверхностей от накипи и ржавчины рассмотрена ниже при описании операций по ремонту цилиндрического блока.

Таблица 25

Компоненты раствора	Содержание компонентов на 1 л воды, г										
	Для обработки секций фильтров		Для растворения и разрыхления нагара								
	латунный или стальной корпус	корпус из алюминевого сплава	детали из алюминиевых сплавов	детали из стали	детали из алюминевого сплава				детали из черных сплавов		
					номера составов (условные)						
					1	2	3	4	1	2	3
Едкий натр	—	—	—	—	—	—	—	—	25	100	25
Каустическая сода	30	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—
Кальцинированная сода	35	45	10	35	18,5	20	10	10	33	—	31
Хозяйственное мыло	18	15	10	24	10	10	100	—	8,5	—	8
Жидкое стекло	—	7	10	1,5	8,5	8,0	—	—	1,5	—	10
Хромпик	—	—	1	—	—	5	5	3	—	5	5
Температура раствора при обработке деталей в °С											
70—90		90—100		80—95							
Время выдержки деталей в растворе											
3 ч		12 ч		40—60 мин		2—3 ч					

Для удаления продуктов коррозии с грубо обработанных поверхностей деталей (наружная поверхность втулок и т. п.) можно применять металлические щетки, шаберы, скребки. Для очистки поверхностей мелких деталей, например крылаток водяных насосов, следует применять наждачное полотно или бумагу.

Для очистки от коррозии точных деталей, например деталей топливной аппаратуры, а также полированных поверхностей (шейки коленчатого вала, поршневые пальцы и пр.) механический способ неприменим. В этом случае нужно пользоваться химическим способом — травлением деталей в специальных моющих растворах, например в растворе фосфорной кислоты (удельный вес 1,88) и хромового ангидрида, который применяется для очистки точных деталей топливной аппаратуры, где необходимо сохранить размеры рабочих поверхностей.

Раствор фосфорной кислоты и хромового ангидрида готовят в металлической таре при следующем составе компонентов: фосфорная кислота — 50 см³, вода — 950 см³, хромовый ангидрид — 20 г.

В отмеренное количество воды вливают сначала кислоту, а затем хромовый ангидрид; смесь перемешивают и подогревают до температуры 50—60° С. Обезжиренные детали выдерживают в растворе в течение 1—1,5 ч, после чего промывают проточной холодной водой, затем горячей водой, а после этого 2%-ным содовым раствором, подогретым до 60—80° С. После промывки детали протирают мягкой ветошью.

Если детали очищают без применения специальных моющих растворов, их нужно промыть дизельным топливом, насухо протереть и при необходимости промаркировать по принадлежности.

ДЕФЕКТАЦИЯ

Дефектация — это описание натурального обследования оборудования с целью выявления технического состояния, величин и характера износа деталей, узлов, агрегатов для определения номенклатуры и объема ремонта.

Дефектация бывает двух видов: предремонтная (предварительная) и заводская (ремонтная).

Первая производится уже в процессе эксплуатации перед следующим ремонтом. Дефектация перед капитальным ремонтом производится в последнем профилактическом ремонте (предшествующем капитальному) комиссией, назначаемой главным инженером судовладельца, в составе капитана и старшего механика судна, представителя технического отдела, при необходимости инспектора Регистра СССР и по возможности представителя предприятия, на котором будет производиться ремонт.

В зависимости от технического состояния силовой установки по решению комиссии межремонтные периоды до проведения текущих и капитальных ремонтов могут быть увеличены на соответствующее количество рейсов судна с учетом продолжительности работы двигателей в часах за рейс.

Дефектация двигателей в профилактическом ремонте, выполняемом силами машинной команды, осуществляется под руководством старшего механика судна.

В текущем ремонте дефектация двигателей выполняется ОТК судоремонтного завода при наблюдении старшего механика судна и представителя службы эксплуатации судовладельца.

Во всех случаях результаты наблюдения за работой и зарегистрированные в эксплуатации дефекты оборудования учитываются в период дефектации. Поэтому машинная команда должна систематически регистрировать выявленные при эксплуатации неисправности, что облегчит впоследствии составление ведомости на ремонт и процесс дефектации, будет способствовать проведению ремонта в действительно требуемом объеме.

Процесс дефектации заключается в тщательном осмотре деталей, их обмере, проверке различными методами дефектоскопии, если есть в этом необходимость, с целью выявления всех дефектов.

К дефектам относятся предельные износы (зазоры), а также трещины, волосовины, выкрашивание, коррозионные разрушения, забоины, вмятины и другие пороки, нарушающие прочность деталей, плотность соединений, а также вызывающие другие ненормальности в работе.

Обмеры и определение износа деталей двигателей производят в соответствии с инструкцией, приведенной в приложении.

Результаты обмеров с заключением о пригодности деталей к дальнейшей эксплуатации фиксируют в специальных картах, которые комплектуют в журналы по принадлежности дефектуемого двигателя. Заполненный для примера комплект карт также приведен в приложении.

Нет необходимости часто обмерять детали (особенно в период профилактических ремонтов). Периодичность производства замеров деталей устанавливает старший механик судна на основании установленных закономерностей износа, результатов повседневного учета технического состояния деталей и двигателей в целом, продолжительности их работы в часах от начала эксплуатации и в течение межремонтного периода с учетом действительных условий эксплуатации (качество применяемого топлива и смазочного масла, вид промысла, система охлаждения и др.). При этом учитываются рекомендации о периодичности обмеров деталей и уменьшении интенсивности их износа (см. гл. VII).

Все разбираемые резьбовые соединения необходимо тщательно осматривать. В резьбе не должно быть потянутости срывов и помятости более трех витков.

Резьбовые соединения должны быть достаточно тугими, но в то же время гайки должны наворачиваться на болты и шпильки вручную. Сильное качание в резьбовом соединении указывает или на неправильное выполнение резьбы, или на ее износ.

При дефектации крепежных деталей, имеющих грани для захвата ключом, или шлицы для заворачивания отверткой, следует обращать внимание на состояние граней и шлицев, так как при повреждении их невозможно нормально затянуть соединение.

Втулки, являющиеся подшипниками для вращающихся деталей, должны быть надежно закреплены в гнездах, чтобы не проворачивались.

При дефектации деталей надо проверять нет ли царапин и задиrow на рабочих поверхностях. Царапины и задиры появляются во многих случаях в результате ненормальных механических воздействий, возникающих вследствие дефектов ремонта, монтажа, нарушения правил технической эксплуатации.

При перегреве деталей во время эксплуатации их рабочие поверхности приобретают цвета побежалости (для деталей из черных металлов), или ненормальный темный цвет (для бронзовых деталей).

При обнаружении дефектов на одной детали узла необходимо осмотреть другие сопряженные детали, особенно их рабочие поверхности.

При дефектации деталей и узлов следует использовать отчетные чертежи, формулярные данные, нормы предельно допустимых износов и зазоров, нормы допустимых послеремонтных размеров (износов) и зазоров.

Результаты дефектации оформляют актом, на основании которого уточняют ремонтную ведомость; согласно этой ведомости в дальнейшем ремонтируют и заменяют детали.

Детали, признанные при дефектации непригодными к эксплуатации, подлежат списанию только после окончательного оформления ремонтной ведомости.

СБОРКА

Перед сборкой все детали и узлы, отремонтированные или замененные в результате дефектации, тщательно осматривают, очищают и смазывают штатным свежим маслом. Уплотняющие поверхности не должны иметь неровностей или забоин. Детали, имеющие притертые или пришабренные поверхности, перед установкой на место следует хорошо протереть. Не разрешается класть детали пришабренными или притертыми поверхностями

непосредственно на верстак или палубу. Под такие детали нужно подкладывать фанеру или ветошь.

Собирать узлы и двигатели в целом нужно в такой последовательности, чтобы устанавливаемые детали не мешали монтажу последующих деталей и узлов. При этом нельзя ставить на двигатель загрязненных частей, чтобы не загрязнять уже установленные детали.

При монтаже деталей узлов необходимо обращать внимание на бирки, марки и риски, определяющие правильное положение частей. Контрольные и установочные штифты, шпильки и болты надо заводить на место до закрепления деталей во избежание их повреждения и смещения относительно друг друга.

Для сборки и крепления деталей и узлов нужно применять специальный инструмент и приспособления, не допуская при этом чрезмерных усилий, которые могут привести к неправильному взаимному сопряжению и повреждению деталей.

Особое внимание при монтаже следует уделять установке и креплению блока и крышек цилиндров.

Нельзя ставить неисправные прокладки.

Медные прокладки, годные для установки, надо предварительно отжечь.

Болты и гайки, подлежащие шплинтовке или иному способу фиксирования, необходимо зашплинтовать или зафиксировать.

По мере сборки узлов необходимо замерять и фиксировать зазоры между сопрягаемыми трущимися деталями.

Трубопроводы на двигателе следует собирать в последнюю очередь, обращая при этом внимание на бирки, определяющие места расположения труб в системе трубопровода.

§ 2. ОПЕРАЦИИ ПО РЕМОНТУ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ

Ниже рассмотрены преимущественно работы по тем основным деталям и узлам, ремонт которых производится (в основном в профилактических и текущих ремонтах) с участием машинной команды либо при непосредственном ее контроле.

Нормы монтажных зазоров, предельно допустимых износов и давления при гидравлических испытаниях приведены в табл. 12, 13, 14. Поэтому ниже указываются лишь некоторые нормативы.

Рекомендации о производстве обмеров деталей изложены в приложении, поэтому ниже указываются также лишь дополнительные рекомендации по этому вопросу.

Детали, признанные при дефектации непригодными к дальнейшему использованию, в том числе и к восстановлению, подлежат замене новыми. Последние должны быть изготовлены в соответствии с требованиями чертежа.

Производство тех или иных операций по ремонту деталей и узлов должно увязываться с периодичностью и объемом работ, присущих соответствующим категориям ремонта.

БЛОК, ЦИЛИНДРОВЫЕ ВТУЛКИ И ФУНДАМЕНТНАЯ РАМА

Накипь и коррозию, образующиеся на охлаждаемых поверхностях блока, цилиндрических втулок и цилиндрических крышек в виде слоя толщиной более 1,5 мм удаляют механическим и химическим способами. При механической очистке слой накипи и ржавчины удаляют скребками и стальными щетками через лючки при снятом коллекторе. Химическая очистка заключается в щелочении или травлении раствором кислоты охлаждаемых поверхностей.

Процесс кислотной очистки от накипи водяных полостей двигателей типа *NVD*, имеющих чугунный блок цилиндров, состоит из кислотной обработки раствором соляной кислоты с последующей промывкой, нейтрализацией и пассивированием.

Очистку (травление) осуществляют 10%-ным раствором ингибированной соляной кислоты, в которую для ускорения растворения накипи и продуктов коррозии добавляют смачиватель (0,1%, или 1 г/л) и пеногаситель (0,1%, или 1 г/л). Смачиватель (нефтяной контакт), который добавляют к раствору кислоты, обеспечивает смачивание кислотой накипи, содержащей масляные примеси и органические вещества морской воды. При отсутствии смачивателя процесс растворения накипи может затянуться. Пеногасители (сивушные масла, этиловый и бутиловый спирты) предотвращают образование при растворении накипи стойкой пены, препятствующей полному использованию раствора кислоты, и выброс кислотной пены из обрабатываемых полостей.

Чтобы предотвратить разъедание металлических поверхностей соляной кислотой, в раствор добавляют одну из следующих присадок: АНТРА, КС и Ж-1, сульфошлам и др. Присадка не влияет на интенсивность травления накипи, полностью прекращая выделение в атмосферу вредного для здоровья кислотного тумана и взрывоопасного водорода, образующегося при растворении в соляной кислоте железа. Перед применением раствор желательно подогреть до 70—80° С.

Если ингибированной соляной кислоты не имеется, можно применять 10%-ную техническую соляную кислоту, добавляя в качестве ингибитора уротропин или формалин (0,5%, или 5 г/л), а также смачиватель и пеногаситель в указанных выше количествах.

Применять для травления накипи неингибированную соляную кислоту, а также серную кислоту запрещается.

Раствор соляной кислоты, используемый для удаления накипи и коррозии, готовят в стеклянной или стальной таре на открытом воздухе или в хорошо вентилируемом помещении.

Ниже приведены количества технической ингибированной соляной кислоты (в зависимости от ее удельного веса) для приготовления 100 л 10 %-ного рабочего раствора.

Удельный вес ингибированной (технической) соляной кислоты при 15° С	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
Количество ингибированной (технической) соляной кислоты, л	76,7	65,8	57,4	50,8	45,4	41,2	37,4
Удельный вес ингибированной (технической) соляной кислоты при 15° С	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
Количество ингибированной (технической) соляной кислоты, л	34,4	31,6	29,4	27,2	25,6	24,0	22,3

При приготовлении раствора вначале заливают требуемое количество воды и только после этого при постоянном помешивании деревянной лопаткой вливают требуемое количество ингибированной соляной кислоты, затем добавляют присадки.

Если очищают полости без разборки двигателя, то сначала отключают водяную магистраль, а все отверстия, ведущие от нее к полостям, кроме верхнего, закрывают деревянными пробками. Снимают цинковые протекторы, арматуру и другие детали из цветных сплавов. Принимают меры по предотвращению проникновения раствора в полости масляного холодильника.

Через верхнее отверстие заливают в очищаемую полость приготовленный раствор, после чего над отверстием для отвода образующихся газов устанавливают шланг или трубу с выводом наружу. В машинном отделении должна действовать искусственная вентиляция.

Раствор остается в полости до полного прекращения выделения газа, после чего отработавший раствор сливают через самые нижние отверстия. Щелочение или травление в зависимости от толщины слоя накипи или ржавчины может продолжаться до двух суток.

После щелочения или травления полости тщательно промывают вначале чистой водой до полного удаления раствора (при кислотной очистке до прекращения контрольного окрашивания метилоранжа в красный цвет), а затем для нейтрализации заполняют 2 %-ным раствором кальцинированной соды или тринатрийфосфата, после чего промывают водой.

При проведении кислотной очистки необходимо применять спецодежду и защитные приспособления: грубошерстный

верхний костюм, прорезиненный фартук, резиновые сапоги, предохранительные очки в резиновой оправе, респиратор.

После очистки и промывки полостей охлаждения необходимо установить на свои места протекторы. При этом надо обеспечить хороший электрический контакт между протекторами и корпусом двигателя. Протекторы должны крепиться на стальных болтах или шпильках. Применять для крепления протекторов бронзовые или медные болты или шпильки нельзя.

Цилиндровые блоки, у которых разрушены коррозией посадочные пояски под цилиндровые втулки, восстанавливают на судах путем расточки этих поясков (с обеспечением прочностного размера) с помощью бортштанги (см. рис. 88) с последующей установкой для обеспечения нормальной камеры сжатия компенсирующих стальных колец или цилиндрических втулок с утолщенными буртами, либо более толстой прокладки под бурты цилиндрических крышек.

При установке под бурт цилиндрической втулки компенсирующего кольца последнее должно иметь шлифованные торцы, непараллельность которых не должна превышать 0,05 мм.

Посадочные места блока можно восстановить с помощью эпоксидных смол с чугунным наполнителем при толщине восстанавливаемого слоя не более 5 мм.

В отдельных случаях разрешается устранять дефекты блока (трещины, раковины) заваркой, а также путем наложения заплат (не более двух по всему блоку).

К другим ремонтным работам по блоку относятся замена изношенных шпилек и нарезка резьбы на ближайший ремонтный размер.

Цилиндровые втулки подвергаются ремонту в основном для восстановления внутренней рабочей поверхности, очистке наружной поверхности от накипи и ржавчины, устранению дефектов посадочного бурта путем проточки.

Втулки, у которых износ рабочей поверхности достиг предельного значения, растачивают и шлифуют на очередной ремонтный размер или заменяют.

Незначительные риски, задиры, забоины, а также наработок в районе верхних поршневых колец устраняют путем тщательной зачистки шабером и зашлифовки.

Накипь и ржавчину удаляют химическим или механическим способом, как было указано для блока. При механической очистке следует иметь в виду, что пораженные коррозией поверхности могут быть затянута металлом, что затруднит определение глубины проникновения коррозионных раковин в стенку втулок. Поэтому пораженные коррозией поверхности следует очищать, соблюдая меры предосторожности.

Отдельные раковины можно запаивать. Очищенные наруж-

ные поверхности следует подвергать цинкованию или покрывать эпоксидной краской.

Коррозийное разрушение не должно превышать 0,75 толщины стенки. При проточке бурта втулки необходимо выдерживать радиус перехода от цилиндрической части втулки к бурту (не менее 3 мм), а толщина остающегося после проточки бурта должна обеспечивать необходимую его прочность. Для двигателей типа *NVD-36*, у которых происходит наиболее интенсивное коррозионное разрушение посадочных буртов втулки, толщина бурта после проточки не должна быть меньше 25 мм.

Цилиндровую втулку надо притереть по бурту блока (а при установке на компенсационное кольцо — по этому кольцу) до получения непрерывного пояса шириной 2 мм. После этого следует проверить перпендикулярность втулки и оси коленчатого вала по струне.

Если ось втулки при проверке окажется установленной неправильно, ее положение подгоняют путем шабровки опорной поверхности бурта втулки с последующей притиркой.

Перпендикулярность оси втулки и оси коленчатого вала проверяют при снятых резиновых уплотнительных кольцах.

Уплотнительные резиновые кольца должны отвечать предъявляемым к ним техническим требованиям, укладываться в канавки втулки ровно, без скручивания и выступать из паза на 0,4—0,6 мм.

Перед установкой втулки в блок нужно измерить диаметры внутренней ее поверхности в районе расположения уплотнительных колец. После установки втулки надо повторно измерить диаметры в тех же местах. В случае уменьшения диаметра по сравнению с первоначальным диаметром, замеренным до установки втулки в блок, более чем на 0,04 мм деформацию необходимо устранить путем повторной установки втулки.

Окончательным контролем правильной запрессовки втулки является гидравлическое испытание охлаждаемых полостей блока под давлением 4 кг/см² после установки на место цилиндровой крышки. При этом никаких подтеков и появления капель через уплотнение не допускается.

Если на двигателе имеются втулки, которые не выпрессовывались, испытание на плотность уплотнения производится под давлением 1,5 кг/см²

Фундаментную раму ремонтируют при наличии изломов, трещин, пробоин, при появлении течи, деформации верхней опорной поверхности, износов постелей под вкладыши, срывов болтов или резьбы и т. д. Ремонт рамы производится в заводских условиях по специально разработанному технологическому процессу.

Гайки анкерных связей необходимо затягивать равномерно в несколько приемов в последовательности, указанной ниже.

Равномерность и последовательность затяжки гаек обеспечит равномерное обжатие, необходимую прочность крепления узлов и хорошую герметичность по разъемам.

Количество цилиндров двигателя	Последовательность затяжки гаек (нумерация анкерных связей условная, см. рис. 80)
8	9—10—5—13—6—14—1—17—2—18—3—15—4— —16—7—11—8—12
6	7—8—3—11—4—12—1—13—2—14—5—9—6—10
4	5—6—1—9—2—10—3—7—4—8

Суммарное удлинение связи при затяжке, контролируемое по индикатору, должно быть не более 0,85—0,90 мм.

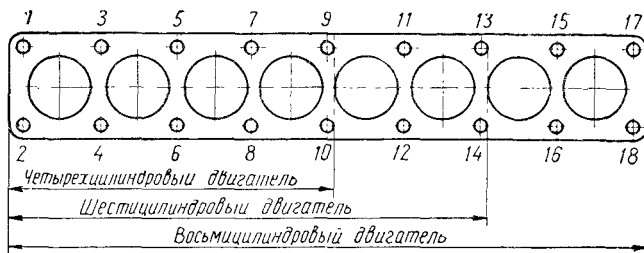


Рис. 80. Условная нумерация анкерных связей двигателей типа *NVD*.

Гайки должны наворачиваться без заеданий и люфта на всей длине нарезки связи и после затяжки плотно прилегать к поверхности блока. Между затянутой гайкой анкерной связи и блоком пластина щупа в 0,03 мм не должна проходить по всему периметру гайки

КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ С ПОДШИПНИКАМИ

Укрупненный перечень работ по ремонту коленчатого вала может быть следующим.

Масляные каналы очищают (обычно в текущем и капитальном ремонте), промывают керосином, продувают воздухом и затем промывают чистым маслом.

На шейках допускаются незначительные круговые риски, забоины с заваленными краями и отдельные коррозионные раковины глубиной не более 0,2 мм.

Раковины надо зачищать до металлического блеска. Незначительные поверхностные пятна коррозии шеек можно удалить шлифовкой с помощью наждачного мелкого полотна с маслом с последующей полировкой. При этом масляное отверстие ремонтируемой шейки должно быть плотно закрыто.

Предельную эллиптичность мотылевых шеек можно устранить путем опиловки с последующей шлифовкой также при плотно закрытых масляных каналах.

После опиловки шейку нужно проверить по пришабренному вкладышу. Выступы, обнаруженные на шейке, необходимо тщательно спилить.

При шлифовке шейки наждачное полотно должно быть уложено почти по всей окружности шейки и прижато к ней длинной тесьмой, обернутой вокруг шейки вала. Подтягивая по очереди то один, то другой конец тесьмы, наждачное полотно следует постепенно смещать вдоль шейки вала.

Шлифовать шейки можно при помощи приспособления (см. рис. 106). При этом шейку надо обертывать промасленным наждачным полотном, обжатым хомутом. Шлифовка производится путем попеременного поворачивания приспособления вокруг шейки.

После окончания шлифовки шейку следует тщательно промыть маслом и протереть, после чего открыть масляные каналы.

Если какая-либо шейка коленчатого вала получила задир вследствие попадания в подшипник посторонних частиц и выплавки антифрикционного металла, то все риски нужно тщательно зачистить, а кромки их завалить. После этого шейку надо отшлифовать одним из указанных способов.

Эллиптичность рамовых шеек во избежание нарушения их соосности следует устранять только путем проточки и последующей шлифовки на станке. При этом обычно все шейки растачивают на ближайший ремонтный размер. Количество ремонтных размеров определяется допустимым (из условий прочности) утонением шеек вала (табл. 26).

Таблица 26

Тип двигателя	Предельно допускаемый размер шеек коленчатого вала, мм	
	рамовых	мотылевых
<i>NVD</i> - 48	205,0	198,0
<i>NVD</i> - 36	145,0	140,0
<i>NVD</i> - 24	101,0	101,0

Зазоры в мотылевых подшипниках двигателей типа *NVD*-48 регулируют за счет прокладок в разьеме вкладышей. Для двигателей типа *NVD*-36 и *NVD*-24, не имеющих прокладок между вкладышами мотылевых и рамовых подшипников, зазор в подшипнике уменьшают путем перезаливки антифрикционного металла вкладышей или замены их новым комплектом.

В крайнем случае (безвыходном положении) зазоры в рамовых подшипниках двигателей типа *NVD*-48 и в рамовых и

мотылевых подшипниках двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24* уменьшают путем торцовки разъемов вкладышей (верхних — для рамовых и нижних — для мотылевых) и даже крышек подшипников. Разъем вкладышей торцуют по плите на краску.

Вкладыши необходимо перезаливать или заменять в том случае, если на антифрикционном металле имеются замкнутые или оканчивающиеся на кромках подшипников трещины или большое количество мелких трещин; металл отстаёт от основы вкладыша и выкрашивается; вкладыши предельно изношены и нельзя вследствие этого регулировать зазоры в подшипниках.

Дефекты заливки вкладыша обнаруживают путем осмотра, обстукивания деревянным молотком со свинцовым бойком, а также путем погружения вкладышей на 15—20 мин в керосин с последующей протиркой насухо и обмазкой мелом торцов и других предполагаемых дефектных мест баббитовой заливки.

После просыхания меловой обмазки вкладыш нужно подогреть до 30—40° С. Проступающие на меловой обмазке масляные следы свидетельствуют о плохом приставании баббита и о наличии трещин.

Исправлять подшипник наплавкой металла в месте повреждения без удаления отставшего слоя баббита и тщательной зачистки нельзя, так как в этом месте масло проникло внутрь металла, вследствие чего новая заливка не будет прочно держаться, наплавленный металл быстро отстанет во время работы двигателя и вызовет повреждение подшипника.

Новые вкладыши предварительно растачивают в сборе (мотылевые — в сборе с шатуном), затем подшипник подгоняют по шейке шабровкой. Прилегание заменяемого вкладыша по шейке определяют на краску. Хорошее прилегание вкладыша характеризуется двумя-тремя пятнами на 1 см² по всей длине вкладыша на ширине не менее 60 мм по лобовой части.

Окончательно пригоняют мотылевые вкладыши по результатам привалки поршней.

Если запасные вкладыши изготовлены по шейкам с высокой степенью точности из соображений взаимозаменяемости, то специальная пригонка их по месту перед установкой не требуется.

При замене нижнего вкладыша рамового подшипника следует учитывать усадку металла при работе двигателя, поэтому этот подшипник надо устанавливать несколько выше остальных; установку подшипника следует проверять по расхождению соседних мотылевых шеек (по раскату), которое должно составить для двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36*, *NVD-24* соответственно около 0,04, 0,035 и 0,025 мм в направлении н.м.т. — в.м.т.

Упорный подшипник ремонтируют при обнаружении дефектов, подобных указанным выше. Дефектные изношенные подушки подшипника перезаливают или заменяют новыми, которые

подгоняют пришабровкой по упорному гребню коленчатого вала с учетом требуемого осевого зазора.

Все работы, связанные с ремонтом подшипников, необходимо производить тщательно с соблюдением чистоты во избежание появления неисправностей при эксплуатации в результате попадания стружек, опилок и грязи в подшипники и в масляные каналы коленчатого вала.

ШАТУННО-ПОРШНЕВАЯ ГРУППА

Шатуны ремонтируют или заменяют в зависимости от характера обнаруженных при дефектации следующих вероятных дефектов: изгибы и скручивание, износ отверстий для подшипников, износ штифтов, трещины, коррозия и др. Трещины на поверхности шатуна не допускаются. Разрешается править стержень шатуна, если стрела прогиба не превышает 5 мм, при правке допускается нагрев.

Коррозию на шатуне устраняют зачисткой наждачным полотном и полированием зачищенных мест кругом из хлопчатобумажной ткани с пастой ГОИ.

Поршни ремонтируют и заменяют в основном вследствие износа поршневых канавок и отверстий под поршневой палец, задигов, износа и деформации тронка, образования трещин в донышке и в районе посадки поршневых пальцев. В последних двух случаях поршни заменяют.

При предельной изношенности поршневые канавки, тронк, отверстия под поршневой палец растачивают и шлифуют на ремонтный размер. Изношенные рабочие поверхности можно восстанавливать осталиванием.

В результате запрессовки поршневого пальца поршень может деформироваться — приобрести овальность. С целью выявления возможного дефекта необходимо до и после запрессовки пальца производить контрольный замер диаметра поршня в районе пальца. Разность показаний не должна превышать 0,25, 0,20, 0,10 мм соответственно для двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*. Для устранения деформации можно произвести рихтовку поршня. Рихтовку выполняют на деревянной подставке, слегка ударяя деревянной выколоткой по поршню в районе проушин. В тронковой части рихтовку поршня делать нельзя, так как последний может лопнуть.

Во избежание деформации отверстий под поршневой палец тронка поршня в плоскости оси поршневого пальца, а также преждевременного ослабления посадки поршневого пальца в проушинах, необходимо для выпрессовки и запрессовки поршневого пальца предварительно нагреть поршень в масле до температуры 85—90° С.

В соединении головной палец — поршень необходимо обеспечить натяг. Лишь в исключительных случаях можно допускать зазор, но при этом следует иметь в виду, что надежность работы соединения снижается, бобышки поршня могут быть преждевременно изношены, наклепаны и разбиты. В случае потери посадки надо установить новый палец с увеличенным диаметром, или хромировать на необходимую величину (до обеспечения нормативного натяга) старый палец.

Поршневые пальцы должны иметь чистую и гладкую рабочую поверхность без рисок и забоин. Пальцы, изношенные на эллипс, конус и по диаметру или имеющие дефекты на рабочей поверхности, можно восстановить шлифованием с последующим хромированием. Толщина слоя хрома должна быть 0,1—0,15 мм.

Если не имеется возможности хромировать пальцы, их диаметр можно увеличить на 0,3—0,5 мм за счет некоторого уменьшения длины или толщины стенки пальца путем обжатия последнего на специальной оправке под прессом в холодном или горячем состоянии (в зависимости от размеров пальца). После обжатия палец нужно обработать на ремонтный размер.

При заводском ремонте новые и отремонтированные пальцы до установки на двигатель необходимо проверять на магнитном дефектоскопе.

Износы головной втулки устраняют шабрением, проточкой или дорнованием на ремонтный размер.

Заменяемая головная втулка должна заходить в отверстие шатуна с натягом. При замене втулки необходимо произвести привалку пальца по шатуну.

Вопрос о замене пальца или головной втулки или о комплектной их замене решается в каждом случае отдельно в зависимости от характера износа деталей, возможности их ремонта и наличия запасных деталей.

При соединении шатуна с поршнем сначала нужно запрессовать палец в одну проушину так, чтобы он выступал на 2—3 мм внутрь поршня, затем вставить шатун и надеть его на выступающую часть пальца, после чего окончательно запрессовать палец, покачивая при этом шатун во избежание заклинивания головной втулки, и застопорить палец стопорными кольцами так, чтобы зазор между пальцем и кольцом был не менее 0,05 мм.

Поршневые кольца заменяют в случае их поломки, предельной изношенности по высоте и по диаметру, потери упругости.

При замене двух верхних наиболее изнашивающихся поршневых колец не рекомендуется устанавливать на их место третье и четвертое кольца, а на место последних — новые кольца; в противном случае сокращается межремонтный период до

последующей замены установленных, уже изношенных поршневых колец.

Положение поршня во втулке надо проверять без поршневых колец при положении поршня в в.м.т. и н.м.т. на просвет или длинным щупом. Зазор должен быть равномерным по всей окружности, особенно в плоскости по оси пальца при положении поршня в в.м.т. и н.м.т.

После привалки поршня на него следует установить все кольца, развернув их таким образом, чтобы стыки были равномерно удалены друг от друга и распределены по всей окружности поршня. Маслосъемные кольца должны быть установлены маслосъемными кромками в сторону мотылевого подшипника.

Поршень в сборе с кольцами нужно опускать в цилиндрическую втулку с помощью специальной конусной втулки (см. рис. 93). Поршневые кольца надевают на поршень также с помощью приспособления. Перед опусканием поршня в цилиндр нужно убедиться в чистоте смазочных каналов в шатуне и коленчатом валу и проверить подачу масла для смазки цилиндрических втулок.

Шатунные болты заменяют при обнаружении поврежденных резьбы болта или гайки, забоин или надразов на теле болта, местных натиров, трещин, скручивания болта, ослабления посадки гайки на резьбе, недопустимого остаточного удлинения, слабой посадки болта в отверстии головки шатуна. Чтобы обнаружить трещины, следует произвести пробу при помощи керосина и меловой обмазки, а лучше проверить болты на магнитном дефектоскопе.

Небольшие царапины и забоины можно выводить путем тщательной зачистки и заполировки.

В малом капитальном ремонте материал одного из болтов должен быть подвергнут механическому испытанию при статической и динамической нагрузках. При отрицательных результатах испытаний следует заменить все шатунные болты.

Шатунные болты должны входить в отверстие головки шатуна туго, при этом нельзя применять сильных ударов; при сборке допускаются лишь легкие удары свинцовой кувалдой весом 3—5 кг, при которых не могут быть повреждены торцовые поверхности болтов. Навертывать гайку на болт надо от руки по всей длине резьбы, при этом гайка не должна качаться.

При сборке мотылевых подшипников головки шатунных болтов и гайки должны плотно прилегать к опорным поверхностям шатунов. Щуп толщиной 0,03 мм проходить не должен.

При замене поршней, цилиндрических крышек и мотылевых вкладышей нужно проверять высоту камеры сжатия путем обжатия двух свинцовых кубиков, уложенных на верхние противоположные кромки поршня в направлении оси коленчатого вала.

ЦИЛИНДРОВАЯ КРЫШКА С КЛАПАНАМИ

Ремонт цилиндровой крышки сводится к устранению износа поверхностей уплотнительного бурта, клапанов, направляющих втулок и гнезд клапанов, замене или ремонту красномедных прокладок и нарезке резьбы.

Перед ремонтом крышки в сборе со втулками клапанов предварительно выщелачивают с последующей промывкой, продувкой и протиркой.

Полости охлаждения должны быть опрессованы водой на давление 4 кг/см^2 в течение 3 мин. Пропуски воды, свидетельствующие о наличии трещин, являются основанием для замены крышек. Заварка трещин и других дефектов не допускается.

При наличии раковин и прогаров на поверхности крышки со стороны камеры сгорания крышку следует испытать опрессовкой водой комплектно с цилиндровой втулкой под давлением 75 кг/см^2 в течение 5 мин.

На поверхности уплотнительного бурта цилиндровой крышки не допускаются забоины, выкрашивание и другие дефекты, способствующие нарушению плотности соединения крышки с блоком.

Дефекты буртов разрешается устранять путем проточки буртов на станке.

Рабочие поля гнезд клапанов при наличии мелких рисок должны быть притерты.

В случае наличия глубоких рисок, наработка, забоин, выгорания полей, чрезмерно широкого поля прилегания (более 5 мм) гнезда можно прошарошить или расточить на станке с последующей подрезкой по высоте (не более чем на 2 мм) и притиркой.

Притирочный порошок разводят в машинном масле или соляре, тщательно перемешивая до сметанообразного состояния, и наносят на рабочую поверхность гнезда или клапана ровным слоем; окончательную доводку можно производить пастой ГОИ.

Хорошо притертое поле гнезда должно иметь по всему диаметру одинаковую по ширине (2—2,5 мм) матовую полосу.

Клапаны ремонтируют или заменяют в случае коробления тарелок, искривления штоков, при износе и повреждении рабочих полей клапанов, наличии раковин на радиусе перехода тарелки к штоку.

Рабочие поля клапанов исправляют путем шлифования или проточки клапанов на станке с последующей протиркой пастой ГОИ по гнездам.

Качество притирки клапана предварительно проверяют следующим образом. Поперек притертого поля клапана и гнезда наносят несколько черточек карандашом (примерно через 15—20 мм). Затем клапан вставляют на место и проворачивают на

30—35°, при этом штрихи должны стираться по всему полю. Окончательно качество притирки клапана проверяют керосином. Керосин, налитый на торец клапана, не должен в течение 5 мин просачиваться через места прилегания клапана к гнезду.

Небольшие искривления штоков клапанов разрешается исправлять холодным рихтованием на станке. Изношенный шток клапана можно восстановить хромированием.

Уплотнительные кольца поршеньков пусковых клапанов должны быть тщательно подогнаны по втулкам и канавкам поршеньков.

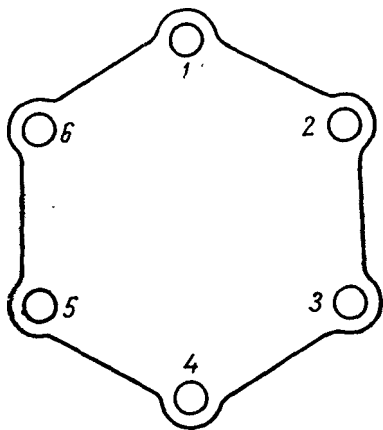


Рис. 81. Условная нумерация шпилек крепления цилиндрических крышек двигателей типа *NVD-48*.

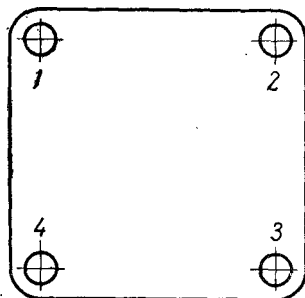


Рис. 82. Условная нумерация шпилек крепления цилиндрических крышек двигателей типа *NVD-36* и *NVD-24*.

Правильно собранный клапан должен плавно, без заеданий перемещаться в своих направляющих.

Ремонт предохранительного клапана в основном заключается в тщательной притирке и регулировке пружины на давление 60 кг/см^2 . Клапан должен резко открываться при этом давлении, а при падении давления до 59 кг/см^2 — резко садиться.

Красномедные прокладки под крышки цилиндров должны иметь толщину не менее 1,5 мм. Перед установкой прокладки необходимо отжечь. Подбирать прокладки надо таким образом, чтобы обеспечить необходимую высоту камеры сжатия, при этом разница в высоте камер сжатия по цилиндрам двигателя не должна превышать 0,6 мм.

Перед установкой крышки должны быть полностью укомплектованы, кроме форсунок и термометров. Свободные отверстия должны быть заглушены.

Гайки крепления окончательно затягивать надо после установки выхлопных коллекторов, причем затягивать их следует равномерно в последовательности, указанной ниже.

Число шпилек крепления крышки	Последовательность затяжки гаек (нумерация гаек условная; см. рис. 81 и 82)
6	1—4—6—3—5—2
4	1—3—4—2

Удары кувалдой по ключу не допускаются. При затяжке гаек крепления крышек двигателей типа *NVD-36* следует соблюдать осторожность, помня о повышенном коррозионном разрушении посадочных мест блока и буртов цилиндрических втулок этих двигателей и о возможности возникновения трещин и обрыва буртов.

Рабочие клапаны в сборе на двигателе надо проверить на легкость хода шпинделя путем нажатия рычагом от руки. Задание и прихватывание шпинделя не допускается. Ход клапана должен быть в пределах нормы.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ

Ремонт распределительного вала заключается в восстановлении кулачных шайб, шеек, буртов, шлицев, правке вала, замене изношенных деталей.

Поверхности кулачных шайб не должны иметь выкрашиваний, задигов и забоин. Топливные шайбы должны сидеть плотно, при легком обстукивании свинцовым молотком при опущенных стопорных гайках шайбы не должны смещаться от ударов.

Выработку шайб глубиной не более 0,3 мм и небольшие задиры можно зачищать мелким абразивом. При этом профиль шайбы необходимо проверять по шаблону и щупу. Наибольшее отклонение профиля шайбы от истинных размеров не должно превышать примерно 1 мм. При значительном износе шайбы нужно заменить или восстановить наплавкой с соблюдением необходимого технологического процесса.

Топливные кулачные шайбы, не подвергавшиеся ремонту до капитального ремонта, в последнем должны быть обязательно профдефектованы и при необходимости заменены или восстановлены.

Выкрашивание зубьев, срывы и забоины резьбы топливных шайб и стопорных гаек не допускаются.

На рабочих шейках вала разрешается оставлять круговые риски и отдельные язвы глубиной не более 0,2 мм, острые кромки которых должны быть закруглены и зачищены мелким наждачным полотном. Изношенные шейки восстанавливают хромированием или перешлифовывают на ремонтный размер. Диа-

метры рабочих шеек вала двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24* можно уменьшать соответственно не более чем до 67,0; 50,0 и 36,0 мм.

Коррозийные повреждения на рабочих поверхностях устраняют полировкой.

Изношенные подшипники перезаливают.

Плоскости разъемов вкладышей должны быть притерты по плите на краску; точность притирки — два пятна на 2 см².

Если осевой разбег вала увеличен больше чем на 1,5 мм против установленного, необходимо заменить соответствующие изношенные детали (сухарь, пальцы или муфту).

Износ зубьев приводных шестерен, вызывающий увеличение монтажного зазора в зацеплении, допускается не более чем в два раза. Но при уменьшении толщины зуба более чем на 10% от размера по чертежу, а также при наличии выкрашивания хотя бы одного зуба на глубину более 1 мм шестерни нужно заменить новыми.

Сборку привода распределительного вала следует производить строго по контрольным меткам на шестернях и шлицевом соединении. Все детали, для которых предусмотрено стопорение, должны быть застопорены.

Детали привода от распределительного вала к топливным насосам высокого давления, клапанам на цилиндрических крышках и лубрикатору подлежат ремонту или замене при обнаружении на них трещин, срыва и смятия резьбы, выкрашивания цементированных рабочих поверхностей, ослабления посадки втулок в рычагах и стойках и других недопустимых дефектов.

ТОПЛИВНАЯ АППАРАТУРА

На рабочих поверхностях деталей форсунок и топливных насосов высокого давления не должно быть выработки, коррозии, потянутости и смятия резьбы, наклепа, натира, выкрашивания, ослабления посадок. Если на игле и направляющей прецизионной пары форсунки и на рабочих поверхностях плунжерных пар насосов имеются риски, царапины, выработка, выкрашивания и трещины, детали нужно заменить. Для определения трещин прецизионные пары надо проверять на магнитном дефектоскопе с последующим размагничиванием.

При ремонте прецизионных пар не разрешается перекомплектовывать детали пары для того, чтобы получить необходимую плотность. При потере плотности прецизионных пар топливной аппаратуры по направляющей поверхности или при наличии других ранее отмеченных дефектов прецизионные пары необходимо заменить комплектно на новые.

Торцовые плоскости корпуса форсунки, проставки направляющей втулки и распылителя при необходимости можно при-

тереть между собой и довести до зеркального блеска. При потере плотности посадки конус иглы форсунки притирают и доводят по конусу направляющей втулки.

Притертые поверхности должны быть матовыми, а доведенный поясок блестящим и одинаковой ширины.

Отверстия сопел распылителей следует прочищать калиброванной проволокой и осматривать в лупу. Кромки отверстий должны быть острыми, без раковин и разрушений.

Прецизионные пары можно восстановить хромированием иглы и плунжера.

Рабочие поля нагнетательных и всасывающих клапанов должны быть правильными, хорошо притертыми и обеспечивать необходимую плотность.

Перед сборкой форсунок и насосов все детали необходимо промыть в профильтрованном дизельном топливе.

Проверка плотности и регулировка топливной аппаратуры производится, как указано в главе IX.

Движение поводка плунжера топливного насоса должно быть легким, без заеданий в любом положении плунжера по высоте при осевом нажатии на стакан толкателя.

Уплотнение форсунок и насосов в соответствующих местах достигается за счет отоженных красномедных прокладок.

При работе с деталями топливной аппаратуры нужно соблюдать безукоризненную чистоту.

ПРОЧИЕ МЕХАНИЗМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Навешенные на двигатель механизмы (масляный и водяные насосы, компрессор пускового воздуха), аппараты и системы, а также обслуживающие двигатель механизмы подвергаются ремонту в зависимости от их технического состояния, достижения предельно допустимых износов и появления требующих устранения дефектов — трещин, коррозии и выкрашивания рабочих поверхностей и др.

Объем необходимого ремонта определяют в каждом случае путем разборки и подетальной дефектации. Изношенные детали восстанавливают или заменяют. Мелкие дефекты на рабочих поверхностях, если эти дефекты не оказывают существенного влияния на работоспособность деталей, по возможности выводят шабровкой, зачисткой, полировкой или другим способом.

Зазоры в подшипниках, достигшие предельного значения, уменьшают до монтажных путем замены деталей, восстановления изношенных поверхностей наплавкой, хромированием, шлифованием и другими способами.

Клапаны должны быть притерты по посадочным гнездам и обеспечивать необходимую плотность соединений, пружины —

обладать достаточной упругостью и обеспечивать четкое открытие и закрытие клапанов; резьбовые, шлицевые, шпоночные соединения — надежно крепить соединяемые детали.

Ремонт навешенных на двигатель и автономных обслуживающих механизмов, оборудования и систем приурочивают к той или иной категории ремонта двигателя, назначаемой обычно в зависимости от необходимости ремонта или замены его основных деталей.

§ 3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Ниже даны рекомендации по применению основных инструментов, приспособлений и приборов, которые могут быть использованы командой при ремонте, а также для качественного контроля за ремонтом двигателей на судоремонтном заводе.

Контрольно-измерительные приборы, инструменты и приспособления, с помощью которых проверяют детали двигателя при ремонте или осмотре, должны быть заблаговременно подготовлены.

Комплект контрольно-измерительных приборов и приспособлений, обеспечивающий проведение ремонта двигателей, включает в себя микрометр, микрометрическую скобу, индикаторный нутромер (или микрометрический штихмасс), шупы, проверочную и разметочную плиты, индикатор, рейсмасс, проверочную линейку, угольник, контрольные валы, штангенциркуль, приспособление для выемки пальца из поршня, приспособление для выворачивания вкладыша рамового подшипника, приспособление для выемки втулки рабочего цилиндра, скобу для проверки длины шатунного болта, приспособление для проверки скручивания осей головок шатуна, приспособление для проверки пересечения оси цилиндра с осью коленчатого вала, калибр для опилки мотылевых шеек, приспособление для шлифовки шеек коленчатого вала, приспособление для введения поршневых колец в цилиндр и др.

Чтобы получить точные результаты измерений, необходимо периодически выверять измерительные приборы и инструменты в сроки, указанные в гл. V, содержать их в исправном состоянии, аккуратно с ними обращаться и предохранять от коррозии и загрязнений.

По окончании измерений инструмент следует промыть, насухо вытереть и смазать вазелином.

Хранить инструменты и приспособления следует в специально изготовленных для них футлярах или в местах, где они должны быть ограждены от механических повреждений.

ИНСТРУМЕНТЫ

Микрометры предназначены для измерения наружных размеров и бывают следующих типов: МК — микрометры гладкие с верхним пределом измерений до 1600 мм; МЛ — микрометры листовые для измерения толщины листов и лент с циферблатом с верхним пределом измерений до 25 мм; МТ — микрометры трубные для измерения толщины стенок труб с верхним пределом измерений до 25 мм; МЗ — микрометры зубомерные для измерения длины общей нормали зубчатых колес с верхним пределом измерений до 100 мм.

При пользовании микрометром необходимо обращать внимание на то, устанавливается ли шкала на нулевой отсчет при соприкосновении измерительных поверхностей между собой или с установочной мерой.

При этом нулевой штрих барабана должен быть совмещен с начальным штрихом шкалы стебля, однако последний должен быть целиком виден, но расстояние от торца конической части барабана до штриха не должно превышать 0,1 мм.

Допускаемая погрешность показаний микрометров не должна превышать величин, приведенных ниже:

Верхние пределы измерений микрометров, мм	Допускаемая погрешность показаний, мкм (\pm)	Верхние пределы измерений микрометров, мм	Допускаемая погрешность показаний, мкм (\pm)
До 100	4	Более 700 до 800	16
Более 100 до 200	5	» 800 до 900	18
» 200 до 300	6	» 900 до 1000	20
» 300 до 500	8	» 1000 до 1200	24
» 500 до 600	10	» 1200 до 1400	28
» 600 до 700	14	» 1400 до 1600	32

Микрометры с такой погрешностью показаний относятся к первому классу. Допускается наличие в обращении (также при выпуске из ремонта) микрометров с погрешностью показаний, превышающей приведенные значения, но не более чем вдвое. Такие микрометры относятся ко второму классу.

Микрометрическая (индикаторная) скоба предназначена для измерения наружных диаметров цилиндрических изделий сравнительным методом. Предел измерений до 1000 мм, цена деления 0,01 мм.

При обмере измерительная поверхность А (рис. 83) прижимается к шейке. Для улавливания точки обмера производят перекрестное покачивание вдоль оси вала и перпендикулярно ей. При правильно взятом размере измерительная поверхность Б, перемещаясь по дуге, должна задевать за измеряемое изделие. Касание должно быть коротким и легким.

Чтобы предотвратить скольжение скобы в месте соприкосновения ее с валом, измерительную поверхность А слегка натирают мелом.

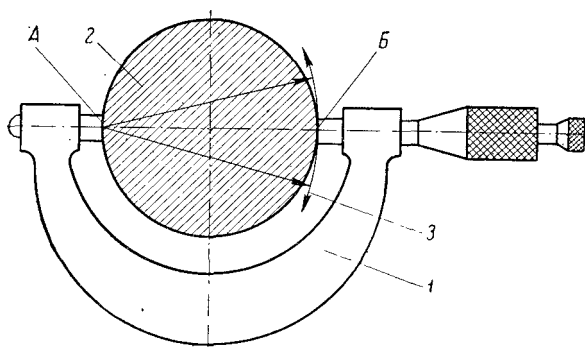


Рис. 83. Пример обмера шейки коленчатого вала микрометрической скобой:

1 — микрометрическая скоба, 2 — шейка коленчатого вала, 3 — направление покачивания (перпендикулярно оси шейки).

Суммарная погрешность скобы, включая погрешность индикатора, на всем перемещении подвижной пятки при любом положении скобы не должна превышать величин, приведенных ниже:

Верхние пределы измерений, мм	Суммарная погрешность, мкм, не более (\pm)
50 и 100	10
200	12
300 и 400	15
500 и 600	20
Свыше 600 до 1000	25

Если скоба не отвечает требованиям в отношении суммарной погрешности, то ее нельзя применять.

Микрометрический штихмасс (микрометрический нутромер) предназначен для измерения промежуточных размеров, т. е. размеров, ограниченных двумя поверхностями, а также для измерения внутренних диаметров деталей с точностью до 0,01 мм.

Щуп, представляющий собой пластину с параллельными измерительными плоскостями, предназначен для проверки величины зазора между поверхностями.

Щупы комплектуются в наборы от № 1 до № 7 с различным количеством и различной толщиной пластин.

Выпускают щупы первого и второго классов точности. Ниже приведены допустимые отклонения по толщине пластин щупов:

Номинальные размеры щупов, мм	Допустимые отклонения (+), мм	
	первый класс точности	второй класс точности
От 0,03 до 0,06	0,005	0,008
Свыше 0,06 до 0,1	0,006	0,010
» 0,10 до 1,18	0,008	0,012
» 0,18 до 0,30	0,009	0,014
» 0,30 до 0,50	0,011	0,017
» 0,50 до 0,80	0,013	0,020
» 0,80 до 1,00	0,015	0,025

Для выполнения работ по ремонту двигателей внутреннего сгорания необходимы щупы с пластинами длиной 100—180 мм.

Проверочная плита предназначена для пригонки и чистой шабровки поверхностей деталей, т. е. проверки плоскости на краску. Плоскостность и качество рабочей поверхности проверочной плиты определяются числом пятен краски в пределах 12—25 (в зависимости от класса точности плиты), приходящихся на квадрат со стороной 25 мм.

Доводку плит осуществляют взаимной подгонкой их путем шабровки.

В практических условиях точность шабровки оценивают следующим количеством пятен на площадку размером 10 × 10 мм: для грубой шабровки — одно пятно, для средней — два, для точной — 3—4 пятна и для весьма точной — 5—6 пятен.

Штангенциркули с нониусом имеют следующие размеры шкал в мм: 100—400; 125—500; 150—600; 200—800; 300—1000. Суммарные погрешности измерения деталей с помощью штангенциркулей составляют от ±0,02 до ±0,1 мм.

Индикатор предназначен для сравнительных измерений.

При проверке индикатора необходимо обращать внимание на наличие тугого хода или заедания, которые могут происходить от загрязнения пространства между измерительным стержнем и отверстием, а также из-за погнутости измерительного стержня или царапин на нем. Если при движении измерительного стержня стрелка не двигается, то это указывает на наличие холостого хода, который является результатом повреждения пружинки. Проверку на точность показаний индикатора можно производить по измерительным плиткам на хорошо вышабренной (доведенной) контрольной плите. Для этого индикатор должен быть установлен на штативе. Показания индикатора сличают с размером плиток. Проверку производят по всему пределу измерения.

Проверочную линейку следует проверять на прогиб, который не должен превышать 0,015 мм на 1 м длины линейки. Для про-

верки прогиба линейки на проверочную плиту устанавливают две опоры равной высоты; линейку концами устанавливают на эти опоры и штихмассом измеряют расстояние от плиты до линейки. Замеры могут быть произведены также по верху линейки индикатором.

Угольник предназначен для проверки перпендикулярности поверхностей проверяемых деталей. Допустимые отклонения от прямого угла в зависимости от класса точности угольника находятся в пределах от $\pm 0,07$ до $0,30$ мм на 1 м длины. Проверяют угольники путем сличения их углов с заранее проверенным эталонным угольником. При отсутствии синусной линейки величину отклонения от прямого угла можно определить шупом, пластинка которого вводится между концами эталонного и проверяемого угольников.

Контрольные валы предназначены для проверки параллельности или перпендикулярности осей отверстий проверяемых деталей. Контрольные валы должны входить в отверстия проверяемых деталей не туго, а от руки или под легкими ударами. Допускаются к использованию валы и меньшего диаметра, но они должны быть длиннее проверяемого отверстия настолько, чтобы выступающие концы их могли быть установлены на опоры (домкраты), а ось вала могла быть совмещена с осью отверстия. Контрольные валы используют для проверки поршневого пальца, головного, мотылевого и рамового подшипников.

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Чтобы обеспечить качественный ремонт двигателей и надлежащий контроль при сборке их после ремонта, необходимо применять специальные приспособления.

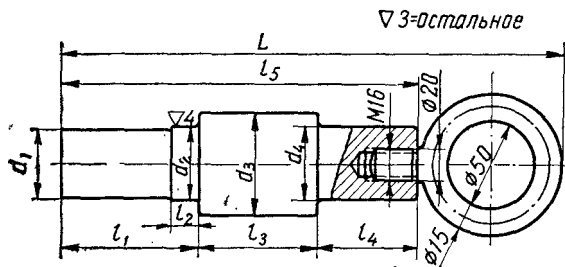


Рис. 84. Приспособление для подъема крышек двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*.

Приспособление для подъема крышек двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*. Крышки двигателей типов *NVD-48* и *NVD-36*, имеющие значительный вес, могут быть сняты при помощи талей и приспособления, изображенного на рис. 84.

Концом, противоположным рыму, приспособление вставляют в гнездо снятой форсунки.

Бугель крепления форсунки опирается на плечики средней части (d_3) и прижимается вплотную к крышке. В верхнюю часть приспособления ввернут рым, за который крепят тали для того, чтобы снять крышку. Резьбовая часть рыма должна обеспечить надежную прочность для подъема груза весом до 300 кг. Материал приспособления — сталь 3.

Основные размеры приспособления приведены в табл. 27.

Таблица 27

Тип двигателя	Размеры, мм									
	d_1	d_2	d_3	d_4	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	L
NVD-48	48	50	68	53	97	15	75	48	220	302
NVD-36	40	42	58	42	72	14	68	55	195	277

Приспособление для подъема поршня с шатуном. Для подъема поршня с помощью талей можно использовать специальную скобу (рис. 85). Скобу прижимают болтами к поршню, снабженному специальными резьбовыми глухими отверстиями. Материал скобы — Ст. 3.

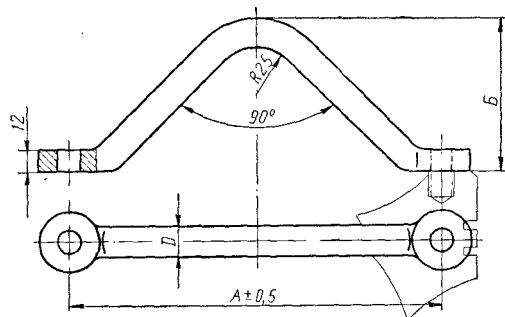


Рис. 85. Скоба для подъема поршня с шатуном.

Основные размеры скобы для подъема поршней двигателей типов NVD-48, NVD-36 и NVD-24 приведены в табл. 28.

Приспособление для выпрессовки цилиндровых втулок. Приспособление (рис. 86) предназначено для выпрессовки втулок двигателей типа NVD-48 и NVD-36.

Приспособление (рис. 86) предназначено для выпрессовки втулок двигателей типа NVD-48 и NVD-36.

Таблица 28

Тип двигателя	Размеры, мм			Болт крепления к поршню
	A	B	D	
NVD-48	280	100	20	M16×35
NVD-36	204	84	15	M12×35
NVD-24	146	70	12	M10×20

Нижний упор 5 буртиком, имеющимся на его концах, подводят под нижнюю часть втулки со стороны картера. На блок цилиндров сверху устанавливают упор 1 и, постепенно равномерно обжимая гайки связей 4, втулку выпрессовывают. Рым служит для подъема втулки вместе с приспособлением после ее выпрессовки.

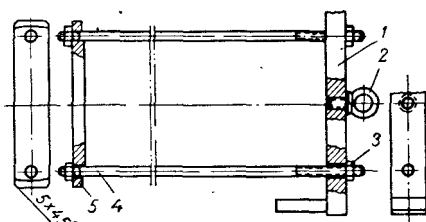


Рис. 86. Приспособление для выпрессовки цилиндрических втулок двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*:

1 — упор, 2 — рым, 3 — гайка, 4 — связь, 5 — нижний упор.

В приспособлении для выпрессовки втулок двигателей типа *NVD-24* (рис. 87) может быть применена одна связь. Верхний упор в этом приспособлении опирается на существующие шпильки крепления крышки.

Приспособление для проточки посадочных поясков в блоке цилиндров. Одним из недостатков двигателей типа *NVD-36*, выявленных в эксплуатации, является коррозионное разрушение посадочных поясков для втулок в блоке цилиндров. Для дальнейшего использования таких блоков посадочные пояски в период ремонта протачивают, а для обеспечения необходимой высоты камеры сжатия между посадочным пояском и фланцем втулки устанавливают проставочное кольцо. Для проточки посадочных поясков в этом случае применяют приспособление (рис. 88), которое может быть использовано без демонтажа двигателя на судне.

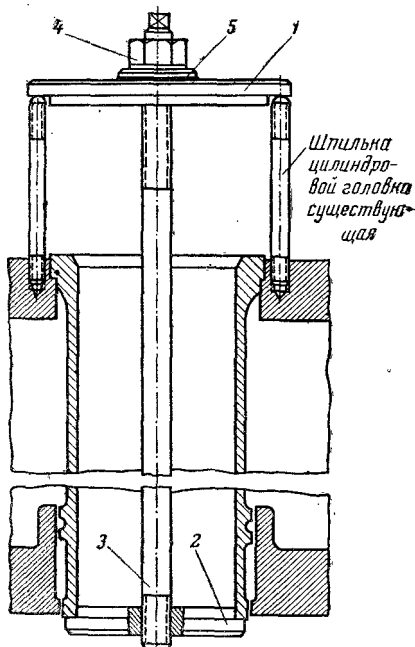


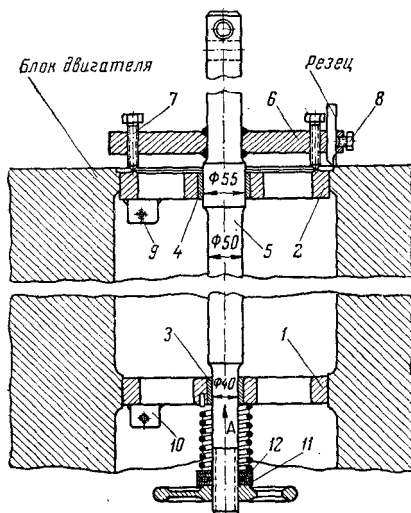
Рис. 87. Приспособление для выпрессовки цилиндрической втулки двигателей типа *NVD-24*:

1, 2 — верхний и нижний упоры, 3 — связь, 4 — гайка, 5 — шайба.

Приспособление состоит из вала 5, верхнего 2 и нижнего 1 установочных колец, планки 6 с укрепленным на ней резцом и устройства (в нижней части вала), состоящего из маховика, пружины, упорного шарикового

подшипника и шайбы; это устройство служит для изменения усилия прижатия резца к протачиваемой поверхности.

Для раскрепления установочных колец в блоке цилиндров служат распорные болты 9, разводящие кольца и прижимающие их к пояскам блока цилиндров.



Вид по стрелке А

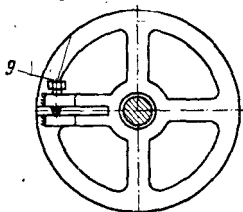


Рис. 88. Приспособление для проточки посадочных поясков в блоке цилиндров:

1, 2 — нижнее и верхнее установочные кольца, 3, 4 — нижняя и верхняя втулки вала, 5 — вал, 6 — планка, 7 — регулировочный болт, 8 — держатель резца, 9 и 10 — болты и планки для раскрепления установочных колец, 11 — упорный шариковый подшипник, 12 — шайба.

В сверление в верхней части вала вставляют вороток, которым вращают вал с планкой и прикрепленным к ней резцом. Глубину проточки регулируют при помощи регулировочного болта 7. Затягивая пружину маховиком, расположенным в нижней части вала, резец прижимают к протачиваемому пояску.

Приспособление для выпрессовки поршневого пальца. Поршневой палец можно выбивать свинцовой или медной выколоткой. Но правильнее выпрессовывать поршневой палец с помощью специального приспособления (рис. 89).

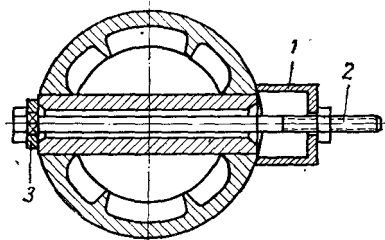


Рис. 89. Приспособление для выпрессовки поршневого пальца:
1 — упор, 2 — болт, 3 — упорная шайба.

Поршневой палец выпрессовывают постепенно, наворачывая гайку на болт.

Аналогичное приспособление можно использовать также для выпрессовки и запрессовки втулки верхней головки шатуна.

Приспособления для запрессовки и выпрессовки направляющих втулок клапанов. Для запрессовки и выпрессовки направляющих

щих втулок клапанов применяют приспособления, изображенные на рис. 90, 91.

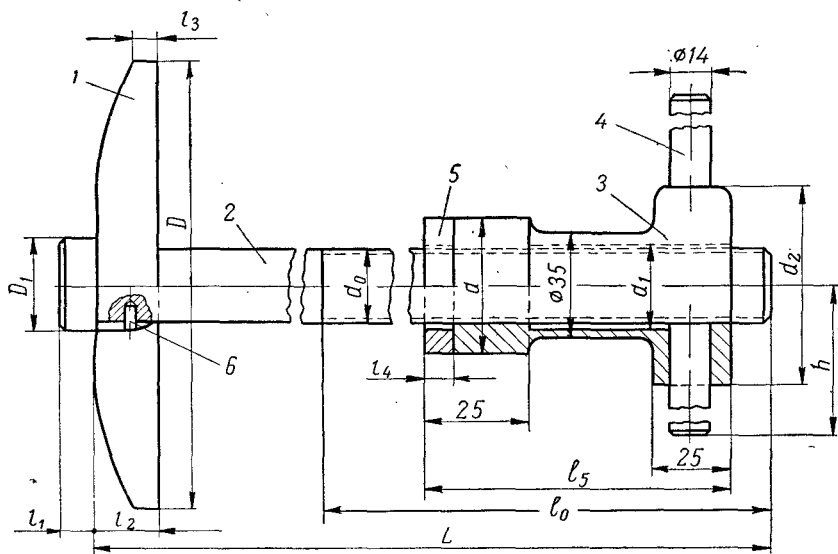


Рис. 90. Приспособление для запрессовки направляющих втулок клапанов: 1 — упорная планка, 2 — тяга, 3 — гайка, 4 — рукоятка, 5 — шайба, 6 — штифт.

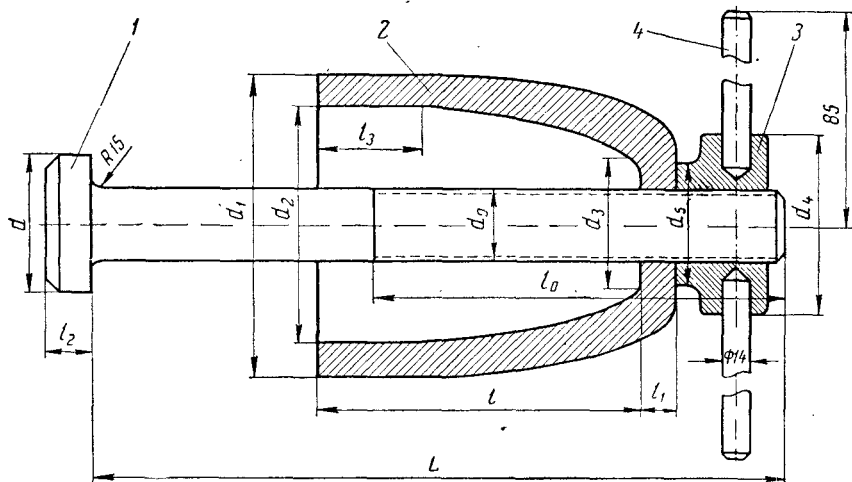


Рис. 91. Приспособление для выпрессовки направляющих втулок клапанов: 1 — тяга, 2 — упорный стакан, 3 — гайка, 4 — рукоятка.

Направляющую втулку надевают на тягу 2 (см. рис. 90) или 1 (см. рис. 91) и, постепенно поворачивая рукоятку на резьбовом

конце тяги, втулку запрессовывают в крышку цилиндра или выпрессовывают из нее.

Основные размеры приспособления для запрессовки направляющих втулок клапанов приведены в табл. 29, выпрессовки — в табл. 30.

Таблица 29

Тип двигателя	Размеры, мм													
	D	D_1	d_0	d	d_1	d_2	L	l_0	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	h
NVD-48	150	32	M24	45	26	65	550	300	12	20	10	10	90	85
NVD-36	120	20	M14	30	16	55	460	240	12	15	8	10	80	60
NVD-24	90	16	M10	28	12	50	320	160	10	12	8	8	70	60

Таблица 30

Тип двигателя	Размеры, мм												
	L	l_0	l_1	l_2	l_3	d_0	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	l
NVD-48	460	210	12	15	125	M24	45	100	80	45	65	50	250
NVD-36	390	180	12	12	110	M14	30	80	60	30	55	40	210
NVD-24	270	130	12	10	70	M10	22	55	40	28	50	40	135

Приспособление для обжатия втулок цилиндра. Для обжатия втулки используют шпильки крепления крышки цилиндра, на которые надевают специальную плиту и трубки (рис. 92).

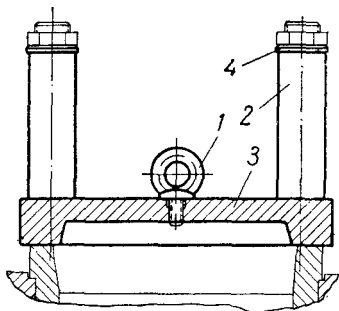


Рис. 92. Приспособление для обжатия втулок цилиндра:

1 — рым, 2 — трубка, 3 — плита, 4 — шайба.

Равномерно и постепенно наворачивая по диагонали гайку, втулку обжимают по посадочному пояску в блоке цилиндров.

Приспособление для заправки поршня в цилиндр. Поршневые кольца, находящиеся в свободном состоянии в поршневых канавках, затрудняют заправку поршня при опускании его в цилиндр. Кроме того, требуется большое внимание, чтобы не повредить кольца.

Для заправки поршня в цилиндр применяют конусную втулку (рис. 93).

При опускании поршня конусную втулку стороной с меньшим размером устанавливают на фланец втулки цилиндра.

Основные размеры конусной втулки приведены в табл. 31.

Таблица 31

Тип двигателя	Размеры, мм					
	D_1	D_2	D_3	D_4	L	t
NVD-48	319,5	375,5	350	360	100	15
NVD-36	239,5	280,5	270	280	100	15
NVD-24	174,5	219,5	190	200	50	15

Приспособления для проверки перпендикулярности осей отверстия под поршневой палец и поршня. Перпендикулярность осей отверстия под поршневой палец и поршня можно определять по следующей схеме: определяют перпендикулярность оси поршня к плите; определяют параллельность пальца к этой же плите.

Перпендикулярность оси поршня к плите определяют по показаниям индикатора с постоянным упором (рис. 94); индикатор и постоянный упор установлены на различной высоте на одной стойке. Поршень будет перпендикулярным к плите, если показания индикатора при замерах с четырех сторон окажутся одинаковыми.

Вместо индикатора и постоянного упора на одной стойке для этой же цели можно установить два индикатора. Поршень будет

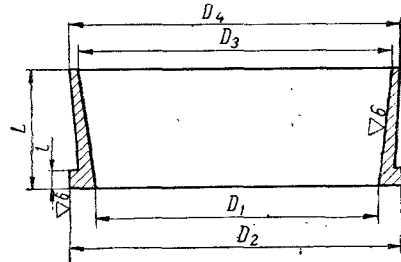


Рис. 93. Конусная втулка для заправки поршня.

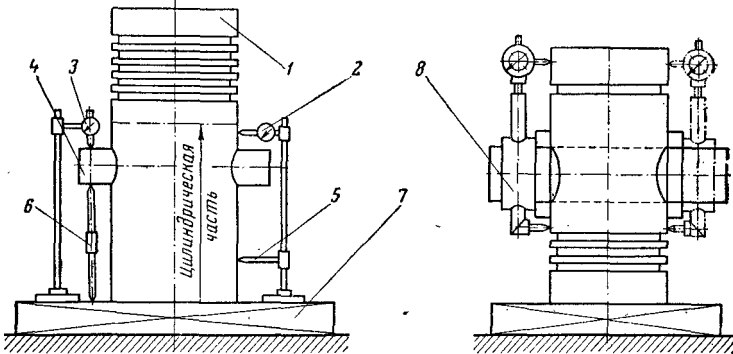


Рис. 94. Проверка перпендикулярности осей отверстия под поршневой палец и поршня с помощью индикатора и микрометрического штихмасса:

1 — поршень, 2, 3 — индикаторы, 4 — контрольный валик, 5 — упор, 6 — микрометрический штихмасс, 7 — плита, 8 — оправа с постоянным упором и индикатором.

перпендикулярен плите, если величины-разности показаний двух индикаторов со всех четырех сторон будут одинаковыми.

Параллельность оси пальца плите проверяют индикатором по верхней образующей контрольного валика, или микрометрическим штихмассом по нижней образующей.

Для проверки перпендикулярности осей отверстия под поршневой палец и поршня можно использовать специальную оправку с постоянным упором и закрепленным на ней индикатором.

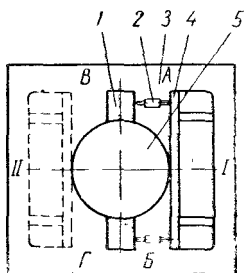
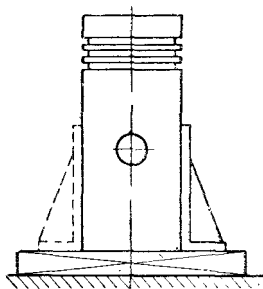


Рис. 95. Проверка пересечения осей пальца и поршня с помощью угольника и микрометрического штихмасса:

1 — контрольный валик, 2 — микрометрический штихмасс, 3 — плита, 4 — угольник, 5 — поршень.

бы замеры со стороны II в местах B и Г также были одинаковыми. По половинной разности показаний микрометрического штихмасса со стороны I и II определяют величину смещения оси отверстия под поршневой палец по отношению к оси поршня.

Пересечение осей поршневого пальца и поршня проверяют также с помощью специального приспособления (рис. 96).

В отверстие для поршневого пальца вставляют контрольный валик, на который кладут, как указано на рисунке, скобу, снабженную индикатором и упором. Последний при установке скобы

По разности показаний индикатора с обоих концов контрольного валика определяют неперпендикулярность осей отверстия под поршневой палец и поршня. Эта разность для новых поршней всех двигателей типа NVD по чертежам Гипрорыбфлота не должна превышать 0,010 мм на 100 мм длины.

Приспособление для проверки пересечения осей пальца и поршня. Пересечение осей поршневого пальца и поршня можно определить с помощью плиты, проверочного угольника и микрометрического штихмасса или при помощи специального приспособления.

Пересечение осей по первому методу проверяют при вставленном контрольном валике и установленном на плите поршне с помощью угольника и микрометрического штихмасса (рис. 95).

Угольник должен быть установлен вплотную к поршню и так, чтобы размеры со стороны I в местах A и B были одинаковыми.

При переставленном на противоположную сторону угольнике (или повернутом на 180° поршне) угольник и контрольный валик устанавливают так, что

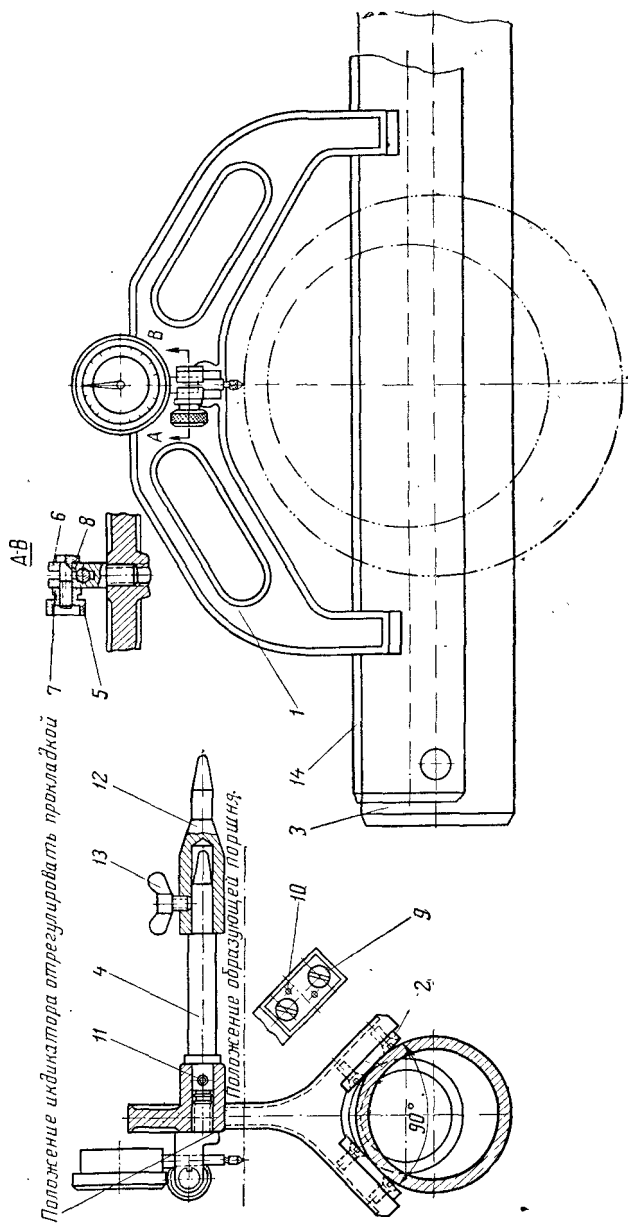


Рис 96. Приспособление для проверки пересечения осей пальца и поршня специальной скобой:

- 1 — скоба, 2 — накладки, 3, 14 — контрольный валик, 4 — упор, 5 — гайка, 6 — державка индикатора, 7 — шайба, 8 — болт, 9 — шуруп, 10, 11 — штифты, 12 — наконечник упора, 13 — барашек,

упирается в приставленный к торцу поршня угольник или линейку и служит для установки скобы в одно и то же положение при замерах с двух противоположных сторон поршня. По разности показаний индикатора определяют величину смещения осей. Смещение оси отверстия под поршневой палец относительно оси поршня по чертежам Гипрорыбфлота для новых поршней двигателей типа *NVD-24* не должно превышать $0,25\text{ мм}$, а для двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* — $0,3\text{ мм}$.

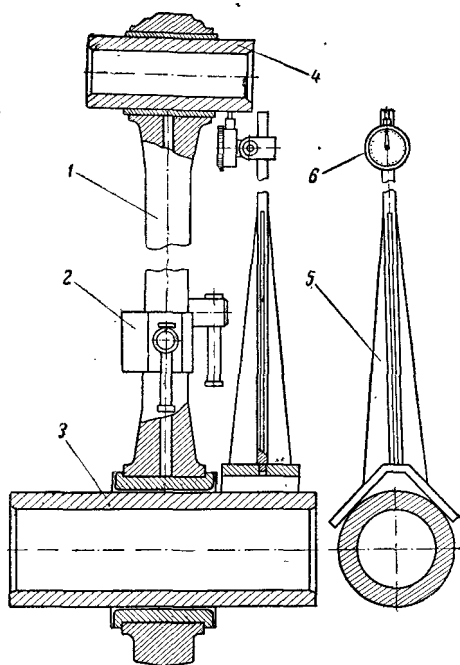


Рис. 97. Приспособление для проверки параллельности осей нижней и верхней головок шатуна:

1 — шатун, 2 — захват, 3, 4 — контрольные валики, 5 — стойка, 6 — индикатор.

Приспособление для проверки параллельности осей нижней и верхней головки шатуна. Параллельность осей верхней и нижней головки шатуна определяют с помощью двух контрольных валиков и индикатора, закрепленного на стойке (рис. 97).

Шатун при этом должен быть укреплен в вертикальном положении.

По разности наибольшего отклонения стрелки индикатора определяют величину перекоса осей верхней и нижней головки шатуна.

Непараллельность осей верхней и нижней головки шатуна по чертежам Гипрорыбфлота для новых шатунов двигателей типа *NVD-48* не должна превышать $0,080\text{ мм}$,

NVD-36 — $0,15\text{ мм}$ и *NVD-24* — $0,10\text{ мм}$ на длине оправки 500 мм .

Проверка центровки шатуна по поршню. Для проверки центровки (перпендикулярности осей шатуна и пальца) шатуна по поршню (рис. 98) применяют проверочную линейку и микрометрический штихмасс. Вместо плоской линейки и штихмасса можно использовать валовую линейку углового профиля с приваренным на торце угольником и закрепленным болтом и щуп, которым измеряют расстояние от стержня шатуна до болта.

Центровку шатуна по поршню проверяют следующим образом.

Поршень в сборе с шатуном, но без колец, устанавливают на проверочную плиту. Проверочную линейку устанавливают вдоль образующей поршня так, чтобы она проходила через середину торца пальца. Шатун при этом должен быть заклинен в поршне деревянными клиньями в вертикальном положении, а осевой разбег головного подшипника выбран в сторону, противоположную линейке.

Затем с возможной точностью измеряют расстояние от стержня до линейки вблизи от нижней головки шатуна.

Далее линейку устанавливают таким же образом с другой стороны поршня, а шатун смещают по поршневному пальцу в противоположную сторону и вновь измеряют расстояние от линейки до стержня шатуна на той же высоте, что и в первом случае; разность между двумя измерениями расстояниями должна быть не более 2 мм на 1 м геометрической длины шатуна.

При указанной разнице возможна привалка шатуна к поршню путем шабровки рабочей части головного подшипника со стороны, противоположной той, в которую завален шатун.

Если разница между расстояниями от линейки до стержня шатуна с обеих сторон будет больше 2 мм на 1 м длины, то в этом случае причиной чрезмерной неперпендикулярности осей шатуна и пальца может быть перекося пальца в поршне. Для проверки этого шатун надо разобщить с поршнем, развернуть его вокруг своей оси на 180° и вновь соединить с поршнем, после чего вновь измерить с обеих сторон расстояния от линейки до стержня шатуна.

Если при новом положении шатуна окажется, что большее расстояние до линейки осталось с той же стороны, с какой было и раньше, значит палец в поршне чрезмерно перекошен. В этом случае поршень с пальцем необходимо заменить. Если же при новом положении шатуна большее расстояние будет с противоположной стороны, значит оси стержня шатуна и головного подшипника неперпендикулярны. Если при этом окажется, что разница между новыми расстояниями меньше 2 мм на 1 м длины,

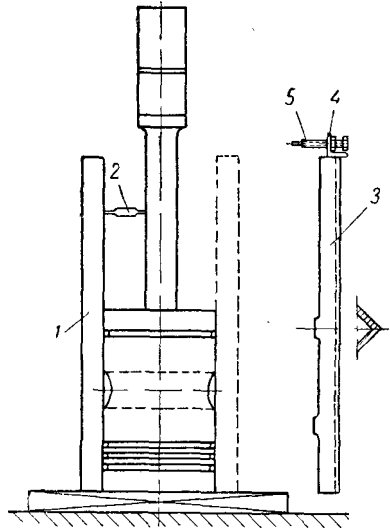


Рис. 98. Проверка перпендикулярности осей шатуна и поршневого пальца:

1 — линейка, 2 — микрометрический штихмас, 3 — угловая линейка, 4 — угольник, 5 — болт с гайкой.

то ось стержня шатуна можно установить перпендикулярно оси пальца путем шабровки головного подшипника. При разнице между новыми расстояниями больше 2 мм на 1 м длины шатун следует заменить новым или заменить у него головной подшипник.

После установки шатуна перпендикулярно оси пальца нужно проверить разбег головного подшипника вдоль пальца поршня. Для этого шатун смещают до отказа в какую-либо сторону, а с другой стороны измеряют зазор между торцом подшипника и бобышкой поршня. Для новых шатунов и поршней этот зазор по чертежам Гипрорыбфлота составляет:

для двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* $8 \pm 0,8$ мм, для двигателей типа *NVD-24* $5 \pm 0,8$ мм.

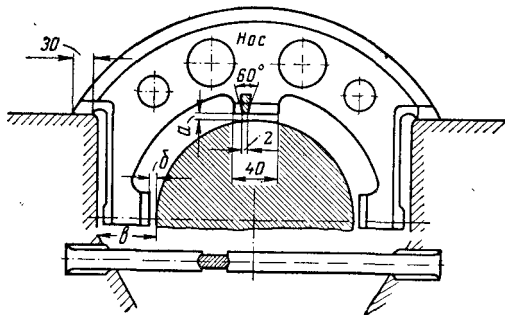


Рис. 99. Установка просадочной скобы.

После привалки шатуна по поршню втулку головного подшипника следует равномерно расшабрить по поршневому пальцу так, чтобы зазор в подшипнике был нормальным.

Проверка геометрической оси коленчатого вала. Нарушение геометрической оси коленчатого вала происходит вследствие неточной первоначальной укладки вала, при чрезмерном или неравномерном износе рамовых подшипников, их выплывании, а также при обрыве шатунного болта и других аварийных случаях.

Для проверки геометрической оси коленчатого вала определяют его просадку при отсоединенном валопроводе путем проверки положения рамовых шеек в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Положение рамовых шеек можно проверять специальными скобами (просадочными или контрольными), винтовым нутрометром и микрометром, индикатором, микрометрическим штих-массом.

Установка просадочной скобы при проверке положения рамовой шейки показана на рис. 99.

Просадку коленчатого вала определяют в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной и в двух поясах по длине, находящихся на расстоянии $0,4 l$ от середины шейки (l — длина шейки). При проверке просадки коленчатого вала с помощью скобы последнюю устанавливают над рамовой шейкой, как указано на рис. 99, и измеряют щупом расстояние a между средним выступом скобы и шейкой вала. За

вертикальную плоскость принята плоскость, проходящая через ось рамовых шеек и ось первой мотылевой шейки.

Изгиб оси коленчатого вала в горизонтальной плоскости определяют замером расстояния *б*.

Зазоры *а* и *б* между рамовой шейкой и скобкой должны быть выдержаны в пределах 0,2—0,3 мм.

Скоба может быть снабжена специальным микрометрическим винтом.

Смещение осей рамовых шеек коленчатого вала в горизонтальной плоскости можно определить (без скобы), замеряя расстояние *в* винтовым нутромером с последующим замером микрометром расстояний между ножками нутрометра.

При определении величины просадки рамовых шеек коленчатого вала с помощью индикатора последний устанавливают на раму и последовательно у каждой шейки производят замеры с носовой и кормовой ее части через каждые 90° поворота коленчатого вала.

Нарушение состояния геометрической оси коленчатого вала можно определять по раскепам, т. е. с помощью замеров индикатором расстояний между щеками коленчатого вала.

Порядок определения состояния геометрической оси коленчатого вала по раскепам изложен в конце книги в инструкции по производству обмеров и определению износа основных деталей.

Приспособления для замера зазоров в подшипниках верхней и нижней головки шатуна. Определение зазора в головном подшипнике при снятом поршне может быть произведено, как показано на рис. 100.

С помощью индикатора поршень укладывают на опоры параллельно плите, а палец — перпендикулярно. После этого поршень закрепляют на плите скобами. Шатун поддерживают стропом в горизонтальном положении. Затем его подтягивают вверх до упора, когда точка *а* займет положение *а*₁, после чего шатун опускают настолько, чтобы точка *а* перешла в нижнее крайнее положение *а*₂. При правильной пригонке головного подшипника расстояния *аа*₁ и *аа*₂ должны быть равны.

Зазор *S* в головном подшипнике определяют из соотношения:

$$S = \frac{aa_1 + aa_2}{2} l \text{ мм,}$$

где *L* — расстояние между осями верхней и нижней головки шатуна;

l — длина втулки верхней головки шатуна.

Величины *L* и *l* для двигателей типа *NVD* по чертежам Гипорыбфлота приведены в табл. 32.

Таблица 32

Необходимые размеры шатуна, мм	Тип двигателя		
	NVD-48	NVD-36	NVD-24
L	$960 \pm 0,7$	$720 \pm 0,2$	$530 - 0,3$
l	$152 \pm 0,3$	$112 \pm 0,3$	$80 \pm 0,3$

Монтажные и предельно допустимые зазоры при износе в подшипниках верхней головки шатуна приведены в табл. 12.

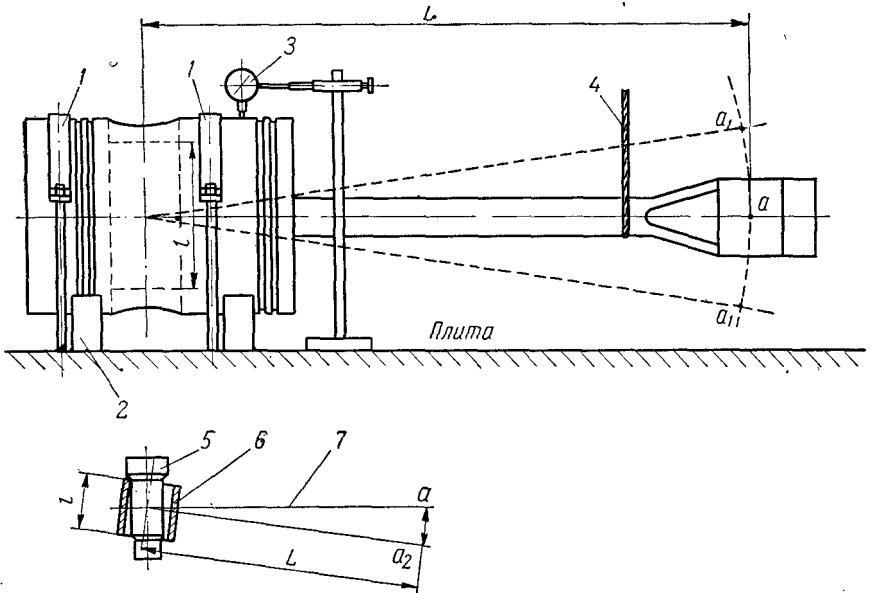


Рис. 100. Определение зазора в головном подшипнике при снятом поршне: 1 — скоба для крепления, 2 — призмы, 3 — индикатор, 4 — струпа, 5 — поршневой палец, 6 — вкладыш головной подшипника, 7 — ось стержня шатуна.

Повышенные зазоры в головном и мотылевом подшипниках — один из определяющих факторов в решении вопроса о необходимости разборки двигателя для его ремонта.

Определение зазоров в головном и мотылевом подшипниках без разборки двигателя может быть произведено специальным прибором (рис. 101 и 102).

Принцип работы прибора основан на перемещении поршня вверх (за счет создаваемого разрежения в камере сжатия) на

величину зазора первоначально в головном, а затем в мотылевом подшипниках. Разрежение создается компрессором, находящимся в машинном отделении судна. Для этого всасывающий патрубок первой ступени компрессора соединяют резиновым шлангом с небольшой емкостью — переносным ресивером, а затем с прибором. Поршень цилиндра, где замеряют зазоры в подшипниках, ставят в в. м. т., а прибор устанавливают и закрепляют на месте снятой форсунки таким образом, чтобы шток его касался дна поршня.

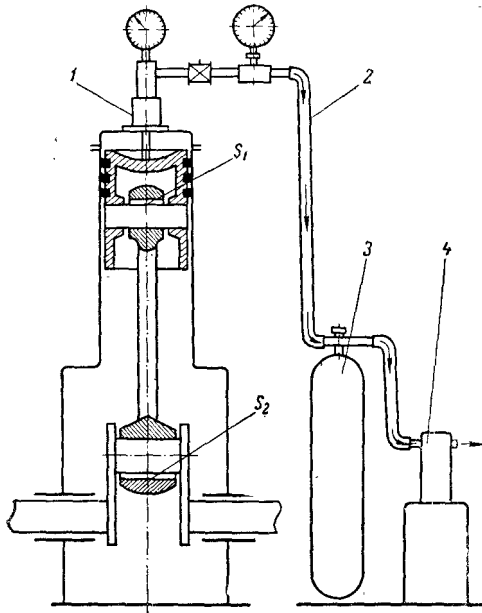


Рис. 101. Схема включения прибора:
1 — прибор, 2 — шланг, 3 — ресивер, 4 — компрессор.

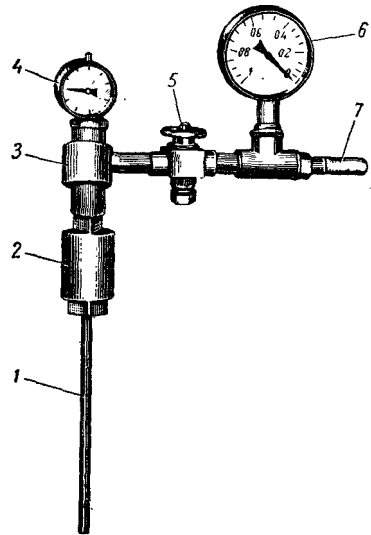


Рис. 102. Прибор для определения зазоров в мотылевом и головном подшипниках:

1 — сменный шток, 2 — сменный нижний корпус, 3 — верхний корпус, 4 — индикатор часового типа, 5 — запорный кран, 6 — вакуумметр, 7 — штуцер.

Во время работы компрессора, когда в ресивере создается наибольшее разрежение, открывают запорный кран и разрежение передается в камеру сжатия. Поршень под действием разрежения переместится вверх первоначально на величину зазора в головном подшипнике, что наблюдается по показанию индикатора, а затем на величину зазора в мотылевом подшипнике.

Величину зазора S_1 в головном подшипнике (см. рис. 101) снимают непосредственно со шкалы индикатора, а зазор S_2 в мотылевом подшипнике определяют путем вычитания из суммарного зазора $S_{\text{сум}}$ зазора в головном подшипнике:

$$S_2 = S_{\text{сум}} - S_1.$$

Степень износа кулаков следует определять по изменению профиля с помощью тупа и шаблона (рис. 104), изготовленного по профилю нового кулака.

На рис. 105 приведены профили кулаков и необходимые данные для их построения при изготовлении шаблона.

В эксплуатации максимальное отклонение размеров кулачной шайбы от истинных размеров не следует допускать более 3 мм.

При большем износе кулачные шайбы надо восстанавливать или заменять новыми.

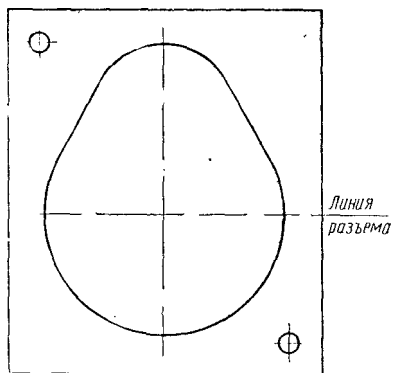


Рис. 104. Типовая форма шаблона кулачной шайбы.

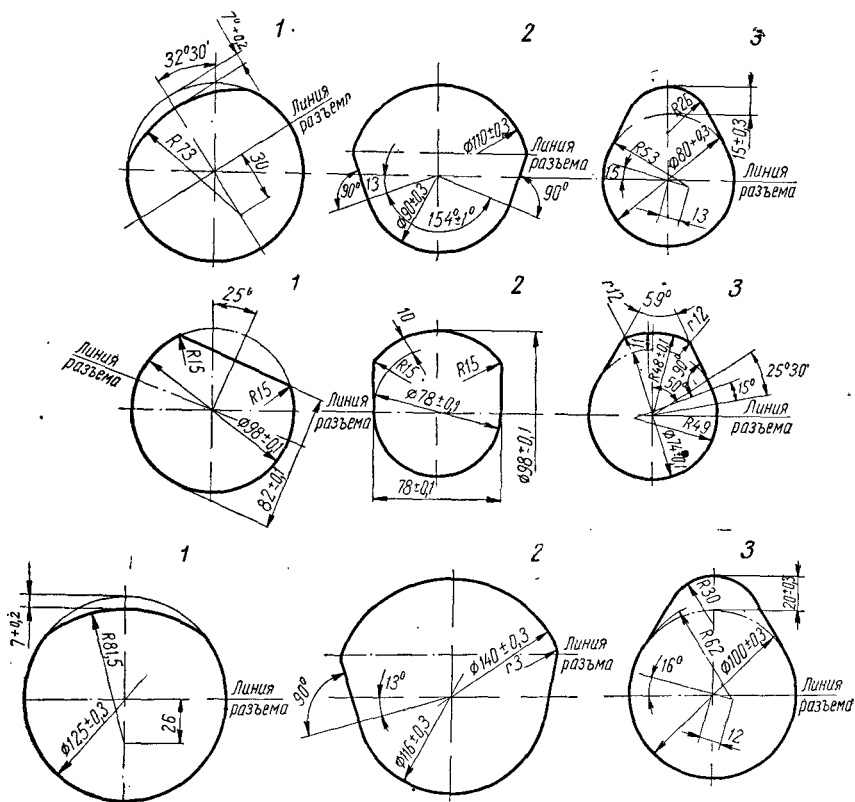


Рис. 105. Профили кулаков:

1 — пускового клапана, 2 — топливного насоса, 3 — впускного и выпускного клапана; верхний ряд профилей — для двигателей типа NVD-36, средний — NVD-24, нижний — NVD-48.

Хомут для доводки мотылевых и рамовых шеек коленчатого вала. Мотылевые и рамовые шейки после устранения их дефектов в плановом или аварийном ремонте двигателя должны быть отшлифованы с помощью наждачной бумаги и хомута (рис. 106).

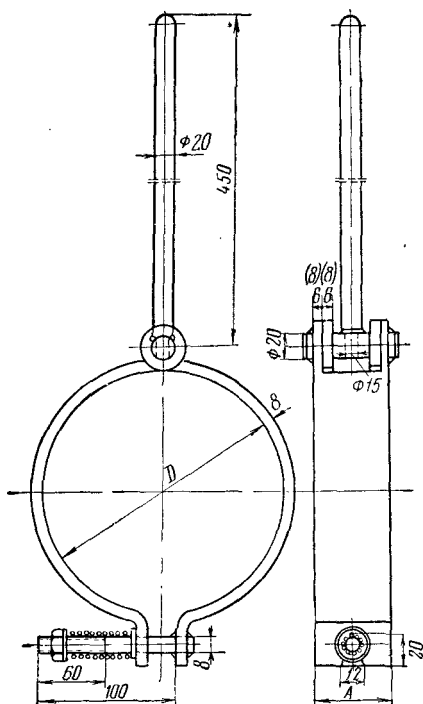


Рис. 106. Хомут для доводки шеек коленчатого вала.

Наждачную бумагу густо смазывают маслом, накладывают по всей окружности на шейку коленчатого вала и обжимают хомутом при наворачивании гайки и сжатии пружины. Поворачивая хомут попеременно в противоположные стороны, шлифуют шейку коленчатого вала.

Основные размеры хомута (в мм) приведены в табл. 34.

Шарошка для клапанных гнезд. Чтобы обеспечить герметичность в сопряжении клапан — гнездо клапана, последнее через определенный период работы (обычно в профилактическом ремонте) необходимо шарошить с последующей притиркой по нему клапана.

Таблица 34

Тип двигателя	Рамовая шейка		Мотылевая шейка	
	D	A	D	A
NVD-48	210	60	200	100
NVD-36	150	50	145	70
NVD-24	112	40	105	60

Для шарошки гнезд используют шарошку (рис. 107) и шток (рис. 108), основные размеры которых (в мм) приведены в табл. 35.

Таблица 35

Тип двигателя	Шарошка							Шток		
	D	d	b	k	Шар, t	Число зубцов z	Разрез по А-А		d	d ₁
							α°	H		
NVD-48	145	35A	10A	38,6	9,106	50	30	4	28 ^{-0,01} _{-0,03}	35
NVD-36	110	35A	10A	38,6	9,335	37	30	3,9	16 ^{-0,01} _{-0,03}	35
NVD-24	84	24A	4A	25,6	7,128	37	40	3,9	12 ^{-0,01} _{-0,03}	24

Рис. 107. Шарошка для клапанных гнезд.

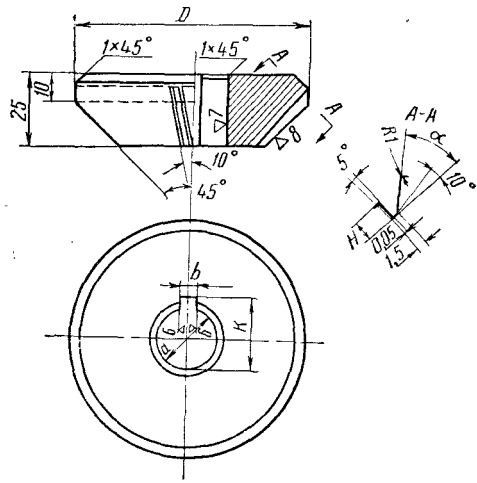
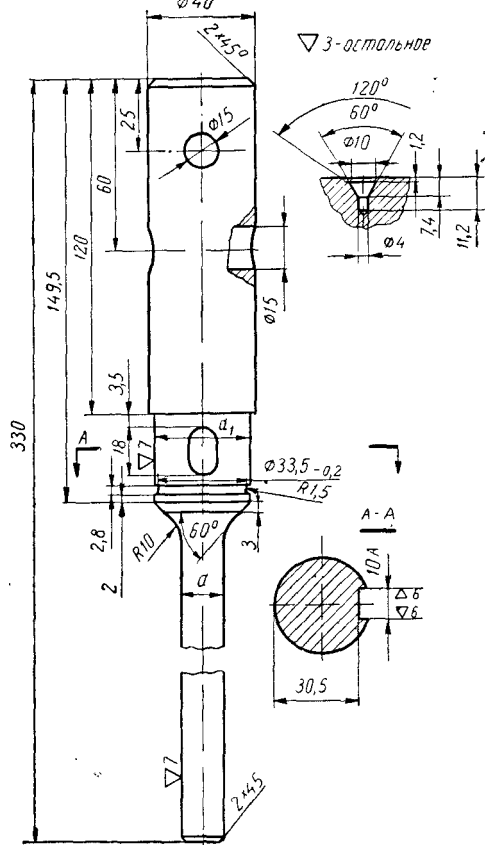


Рис. 108. Шток шарошки.



Шток для притирки клапанов. Штоки для притирки клапанов показаны на рис. 109 и 110.

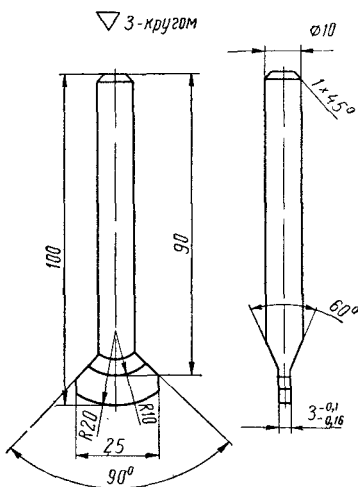


Рис. 109. Шток для притирки клапанов двигателей типа *NVD-48* и *NVD-24*.

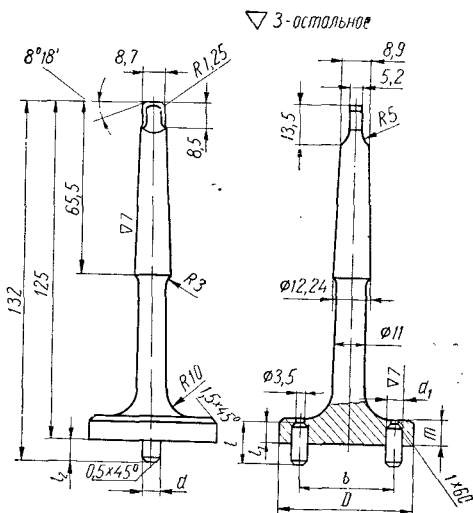


Рис. 110. Шток для притирки клапанов двигателей типа *NVD-36*.

Основные размеры штока (в мм) для двигателей типа *NVD-48* и *NVD-24* приведены в табл. 36.

Таблица 36

Тип двигателя	D	d	b	m	l	l_1	l_2	d_1
<i>NVD-48</i>	50	$6,9_{-0,05}$	$35 \pm 0,3$	12	15	8	7	7Г
<i>NVD-24</i>	40	$5,4_{-0,05}$	$25 \pm 0,3$	10	11,5	7	4,5	5,4Г

Размеры штока (в мм) для притирки клапанов двигателей типа *NVD-36* указаны на рисунке.

Притирку клапанов, как правило, производят в профилактическом ремонте. Необходимо помнить, что частая (без необходимости) притирка клапанов приводит к преждевременному проседанию тарелки клапана и его гнезда. Притирать клапаны следует при помощи дрели или другого специального приспособления путем попеременного вращения клапана по гнезду то в одном, то в другом направлении с отрывом его от гнезда.

Качество притирки клапана определяется, как указывалось ранее.

Приспособление для проверки центровки линии валопровода. Оси валов на излом и смещение проверяют обычно при помощи двух парных стрел или при помощи шупа и линейки.

Ниже приведены основные положения по проверке качества центровки линии валопровода с помощью двух пар стрел.

Схема установки стрел на фланцах валов для проверки центровки показана на рис. 111.

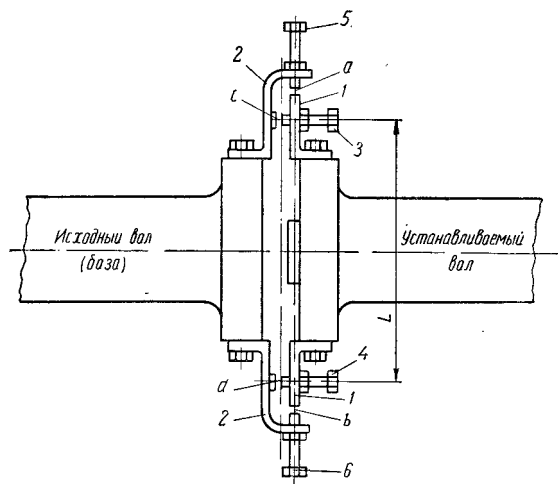


Рис. 111. Схема установки стрел:

1, 2 — стрелы, 3, 4, 5, 6 — болты, а, b, c, d — зазоры,
L — расстояние между болтами 3 и 4.

Линия валопровода считается сцентрованной с коленчатым валом двигателя, когда оси валопровода и коленчатого вала двигателя лежат на одной прямой. Если они не лежат на одной прямой, а параллельны или пересекаются между собой, то ведущий и ведомый валы смещены или имеют излом. При центровке валопровода на судне за исходный вал (базу) берут гребной вал, а величины смещений и изломов участков валопровода замеряют от кормы к носу. Перед проверкой центровки валопровод разъединяют по всем фланцевым соединениям с тем, чтобы каждый вал можно было вращать независимо один от другого. При этом каждый вал должен лежать не менее чем на двух опорах.

На судах типа СРТ и СРТР при разъединении фланцевого соединения вала-проставки и валопровода ось коленчатого вала может иметь излом вследствие образования консольной нагрузки от веса маховика. В дальнейшем это приведет к некаче-

ственной центровке коленчатого вала двигателя и валопровода. Чтобы избежать излома оси коленчатого вала, перед разборкой фланцевого соединения валопровода и вала-проставки под фланец последнего следует установить временную специальную опору.

На фланцы ведомого и ведущего валов устанавливают две пары стрел (см. рис. 111). Места на стрелах, находящиеся против болтов, как и сами концы болтов, должны быть зашлифованы. Измеряют расстояние L между болтами 3 и 4, необходимое для определения величины излома оси на 1 м длины валопровода.

При измерении смещения и излома придерживаются следующего порядка:

стрелы одной и другой пары устанавливают в вертикальной плоскости (верх, низ), при этом торцы всех болтов должны стоять против заранее зачищенных мест стрел. Пару стрел, направленную вверх, условно называют первой парой, а направленную вниз — второй парой;

выбирают разбег ведомого вала;

измеряют щупом зазор a между болтом 5 и стрелой 1 и зазор c между болтом 3 и стрелой 2. Замеряют также соответственно зазоры b и d у стрел второй пары. Результаты (a_1, c_1, b_2, d_2) заносят в таблицу записи замеров центровки валопроводов по стрелам (табл. 37);

поворачивают коленчатый вал двигателя и ведомый вал так, чтобы первая пара стрел была направлена горизонтально в сторону правого борта, тогда вторая пара стрел будет направлена горизонтально в сторону левого борта;

выбирают разбег ведомого вала;

замеряют щупом зазоры a, b, c, d и результаты (a_3, c_3, b_4, d_4) также записывают в таблицу;

поворачивают коленчатый вал двигателя и ведомый вал так, чтобы первая пара стрел была направлена вертикально вниз, а вторая — вертикально вверх;

выбирают разбег ведомого вала;

замеряют щупом зазоры a, b, c, d между торцами болтов и стрелами обеих пар стрел. Результаты (a_2, c_2, b_1, d_1) записывают в таблицу;

поворачивают коленчатый вал двигателя и ведомый вал так, чтобы первая пара стрел была направлена горизонтально в сторону левого борта, а вторая — горизонтально в сторону правого борта;

выбирают разбег ведомого вала;

замеряют щупом зазоры a, b, c, d между торцами всех болтов и стрелами обеих пар стрел. Результаты (a_4, c_4, b_3, d_3) записывают в таблицу.

Положение стрел	Смещение, мм				Излом, мм				Излом на 1 м		
	Величина зазоров у стрел		Сумма зазоров $\Sigma = a + b$	Разность сумм зазоров Δ	Величина смещения	Величина зазоров у стрел		Сумма зазоров $\Sigma = c + d$		Разность сумм зазоров Δ	
	первой пары	второй пары				первой пары	второй пары				
Верх	a_1	b_1	$a_1 + b_1$	$(a_1 + b_1) - (a_2 + b_2)$	$\frac{\Delta}{4}$	c_1	d_1	$c_1 + d_1$	$(c_1 + d_1) - (c_2 + d_2)$	$\frac{\Delta}{2}$	φ
Низ	a_2	b_2	$a_2 + b_2$			c_2	d_2	$c_2 + d_2$			L
Правый борт	a_3	b_3	$a_3 + b_3$	$(a_3 + b_3) - (a_4 + b_4)$	$\frac{\Delta}{4}$	c_3	d_3	$c_3 + d_3$	$(c_3 + d_3) - (c_4 + d_4)$	$\frac{\Delta}{2}$	φ
Левый борт	a_4	b_4	$a_4 + b_4$			c_4	d_4	$c_4 + d_4$			L

Пример. Определение смещения и излома осей валопровода и коленчатого вала двигателя

Верх	1,30	1,90	3,20	0,40	0,10	1,70	1,20	2,90	0,35	0,175	0,22
Низ	1,10	1,70	2,80			1,85	1,40	3,25			
Правый борт	1,30	1,80	3,10	0,20	0,05	1,25	1,40	2,65	0,20	0,10	0,12
Левый борт	1,20	1,70	2,90	—	—	1,35	1,10	2,45	—	—	—

Примечания. 1. Расстояние между болтами 3 и 4 $L = 0,8$ м.

2. Ось коленчатого вала двигателя смещена вниз от оси ведомого вала на 0,1 мм и сдвинута на левый борт от нее на 0,05 мм.

3. Ось коленчатого вала двигателя имеет излом в вертикальной плоскости 0,22 мм на 1 м и излом в горизонтальной плоскости на 0,12 мм на 1 м.

В примечании к таблице надо указать, на какой части валопровода были установлены стрелы наружные, на какой внутренние (ведомый, ведущий); следует указать также расстояние между болтами 3 и 4.

Величины излома (в мм/м) и смещений (в мм) в соединениях валов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, допускаемые в практике, приведены в табл. 38.

Таблица 38

Характер соединения	При постройке или ремонте				Предельно допустимый при эксплуатации	
	на стапеле, в доке		на плаву			
	излом	смещение	излом	смещение	излом	смещение
Жесткое (фланцы)	±0,05	±0,05	±0,10	±0,10	±0,20	±0,15
Полужесткое (кулачная муфта, фрикционная муфта, пластинчатая муфта с резиновыми вкладышами) . .	±0,05	±0,05	±0,15	±0,10	±0,20	±0,20

Примечание. Допуски на излом и смещение осей валов уточняют по накоплению опыта.

Имея в виду, что расцентровка валопровода является причиной вибрации двигателя и валопровода, повышенного износа шеек коленчатого вала со стороны маховика и даже выхода из строя его кормового рамового вкладыша, необходимо регулярно вести наблюдение за состоянием центровки, не допуская работу двигателя с изломом и смещением осей валов, превышающими предельные величины.

Глава IX

РЕГУЛИРОВКА, ОБКАТКА И ИСПЫТАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

После каждого ремонта, сопровождающегося разборкой основных узлов, двигатель необходимо отрегулировать в холодном состоянии по элементам газораспределения, углу опережения подачи топлива и качеству работы топливных насосов и форсунок.

По окончании регулировки в холодном состоянии двигатель подлежит обкатке, испытанию и регулировке в горячем состоянии. Регулировку двигателя в горячем состоянии осуществляют одновременно с обкаткой и испытанием.

Обкатка двигателя производится с целью окончательной проверки правильности сборки двигателя, своевременного обнаружения и устранения дефектов ремонта и сборки, предварительной приработки движущихся деталей двигателя при постепенном повышении нагрузки.

На швартовых испытаниях производится проверка работы двигателя и обслуживающих его механизмов и систем под нагрузкой на передний и задний ход, а также предварительная регулировка главного двигателя по основным параметрам рабочего процесса и окончательная регулировка приводного двигателя дизель-генератора.

На ходовых испытаниях производится проверка надежности работы главного и вспомогательных двигателей и обслуживающих их механизмов и систем в ходовых условиях, окончательная регулировка главного двигателя по параметрам рабочего процесса на соответствие их паспортным данным.

Главные двигатели запускать для работы на винт при обкатке или швартовых испытаниях можно только при допустимой обстановке, хороших швартовах и обеспечении необходимого наблюдения за обстановкой.

При обкатке и испытаниях двигателей полученные замеры и показания приборов следует фиксировать в соответствующих таблицах испытаний, которые должны быть приложены к актам

об окончании обкатки, швартовых и ходовых испытаний и подписаны представителями сторон, принимавших участие в испытаниях, и лицом, проводившим замеры и подсчеты.

§ 1. РЕГУЛИРОВКА ДВИГАТЕЛЯ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ в. м. т.

На ободе маховиков двигателей заводом-изготовителем нанесены риски положения мотылей в в. м. т.

Однако в процессе эксплуатации необходимо проверять достоверность старых рисков (особенно после ремонта, когда маховик отсоединяли от коленчатого вала) и устанавливать новые риски, если они по каким-либо причинам отсутствуют. К торцу блока над маховиком закрепляют стрелку, острие которой должно отстоять на 2—3 мм от наружного диаметра маховика. В отверстие для форсунки в крышке цилиндра двигателя опускают линейку или цилиндрический стержень диаметром 10—12 мм. Проворачивают коленчатый вал двигателя и, когда поршень не дойдет до в. м. т. примерно на 40—50 мм, на линейке (или стержне) против верхней плоскости крышки и на маховике против острия стрелки наносят риски. Затем продолжают проворачивать коленчатый вал в том же направлении, пока риска на линейке (или стержне) снова не совпадет с верхней плоскостью крышки цилиндра. Тогда на маховике против стрелки делают вторую риску карандашом.

Сделав на ободе маховика риску, делящую дугу между первыми двумя рисками пополам, проворачивают коленчатый вал до совпадения этой риски со стрелкой. Это положение коленчатого вала и будет соответствовать в. м. т. данного цилиндра. Чтобы исключить возможные ошибки, найденное положение в. м. т. проверяют 2—3 раза, после чего на ободе маховика наносят окончательную риску в. м. т. и номер цилиндра, к которому она относится. При определении в. м. т. коленчатый вал надо проворачивать в одном направлении.

НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

После переборки двигателя следует обязательно проверить правильность открытия и закрытия клапанов в соответствии с круговой диаграммой данного двигателя. Особое внимание на это следует обращать в том случае, если производилась разборка передаточных шестерен распределительного вала.

Перед проверкой элементов газораспределения необходимо повернуть коленчатый вал двигателя на два-три оборота, по-

сле чего надо установить зазоры у впускных и выпускных клапанов. Допустимые зазоры приведены в табл. 2.

Во избежание повреждения клапанов и передаточного механизма при первом после ремонта проворачивании необходимо коленчатый вал двигателя повернуть осторожно на угол, при котором начнется открытие ближайшего по очередности к открытию клапана. Определяют угол начала открытия и, если последний совпадает с данными круговой диаграммы, приступают к проверке газораспределения.

Элементы газораспределения определяют по всем цилиндрам при проворачивании коленчатого вала (реверсивных двигателей) на передний и задний ход.

Медленно проворачивая коленчатый вал, фиксируют начало открытия и закрытия клапанов и по ободу маховика определяют угол начала открытия и закрытия клапанов.

Результаты замеров заносят в специальную таблицу и сравнивают с круговой диаграммой. Круговые диаграммы двигателей приведены на рис. 112 и 113. Отклонения в моментах открытия и закрытия клапанов должны быть в пределах $\pm 3^\circ$.

При определении моментов открытия и закрытия клапанов необходимо иметь в виду, что при повороте коленчатого вала на 1° точка на ободу маховика проходит путь, равный $\frac{3,14}{360} D_{max}$ длины окружности обода маховика (здесь D_{max} — диаметр обода маховика в мм).

Ниже приведены диаметры обода маховика для двигателей следующих марок:

Марка двигателя	D_{max} , мм
8NVD-48 и 6NVD-48	1250
8NVD-36	950
4NVD-24	900

Одновременно проверяют моменты открытия и закрытия пусковых клапанов. При этом предварительно убеждаются в совпадении меток, нанесенных на корпусе и цилиндрической части распределительного золотника (двигатели типа NVD-48 и NVD-36), для чего при проворачивании коленчатого вала двигателя толкатели всех распределительных золотников рукой поочередно прижимают к кулачным шайбам в момент нахождения цилиндрической части последних под хвостовиками толкателей. При правильной сборке контрольные метки должны совпасть.

В случае несовпадения меток, ослабив стопорную гайку штока золотника, поднимают или опускают золотник, одновременно прижимая толкатель к шайбе. После совмещения меток стопорную гайку законтривают.

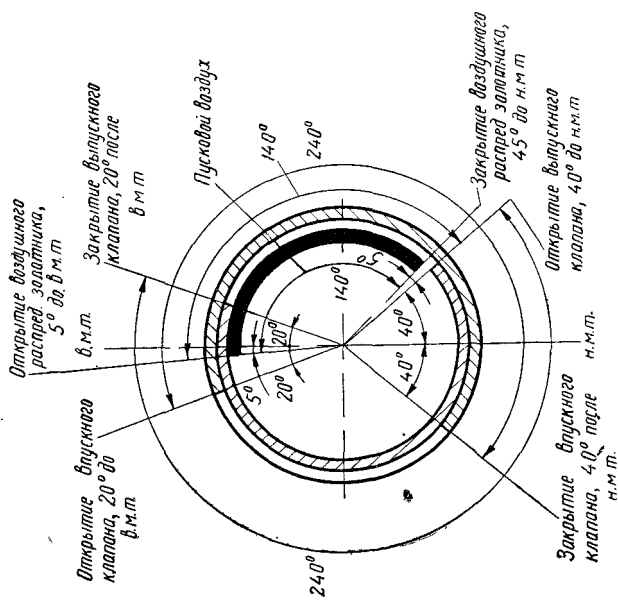


Рис. 112. Круговая диаграмма газораспределения двигателей типа NVD-48 и NVD-36.

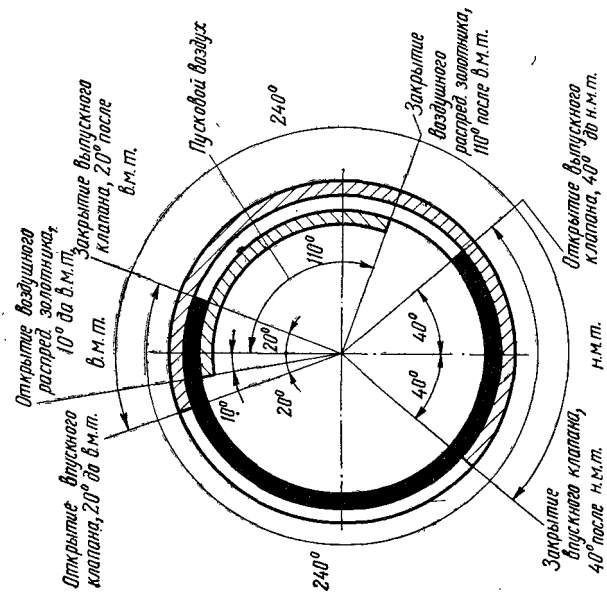


Рис. 113. Круговая диаграмма газораспределения двигателей типа NVD-24.

Момент открытия пусковых клапанов проверяют следующим образом.

Повернув рукоятку реверса в положение «передний ход» (двигатели типа *NVD-48* и *NVD-36*), медленно проворачивают коленчатый вал и, прижимая толкатель распределительного золотника к поверхности кулачной шайбы, замером сверху, отдам ниппель 8 (см. рис. 37), определяют момент закрытия кромкой золотника атмосферного отверстия в корпусе 7, что соответствует началу поступления воздуха в пусковой канал, а следовательно, и открытию пускового клапана. Открытие атмосферного канала в корпусе 7 соответствует закрытию пускового клапана.

Начало открытия и закрытия пускового клапана в двигателях типа *NVD-24* определяют по открытию и закрытию поршнем 3 золотника (см. рис. 38) канала 2.

Полученные результаты не должны отличаться от приведенных в диаграмме газораспределения больше чем на $\pm 3^\circ$.

НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА ФОРСУНОК

Форсунка — важнейший узел двигателя, обеспечивающий нормальный процесс сгорания топлива в рабочем цилиндре. Неотрегулированные форсунки приводят к ненормальной работе двигателя. Засорение сопла сопровождается резкими ударами струй топлива в форсуночной трубке с одновременным повышением ее температуры и понижением давления вспышки в цилиндре. Зависание иглы форсунки в открытом положении, а также трещины в сопле или чрезмерная разработка сопловых отверстий являются причинами дымной работы цилиндра и повышенной температуры выпускных газов.

Переборку форсунок при их наладке и регулировке следует производить с соблюдением строжайшей чистоты.

Во время разборки форсунки нельзя применять больших усилий, так как это может привести к повреждениям и забоинам ее деталей.

При проверке форсуночной иглы необходимо обращать внимание на наличие натиров и наклепов на направляющей части, а также на конической части и на противоположном конце ее. Если на конусе иглы имеется небольшой наклеп или забоина, то иглу надо притереть к гнезду самым тонким притирочным материалом — «шестидесятиминутным» или «восьмидесятиминутным» корундовым порошком, либо самой тонкой пастой ГОИ.

При притирке конуса иглы и направляющей нельзя допускать попадания притирочного материала на направляющую поверхность. При попадании на нее притирочного материала форсуночная пара может быть выведена из строя. Не следует злоупотреблять излишней притиркой, так как в результате из-

лишней притирки на конусе иглы может образоваться заплечик, который будет препятствовать нормальной посадке иглы в гнездо.

При проверке следует обращать внимание на отсутствие трещин в направляющей иглы.

В исправной паре игла — направляющая смазанная тонким слоем топлива игла при уклоне в 45° должна от собственного веса плавно опускаться в иглодержатель.

Направляющая с иглой является прецизионной парой, поэтому, если необходимо заменить иглу или направляющую, надо заменять комплектно пару.

Остальные детали форсунки — распылитель, ограничитель подъема иглы, шпиндель, пружину — следует проверять на отсутствие трещин, задиров, перекосов. Форсуночный фильтр должен быть очищен и промыт.

Перед сборкой детали форсунки промывают в профильтрованном дизельном топливе, а топливные каналы продувают сжатым воздухом.

Собранную форсунку опрессовывают дизельным топливом в течение 5 мин при давлении $360\text{--}400\text{ кг/см}^2$. При этом через все соединения форсунки и шаровой клапан подтеканий топлива не должно быть.

Не затягивая пружину, форсунку необходимо тщательно прокачать¹, чтобы в ней не осталось воздуха. Затем, постепенно поджимая пружину форсунки, следует установить давление впрыскивания, равное для двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* $280\text{--}300\text{ кг/см}^2$ и для двигателей типа *NVD-24* $270\text{--}280\text{ кг/см}^2$.

После регулировки упругости форсуночной пружины форсунку необходимо проверить на качество распыливания топлива. При этом необходимо обращать внимание на то, чтобы не были засорены отверстия распылителей. Для этого под форсунку подставляют лист чистой белой бумаги и резким нажатием на рычаг насоса подают одну порцию топлива. Если на бумаге прорванные мест будет меньше, чем отверстий в распылителе, это означает, что часть отверстий засорено.

Прорванные места на бумаге должны быть расположены равномерно по одной окружности.

В случае засорения распылителя форсунку надо разобрать, все отверстия распылителя прочистить иглой, а распылитель промыть в чистом топливе.

Прочищать отверстия распылителя без разборки форсунки не разрешается, так как грязь в этом случае останется внутри форсунки и вновь засорит отверстия распылителя.

¹ При прокачивании форсунки нельзя подставлять руки под распылитель, так как струи топлива могут пробить кожу и вызвать заболевание.

Распыленное топливо должно иметь туманообразное состояние с плотностью, равномерно убывающей к видимым границам факела распыла.

При визуальной проверке качества распыливания не должно быть заметно отдельно вылетающих капель, нитей и местных сгущений топлива. Начало и конец впрыскивания должны быть резкими. Распыливание топлива должно сопровождаться звенящим звуком. Потение распылителя и набегание на нем капли топлива не допускается. При медленном повышении давления в форсунке на распылителе не должно быть следов подтекания топлива. Следов подтекания топлива не должно быть и после пяти-шести подач топлива. Подтекающую форсунку нужно разобрать для осмотра и устранить дефект.

НАЛАДКА И РЕГУЛИРОВКА ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ

Проверка герметичности топливных насосов и плотности плунжерных пар

Если топливный насос подвергался разборке с целью ремонта или замены его деталей, то после сборки полость высокого давления топливного насоса должна быть проверена на герметичность.

Герметичность полости высокого давления топливного насоса двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* на судне можно проверить гидравлическим испытанием через форсуночную трубку, свободный конец которой должен быть присоединен к ручному насосу для опрессовки форсунок.

Нагнетательный клапан у проверяемого топливного насоса надо вынуть, а плунжер поставить в положение, при котором отсечное отверстие в направляющей втулке будет перекрыто (плунжер в положении подачи).

Герметичность насоса проверяют при давлении до 360 кг/см^2 , создаваемом ручным прессом. Подтеканий топлива в соединениях не допускается.

Полость высокого давления топливного насоса двигателя типа *NVD-24* следует проверять на герметичность, не вынимая нагнетательный клапан, так как в противном случае при установке его на место после опрессовки герметичность насоса может быть вновь нарушена. На нагнетательный штуцер топливного насоса с помощью специального тройника устанавливают манометр со шкалой до 400 кг/см^2 . Можно использовать манометр насоса для опрессовки форсунок, который подсоединяют к проверяемому топливному насосу через форсуночную трубку.

Герметичность насоса проверяют также при давлении до 360 кг/см^2 , создаваемом с помощью ручной прокачки. Подтеканий топлива не допускается.

Плотность плунжерных пар топливных насосов в судовых условиях проверяют следующим образом. Форсунку снимают с двигателя и присоединяют ее к топливной трубке с направлением распыла топлива наружу. Затем быстро прокачивают топливо (со скоростью одного хода плунжера в секунду) и производят впрыскивание. Если при этом не будет ощущаться сильного сопротивления, значит плотность плунжерных пар (при отсутствии подтеканий в соединениях) недостаточна.

Для более точной оценки плотности плунжерной пары (при наличии герметичности в соединениях) к нагнетательному штуцеру через специальный тройник присоединяют манометр со шкалой до 400 кг/см^2 и подбирают груз и длину плеча рычага ручной прокачки таким образом, чтобы при свободном воздействии груза на рычаг создавалось давление топлива над плунжером, равное $200 \pm 10 \text{ кг/см}^2$.

Плотность плунжерной пары считается удовлетворительной (для новой пары), если под влиянием свободного воздействия груза и при обеспечении над плунжером указанного выше давления топлива время подъема плунжера на величину, соответствующую максимальной подаче, составит не менее 15 сек . Плотность плунжерной пары проверяют опрессовкой ее профильтрованной смесью дизельного топлива с маслом вязкостью $9,9\text{—}10,9 \text{ сст}$ при 20°С или профильтрованным дизельным топливом (ГОСТ 305—62) при той же температуре.

Топливные насосы проверяют на герметичность и плотность не менее двух раз. При расхождении показаний более чем на 20% топливный насос надо разобрать, осмотреть и устранить дефекты. На все притертые места необходимо обратить особое внимание. Прокладки, имеющие забоины, заломы, трещины и другие пороки, устанавливать не разрешается. Все устанавливаемые красномедные прокладки необходимо отжигать.

На двигатель должны устанавливаться насосные пары с расхождением показаний по плотности не более чем на $\pm 10\%$ от средней плотности плунжерных пар всех насосов.

Плотность нагнетательных клапанов топливных насосов по посадочному конусу можно проверить, создавая давление над клапаном до 280 кг/см^2 , с помощью насоса для опрессовки форсунок через форсуночную трубку. При этом плунжер надо ставить в положение нулевой подачи. Если давление создать не удастся или оно после прекращения подачи быстро падает, значит плотность нагнетательного клапана недостаточна.

Регулировка начала подачи топлива

Если регулировка двигателя осуществляется после его ремонта, то перед проверкой и регулировкой начала подачи топлива следует проверить правильность монтажа распределительного вала.

Предварительную проверку начала подачи топлива производят по величине хода плунжера топливного насоса при положении поршня данного цилиндра в в. м. т. Для этого, проворачивая двигатель на передний ход и подводя ролик толкателя топливного насоса каждого цилиндра на цилиндрическую часть топливной кулачной шайбы, при помощи регулировочного болта совмещают риски, имеющиеся на направляющей втулке 16 и стакане 17 (см. рис. 21), корпусе 1 и стакане 9 (см. рис. 22). Затем подводят поршень каждого цилиндра в в. м. т. и при помощи циркуля-измерителя замеряют, ориентируясь по имеющимся рискам, величину подъема плунжера, которая для нового и капитально отремонтированного двигателя должна находиться в следующих пределах (на задний и передний ход):

Тип двигателя	Подъем плунжера, мм
NVD-48	1,7—2,1
NVD-36	1,4—1,8
NVD-24	3,0

Как установлено практикой, эти величины подъема плунжера должны соответствовать углу опережения подачи топлива, составляющему 21—23° до в. м. т.

Аналогичную проверку подъема плунжера топливного насоса до в. м. т. главных двигателей производят при проворачивании их и на задний ход.

Проверка начала подачи топлива по ходу плунжера не исключает необходимости проверки начала подачи топлива по углу поворота коленчатого вала.

Величина подъема плунжера от начала набегания ролика толкателя на кулачную часть шайбы до прихода поршня данного цилиндра в в. м. т. на задний ход должна быть несколько больше (на 0,3—0,4 мм), чем на передний ход с тем, чтобы пуск двигателя на задний ход при реверсировании был более надежным и безотказным.

Если величина подъема плунжера топливного насоса до положения поршня в в. м. т. на передний ход значительно отличается от хода плунжера до положения поршня в в. м. т. на задний ход, то выравнять ход плунжера можно перестановкой кулачной шайбы топливного насоса.

Во всех случаях следует помнить, что при перестановке топливной кулачной шайбы, например в сторону увеличения угла опережения на передний ход, угол опережения подачи топлива на задний ход соответственно уменьшится.

Указанное выравнивание угла опережения подачи топлива относится к двигателям, имеющим одну топливную кулачную шайбу.

Определение и установку угла опережения подачи топлива в градусах поворота коленчатого вала производят при помощи

моментоскопа (по мениску) и выполняют в следующей последовательности:

на нагнетательный штуцер топливного насоса устанавливают моментоскоп;

двигатель проворачивают вручную и поршень проверяемого цилиндра устанавливают в положение $30-40^\circ$, не доходя до в. м. т. в такте сжатия;

с помощью ручной прокачки удаляют воздух из насоса и моментоскопа. Стеклообразную трубку моментоскопа заполняют топливом примерно до половины;

медленно вращая коленчатый вал по ходу, замечают момент начала движения топлива в стеклообразной трубке; это и есть начало подачи топлива. По маховику определяют угол от данного положения до в. м. т. Если угол не составляет $21-23^\circ$ (для всех двигателей типа *NVD*) и отличается более чем на 3° от этой величины, то необходимо переставить кулачную шайбу.

Во избежание возможных ошибок угол опережения подачи топлива как по ходу плунжера топливного насоса, так и по углу поворота коленчатого вала определяют не менее 2—3 раз.

Изменяют угол опережения подачи топлива следующим образом. На цилиндрической поверхности топливной кулачной шайбы и втулки, на которой она крепится, карандашом наносят риску для фиксирования положения шайбы. Затем отдают стопорную гайку и осторожно выводят шайбу из зацепления.

При необходимости увеличить угол опережения подачи топлива топливную кулачную шайбу переставляют от фиксированного положения на необходимое количество зубцов в сторону вращения распределительного вала, для уменьшения — в сторону, противоположную вращению распределительного вала. При перестановке топливной кулачной шайбы на один зубец угол опережения подачи топлива изменяется на 4° поворота коленчатого вала. Давление горения при этом изменяется на 3—4 кг/см^2 .

При проверке и установке угла опережения подачи топлива на передний ход проворачивать вал двигателя необходимо только по ходу, с тем чтобы выбрать зазоры в передаче. При проверке и установке опережения подачи топлива на задний ход проворачивать вал двигателя необходимо только на задний ход по той же причине

Регулировка топливных насосов на равномерность подачи топлива

Для обеспечения равномерной загрузки двигателя по цилиндрам необходимо, чтобы подача топлива в каждый цилиндр была не только одинаковой по углу опережения, но и равномерной по количеству. Перед тем как приступить к регулировке

топливных насосов на равномерность подачи, регулируют привод регулировочной тяги топливных насосов на нулевую подачу следующим образом. Привод осматривают, выбирают излишние зазоры в отдельных узлах, обеспечивая, однако, легкий и плавный ход тяги без заедания.

Регулировочную тягу с пусковой рукояткой устанавливают в положение нулевой подачи и осуществляют прокачку топливных насосов вручную.

При этом топливо из нагнетательных штуцеров не должно выходить. В том случае, если выключения насосов не произошло, регулировочным болтом передвигают тягу топливных насосов вправо до выключения подачи топлива и контрят ее в этом положении.

Затем каждую штатную снятую форсунку подсоединяют к своему топливному насосу. Конец форсунки опускают в мензурку и при положении тяги, соответствующем примерно 75—100%-ной нагрузке, изменением высоты регулировочного болта толкателя добиваются, чтобы за одинаковое число подач при ручной прокачке было собрано равное по всем насосам количество топлива. Разницу в подаче топлива по отдельным цилиндрам не следует допускать более $\pm 2\%$ от средней подачи по всем цилиндрам.

Окончательную регулировку распределения нагрузки по цилиндрам осуществляют по основным параметрам теплового процесса при работающем двигателе на полной нагрузке.

§ 2. ОБКАТКА, ШВАРТОВЫЕ И ХОДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ И РЕГУЛИРОВКА ЕГО В ГОРЯЧЕМ СОСТОЯНИИ

ПОДГОТОВКА ДВИГАТЕЛЯ К ОБКАТКЕ

Перед приготовлением двигателя к пуску для обкатки, кроме операций, указанных в главе III, выполняют следующие подготовительные работы:

проверяют наличие технической документации на двигатель и агрегаты (паспортов, формуляров и журналов технического состояния), проверяют заполнение их по результатам обмера деталей, проведенного ремонта и регулировки двигателя в холодном состоянии;

проверяют наличие актов на агрегаты, прошедшие стендовые испытания отдельно от двигателя¹. К таким агрегатам относят-

¹ Если на ремонтном заводе нет стендов для испытания агрегатов, то по согласованию с заказчиком агрегаты можно устанавливать на двигатель без предварительной их обкатки и испытаний.

ся топливная аппаратура (насосы и форсунки), масляный насос, навесной компрессор, водяной насос;

очищают двигатель, обслуживающие его механизмы, системы и трюм от грязи, воды, масла;

проверяют окончание сборки двигателя, наличие и комплектность всех агрегатов и навешенных механизмов в соответствии с чертежами и техническими условиями, а также затяжку и шплинтовку всех гаек;

осматривают внутренние полости всех цилиндров, для чего снимают форсунки и опускают лампочку через форсуночное отверстие;

проверяют наличие всех штатных контрольно-измерительных приборов и сроки их последней госпроверки согласно § 5 гл. V;

приготавливают пиметр, индикатор, ручной тахометр, секундомер и другие приборы, которые могут потребоваться и при обкатке двигателя для контроля за его параметрами;

оборудуют топливную систему двигателя мерным бачком для замера расхода топлива;

проверяют сертификаты на топливо и масло и соответствие последних действующим ГОСТам;

проверяют комплектность и качество сборки всех систем двигателя (водяной, топливной, масляной, воздушной);

провертывают двигатель валоповоротным устройством и убеждаются в отсутствии заеданий и ненормальных стуков;

продувают все цилиндры воздухом и производят пробный пуск. Работа на малых оборотах должна продолжаться не более 3—5 мин. Приводной двигатель дизель-генератора опробуют на малых оборотах без нагрузки;

до обкатки и швартовых испытаний двигателей типа *NVD-24* проверяют исправность электрооборудования: генератора, приборов контроля и управления, нагрузочного устройства. Замеряют и доводят до нормы сопротивление изоляции генератора, электрооборудования.

ОБКАТКА ДВИГАТЕЛЯ

Обкатку двигателя после его переборки без замены деталей можно производить по сокращенной программе, а при замене ответственных деталей — по полной программе.

Программа должна быть согласована с заказчиком.

Программа обкатки двигателя на судне должна включать последовательный ряд режимов работы двигателя, начиная от режима работы при числе оборотов малого хода до режима работы при максимально допустимом числе оборотов на швартовых. Если судно оборудовано винтом фиксированного шага, то максимально допустимое число оборотов главных двигателей

типа *NVD-48* при обкатке на швартовых не должно превышать 200 в минуту и двигателей типа *NVD-36—250* в минуту.

Превышение указанного числа оборотов приведет к перегрузке двигателя.

При оборудовании судна винтом регулируемого шага обкатку главного двигателя можно производить на всем диапазоне чисел оборотов. При этом шаг упора винта должен быть таким, при котором основные показатели, характеризующие нагрузку двигателя, не превышали бы соответствующих паспортных величин, полученных на заводе-изготовителе на соответствующих оборотах при стендовых испытаниях этого двигателя.

Программа обкатки двигателей типа *NVD-24* в дизель-генераторном агрегате должна включать режимы работы двигателя от малого числа оборотов холостого хода до номинального с постепенным увеличением нагрузки до полной.

В период обкатки необходимо тщательно прослушивать двигатель и наблюдать за всеми узлами и агрегатами двигателя и валопровода, не допуская перегрева и ненормальных шумов и стуков. Для осмотра мест, не доступных для этой цели при работающем двигателе, последний надо останавливать после каждого режима обкатки.

Общая продолжительность обкатки по сокращенной программе согласно ГОСТу должна составлять примерно 5—6 ч и по полной программе — 8 ч.

При удовлетворительных результатах осмотра обкатку двигателя на этом заканчивают. Если во время обкатки на каком-либо режиме обнаружены существенные дефекты, после их устранения обкатку двигателя на этом режиме необходимо повторить.

ШВАРТОВЫЕ И ХОДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Швартовые испытания

К швартовым испытаниям допускаются только двигатели, прошедшие после ремонта обкатку и регулировку под наблюдением ОТК и имеющие оформленную последним приемочную документацию.

Готовность судна (а следовательно, двигателей и других механизмов и систем) к проведению швартовых испытаний определяется приказом директора судоремонтного предприятия.

При проведении ремонта двигателей силами машинной команды готовность их к обкатке и швартовым испытаниям определяется в зависимости от обстановки и назначения двигателя старшим механиком судна и службой эксплуатации судовладельца.

На швартовых и ходовых испытаниях приемку главных и вспомогательных двигателей осуществляют представители заказчика и Морского регистра СССР.

На судне двигатель испытывают со всеми штатными приборами, механизмами и оборудованием, необходимыми для его обслуживания.

Резервные механизмы, обслуживающие судовой двигатель (масляные и водяные насосы, воздушные компрессоры и др.), испытывают одновременно с испытанием двигателя.

Перед началом приемочных швартовых испытаний судоремонтный завод предъявляет представителям заказчика и Морского регистра СССР:

договор на ремонт судна, ремонтную ведомость, акты на приемку выполненных ремонтных работ, чертежи, необходимые для приемки, и согласованную программу швартовых и ходовых испытаний судна;

документацию на приемку отделом технического контроля отдельных узлов или механизмов. В случае, если тот или иной узел или механизм принимали представители заказчика и Морского регистра СССР, судоремонтный завод дополнительно предъявляет документацию, подтверждающую указанную приемку;

сертификаты на материалы основных замененных деталей двигателя или материалы, использованные при его ремонте, а также на топливо и масло;

технические формуляры и паспорта¹ на механизмы, приборы, сосуды высокого давления и оборудование, формы протоколов и таблиц испытаний;

перечень отклонений от технического проекта с указанием на основании каких решений сделаны отклонения.

Вся документация должна быть передана заказчику до подписания приемного акта.

В процессе швартовых испытаний главного двигателя с обслуживающими агрегатами, приборами, трубопроводами и валопроводом проверяют:

а) качество монтажа, комплектность механического оборудования, приборов (со сроками последней проверки), трубопроводов и систем в машинном отделении и соответствие чертежам, а также удобство обслуживания всех механизмов, установленных в машинном отделении;

б) легкость и надежность пуска;

в) возможное количество пусков от «холодного» состояния двигателя, допускаемое имеющейся емкостью баллонов (не менее 12 пусков), продолжительность пусков и реверсов и мини-

¹ Технические формуляры и паспорта до окончательной сдачи их заказчику должны быть заполнены судоремонтным предприятием данными, полученными в результате швартовых и ходовых испытаний.

мальное давление сжатого воздуха, при котором может производиться безотказный пуск двигателя;

г) исправность работы двигателей, обслуживающих их механизмов, систем и устройств на режимах в соответствии с программой швартовых испытаний. На всех режимах работы главного двигателя замеряют число оборотов, температуру выпускных газов, температуру воды в системе охлаждения, давление и температуру в системе циркуляционной смазки, противодействие в выпускном трубопроводе, температуру воздуха, поступающего в двигатель, барометрическое давление, максимальное давление сгорания по цилиндрам, давление в конце цикла сжатия по цилиндрам, среднее индикаторное давление по времени по цилиндрам.

Результаты замеров заносятся в специальные таблицы, прилагаемые к акту о приемке двигателя на швартовых испытаниях;

д) плотность соединений трубопроводов и надежность закрепления их на подвесках;

е) управление подачей топлива;

ж) зарядку пусковых баллонов сжатым воздухом от навешенного на двигатель компрессора и выпускными газами;

з) работу навешенных на двигатель масляного, топливного и водяного насосов;

и) работу всей линии валопровода с периодической проверкой температуры (на ощупь) опорных подшипников, переборочных и дейдвудного сальников (при этом вибрация валопровода не допускается);

к) работу всережимного регулятора — поддержание наименьшего числа оборотов двигателем, неточность установки заданного числа оборотов и другие элементы в соответствии с изложенным в § 3 главы IV и паспортными данными;

л) предварительную регулировку двигателя по наибольшему давлению сгорания, температуре выпускных газов по цилиндрам и среднему индикаторному давлению по времени. При винте фиксированного шага числа оборотов главного двигателя на швартовых испытаниях не должны превышать ранее указанных.

В процессе швартовых испытаний дизель-генератора осуществляют проверку по первым восьми пунктам («а» — «з»), относящимся к швартовым испытаниям главного двигателя.

Число оборотов приводного двигателя в дизель-генераторном агрегате устанавливают равным номинальному числу оборотов при номинальной нагрузке генератора; изменение числа оборотов двигателя путем ручной регулировки при работе на других режимах (нагрузке) не допускается.

При этом проверяют соответствуют ли паспортным данным разность чисел оборотов холостого хода и при номинальной нагрузке, скачок числа оборотов при внезапном изменении на-

грузки от 100% до 0 и от 0 до 100%, время достижения нового установившегося числа оборотов и другие регуляторные характеристики в соответствии с изложенным в § 3 главы IV.

Дизель-генератор, как и другие устройства, системы и приборы, работа которых не связана с ходом судна, может быть предъявлен представителю заказчика и Морского регистра СССР для окончательной приемки его в период швартовых испытаний.

Во время швартовых испытаний на режиме допустимых максимальных оборотов двигатель должен отработать на резервном охлаждении и на смазке от резервного насоса не менее 30 мин.

Ходовые испытания

Ходовые испытания двигателя проводят после окончания швартовых испытаний и устранения всех выявленных дефектов.

Готовность двигателя к проведению ходовых испытаний определяется решением директором судоремонтного завода (согласованным с заказчиком и Морским регистром СССР) о готовности судна к проведению ходовых испытаний, а при саморемонте — службой эксплуатации или в зависимости от обстановки капитаном судна.

При проведении ходовых испытаний окончательно проверяют надежность действия двигателя, обслуживающих его механизмов, трубопроводов, устройств и приборов в ходовых условиях.

Главный двигатель с обслуживающими его механизмами, трубопроводами, валопроводом и приборами на ходовых испытаниях проверяют на режимах в соответствии с согласованной программой. Продолжительность испытаний и количество оборотов на каждом режиме должны соответствовать действующим ГОСТам.

На всех режимах работы главного двигателя на ходовых испытаниях замеряют параметры, указанные ранее для швартовых испытаний в п/п «г». Кроме того, замеряют расход топлива, а на режиме полной мощности (выборочно) — расход циркуляционной смазки и определяют мощность двигателя.

Характеристики двигателей и других механизмов фиксируют в соответствующих протоколах и таблицах, а необходимые из них заносят в приемо-сдаточную документацию (формуляры, паспорта и др.).

Проверяют реверсирование двигателя с переднего хода на задний и обратно и режимную работу двигателя на задний ход. Количество реверсов и режимы заднего хода должны быть предусмотрены программой испытаний.

Валопровод с опорными подшипниками испытывают на режимах работы главного двигателя; при этом проверяют температуру (на ощупь) подшипников, переборочных и дейдвудного

сальников. Во время указанных испытаний вибрации валопровода не допускается.

При вынужденных перерывах режимов швартовых или ходовых испытаний вопрос о повторении испытания на данном режиме или всего испытания решает в зависимости от причин остановки представитель ОТК при заводском этапе швартовых испытаний или представитель заказчика и Морского регистра СССР при приемочном этапе испытаний (швартовых или ходовых).

После окончания ходовых испытаний проверяют состояние всей механической установки судна, а в случае необходимости производят контрольное вскрытие тех механизмов, оборудования, систем и устройств или их отдельных узлов, во время работы которых были обнаружены ненормальности.

После контрольных вскрытий и устранения дефектов главного двигателя и других механизмов или аппаратуры, выявившихся в процессе испытаний и требующих проверки в ходовых условиях, осуществляют контрольный выход, продолжительность которого обычно не превышает 2 ч.

РЕГУЛИРОВКА ДВИГАТЕЛЕЙ В ГОРЯЧЕМ СОСТОЯНИИ

Двигатель (главный и вспомогательный) регулируют как после его ремонта или разборки, так и в том случае, если при контрольной проверке его работы были получены неудовлетворительные результаты. Регулировка двигателя должна обеспечить длительную его работу на полной нагрузке без перегрева и повышенного износа деталей с нормальным расходом топлива и масла.

Окончательную регулировку главного двигателя осуществляют на ходовых испытаниях при номинальном числе оборотов, нормальном водоизмещении судна и состоянии моря не более 3—4 баллов. При этом двигатель должен быть отрегулирован так, чтобы основные показатели его работы соответствовали паспортным данным, а неравномерность распределения нагрузки и других параметров по отдельным цилиндрам, считая от среднего значения для всех цилиндров, при номинальной мощности не превышала бы следующих предусмотренных действующими ГОСТами величин:

Параметр	Неравномерность, %
Среднее индикаторное давление	± 2,5
Максимальное давление горения	± 4
Температура выпускных газов	± 5
Давление в конце сжатия	± 2,5
Показания пиметра	± 3

Показатели работы каждого цилиндра и распределение нагрузки по цилиндрам зависят от количества топлива, сгорающего в каждом рабочем цилиндре за один рабочий цикл.

Процентное соотношение сгоревшего и несгоревшего топлива от общего количества, поданного в рабочий цилиндр, зависит от качества его распыливания, момента начала подачи, продолжительности подачи, давления и температуры в конце сжатия при прочих условиях, одинаковых для всех рабочих цилиндров данного двигателя.

Поэтому к горячей регулировке двигателя можно приступить лишь после тщательного выполнения всего объема работ по холодной регулировке, после проверки давления сжатия и когда есть твердая уверенность в хорошей работе топливной аппаратуры.

Давление в конце сжатия в каждом цилиндре проверяют при работе двигателя на наибольшей нагрузке, исключая его перегрузку при выключении одного цилиндра. Замеры производятся с помощью индикатора при выключенном топливном насосе проверяемого цилиндра.

Давление сжатия не должно быть ниже величин, приведенных в табл. 2. Оно зависит от объема камеры сжатия, состояния компрессионных поршневых колец и герметичности клапанов. Неравномерность давления сжатия по цилиндрам не должна превышать величины, приведенной выше.

При хорошем состоянии компрессионных колец и герметичности клапанов необходимое давление сжатия может быть достигнуто изменением высоты камеры сжатия. Для обеспечения нормального давления сжатия высота камеры сжатия должна быть следующей:

Тип двигателя	Высота камеры сжатия, мм
<i>NVD-48</i>	11,8
<i>NVD-36</i>	8,8
<i>NVD-24</i>	3,5

Высоту камеры сжатия можно определить с помощью двух свинцовых выжимок, устанавливаемых на кромку поршня вдоль оси коленчатого вала и обжатием крышки при положении поршня в в. м. т.

При необходимости высоту камеры сжатия можно изменять путем увеличения или уменьшения толщины прокладки под пятой шатуна при отъемном шатунном подшипнике (двигатели типа *NVD-48*) или путем изменения толщины уплотняющей прокладки под крышкой цилиндра (двигатели типа *NVD-36* и *NVD-24*).

Если высота камеры сжатия находится в норме, а давление в конце цикла сжатия мало, то причиной этого может быть неудовлетворительное состояние компрессионных поршневых колец или негерметичность клапанов.

Максимальное давление горения определяют с помощью индикатора последовательным снятием гребенок с каждого цилиндра при номинальной нагрузке двигателя. Высоты гребенок с учетом масштаба пружины индикатора дают величины максимального давления горения. Максимальное давление горения у хорошо отрегулированного двигателя должно соответствовать величинам, приведенным в табл. 2, а неравномерность распределения давления по цилиндрам — величинам, указанным ранее.

Максимальное давление горения для данного двигателя при прочих равных условиях зависит от давления в конце сжатия, момента начала подачи топлива в цилиндр и качества работы топливной аппаратуры.

При нормальном давлении сжатия и хорошей работе топливной аппаратуры регулировка максимального давления горения сводится к регулировке момента начала подачи топлива (угла опережения подачи).

Низкая величина давления горения указывает на неудовлетворительную работу топливного насоса или форсунки, если при этом температура выпускных газов была выше нормальной, а угол опережения подачи топлива установлен правильно. В этом случае необходимо проверить и устранить все имеющиеся дефекты топливной аппаратуры. Форсунки следует вынуть из крышек цилиндров, проверить и отрегулировать на давление и качество распыливания топлива.

Давление затяжки пружин форсунок должно соответствовать величинам, приведенным в табл. 2.

Для снижения максимального давления горения необходимо уменьшить угол опережения подачи топлива.

Среднее индикаторное давление по времени, определяемое с помощью пиметра, является параметром, по которому судят о распределении нагрузки по цилиндрам.

Опытными данными установлено, что значение среднего индикаторного давления по времени при полной нагрузке двигателя должно составлять 5,1—5,2 кг/см^2 .

Если при проверке окажется, что это давление у части цилиндров ниже или выше, чем у остальных цилиндров, то нагрузку на эти цилиндры необходимо увеличить или уменьшить путем соответствующего изменения количества подаваемого топлива с помощью регулирующего болта толкателя.

Для увеличения количества подаваемого на цикл топлива регулировочный болт толкателя необходимо завернуть на меньшую величину (на половину оборота или на один оборот). Для уменьшения количества подаваемого топлива регулировочный болт толкателя необходимо вывернуть на соответствующую величину. По окончании регулировки регулировочный болт надо закрепить контргайкой.

При этом следует иметь в виду, что при уменьшении подачи топлива в один из цилиндров нагрузка на другие цилиндры несколько увеличится, так как регулятор стремится поддерживать число оборотов двигателя постоянным.

После окончательной регулировки разница по цилиндрам среднего индикаторного давления по времени не должна превышать величины, указанной выше.

Температура выпускных газов зависит от нагрузки двигателя и правильности протекания рабочего процесса в цилиндре.

Максимальная температура выпускных газов и допустимая разница ее по цилиндрам для всех двигателей должны быть не более величин, приведенных выше.

Температуру выпускных газов нужно проверять и регулировать одновременно с регулировкой распределения нагрузки по цилиндрам с помощью пиметра.

Температуру выпускных газов по цилиндрам при регулировке двигателя рекомендуется замерять комплектом термометров, сверенных по контрольному термометру, что позволит избежать при замерах температуры ошибок за счет погрешности показаний термометров.

При хорошо работающей топливной аппаратуре, правильно установленном угле опережения подачи топлива и удовлетворительных других факторах, влияющих на процесс горения, высокая температура выпускных газов указывает на слишком большую нагрузку двигателя или отдельных цилиндров и, наоборот, слишком низкая температура выпускных газов свидетельствует о малой нагрузке двигателя или его отдельных цилиндров.

Повышение температуры выпускных газов сверх допустимой величины вызывается следующими основными причинами: наличием «тяжелого» винта, т. е. винта, основные элементы которого не соответствуют необходимым расчетным величинам для данного корпуса; намоткой даже в незначительном количестве сетей или тросов на винт; перегрузкой судна; поздней подачей топлива вследствие неправильной установки топливной кулачной шайбы; неудовлетворительной работой топливной аппаратуры; неправильным распределением нагрузки по цилиндрам.

Работа двигателя с повышенной температурой выпускных газов приводит к преждевременному выгоранию рабочих полей выпускных клапанов и загоранию поршневых колец.

При увеличении температуры выпускных газов свыше допустимых величин необходимо выявить и устранить причину, вызвавшую повышение температуры.

Повышенную температуру выпускных газов, вызванную перегрузкой отдельных цилиндров, выравнивают путем изменения количества подачи топлива на цикл при помощи регулировочного болта толкателя топливного насоса.

§ 3. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Все применяемые для испытания измерительные приборы должны иметь паспорта проверок или пломбы.

Отсчеты и измерения параметров работы двигателя на всех режимах надо производить при установившемся его тепловом состоянии. В соответствии с ГОСТом количество замеров в зависимости от продолжительности испытания двигателя должно быть не меньше, чем указано ниже:

Продолжительность испытания на заданном режиме, ч	Количество замеров
От 1/2 до 1	2
Свыше 1 до 3	3
» 3 до 6	4
» 6 до 9	5
» 9 до 12	6

На режиме холостого хода надо измерять только числа оборотов и давление в системе циркуляционной смазки, а на режиме минимальных устойчивых оборотов — и мощность.

Определение мощности

Нагрузку на двигатель при испытании его на судне определяют путем сопоставления температуры выпускных газов, расхода топлива и других параметров с аналогичными показателями, полученными при стендовых испытаниях данного двигателя.

При одних и тех же числах оборотов при одинаковых расходах топлива максимальное давление горения и температура выпускных газов не должны отличаться от соответствующих значений этих параметров, полученных при стендовых испытаниях данного двигателя.

На рис. 114 приведены результаты проведенных заводом-строителем испытаний двигателей 8NVD-48, 6NVD-48 и 8NVD-36 на контрольном ходу.

Пунктирная часть кривых представляет собой показатели на участке перегрузки двигателя (нагрузка 100—110%). Характеристики построены по паспортным данным двигателей:

Марка двигателя	Заводский номер, год постройки
8NVD-48	27727, 1959
6NVD-48	9794, 1951
8NVD-36	18478, 1955

Эффективную мощность главных двигателей при регулировке их в судовых условиях можно определить также по расходу топлива с помощью номограмм, построенных Гипрорыбфлотом

для рассматриваемых типов двигателей (рис. 115, 116 и 117)¹. Для этого величину замеренного часового расхода топлива G кг/ч делят на число оборотов n , при котором производился

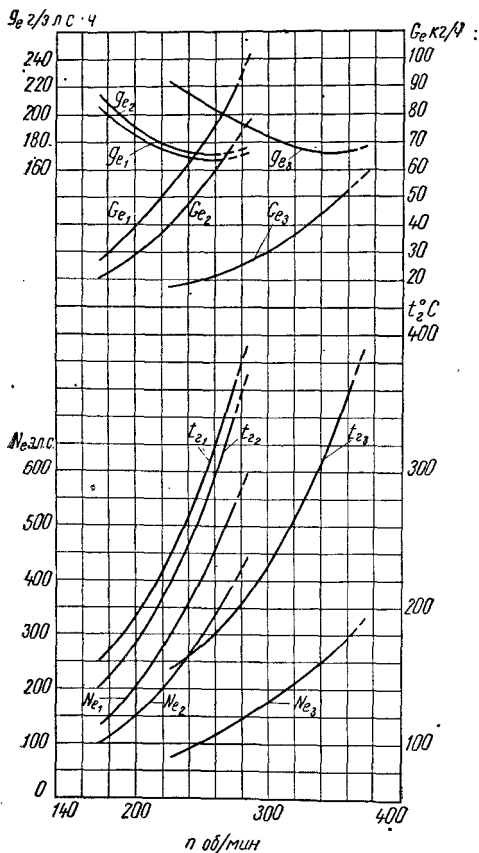


Рис. 114. Результаты испытаний двигателей на контрольном ходу судна.

Параметры с индексом 1 относятся к двигателю 8NVD-48, с индексом 2 — к двигателю 6NVD-48, а с индексом 3 — к двигателю 8NVD-36.

замер расхода топлива.

Для удобства полученную величину $\frac{G}{n}$ умножают на 1000, а затем отыскивают значение этого условного параметра на номограмме с правой стороны при соответствующем числе оборотов.

Из точки пересечения луча, соответствующего найденному условному параметру $\frac{G}{n} \cdot 1000$, и прямой, восстановленной из точки, соответствующей тому же числу оборотов, проводят линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения ее с осью ординат слева и определяют мощность двигателя.

В номограммах, изображенных на рис. 115, 116, 117, приведены значения мощностей и условных параметров, которые соответствуют таковым при нормальной заводской регулировке двигателя.

В процессе эксплуатации двигателя значение условного параметра может изменяться за счет

¹ Номограмма, изображенная на рис. 115, построена по данным стендовых испытаний двигателя 8NVD-48, установленного на СРПР «Океан». Номограмма, изображенная на рис. 116, построена по данным стендовых испытаний двигателя 6NVD-48, установленного на СРТ-4288. Номограмма, изображенная на рис. 117, построена по данным стендовых испытаний трех двигателей 8NVD-36 на заводе-изготовителе и ходовых испытаний одного из теплоходов СЗРП.

нарушения регулировки его или ухудшения работы топливной аппаратуры. Поэтому при регулировке двигателя необходимо стремиться к тому, чтобы привести величины условных параметров в соответствие с данными номограммы.

По номограммам (рис. 115, 116, 117) можно определять загрузку двигателей при обычном плавании (свободный ход), тра- лении, буксировке, циркуляции и других режимах.

Мощность дизель-генератора постоянного тока можно опре- делить по показаниям амперметра и вольтметра с учетом к. п. д. генератора по формуле:

$$N_e = 1,36 \frac{Iv}{\eta_r} \text{ э. л. с.},$$

где I — сила тока, a ;

v — напряжение, v ;

η_r — к. п. д. генератора с учетом его нагрузки.

Определение числа оборотов

Числа оборотов двигателей измеряют суммирующим счетчи- ком, тахоскопом или тахометром, обеспечивающими точность показаний с допуском на погрешность не более $\pm 0,5\%$.

Приборы для измерения числа оборотов следует тарировать не реже, чем указано в § 5 гл. V, и каждый раз перед теплотехни- ческими испытаниями и регулировкой двигателя.

Определение давления

Давление в конце хода сжатия и максимальное давление го- рения можно определять по максиметру или, как указывалось ранее, по «гребенкам», снятым механическим индикатором.

На «гребенках» указывают дату и время замера, нагрузку, число оборотов, температуру выпускных газов, масштаб пружи- ны, порядковый номер цилиндра.

Давление выпускных газов в трубопроводе замеряют с по- мощью V-образного водяного, ртутного или пружинного ма- нометра. Давление в общем выпускном трубопроводе следует измерять в месте, расположенном от присоединительного флан- ца выпускного коллектора на расстоянии одного-двух диамет- ров трубопровода.

Давление в системе смазки и охлаждения измеряют пружин- ным манометром.

Барометрическое давление измеряют барометром, причем при продолжительности испытания более 8 ч замеры производят в начале и конце испытания.

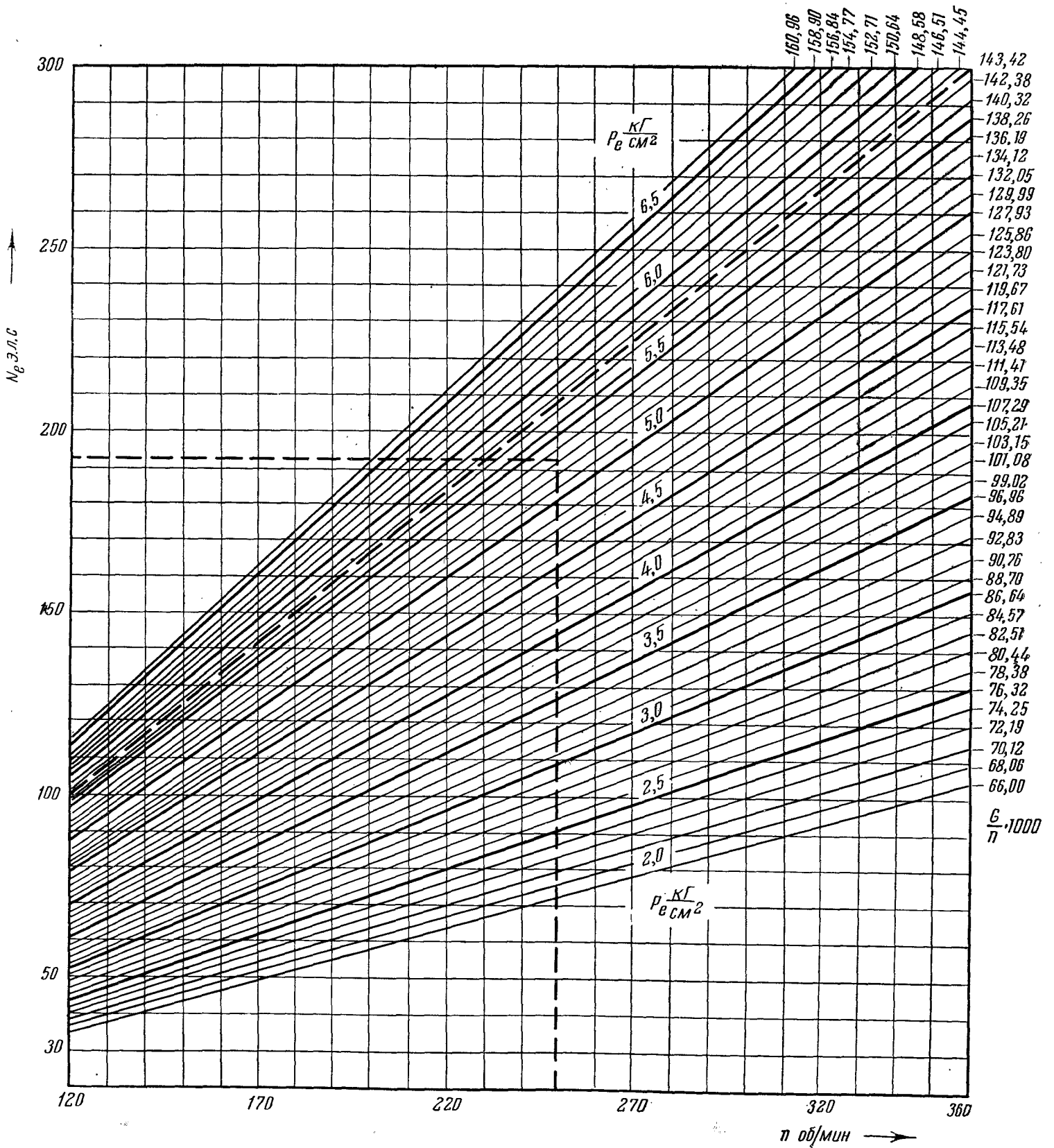


Рис. 117. Номограмма для определения нагрузки на двигатель 8NVD-36 по параметру $\frac{G}{n} \cdot 1000$.

Пример: $n = 250$ об/мин, $\frac{G}{n} \cdot 1000 = 134,12$, $N_e = 192$ э. л. с.

Чтобы не получалось дополнительных погрешностей, давление в цилиндрах при испытаниях на стенде и на месте установки двигателей измеряют приборами одинаковой конструкции. Класс точности манометров должен быть не ниже 2,5.

Определение температуры

Температуру выпускных газов можно измерять при помощи пирометрических установок или ртутных термометров.

В общем выпускном трубопроводе температуру отработавших газов замеряют в точке, находящейся на расстоянии одного-двух диаметров от присоединительного фланца выпускного коллектора.

Температуру в системах смазки и охлаждения измеряют манометрическими или ртутными термометрами.

Погрешность при замерах температуры не должна превышать $\pm 2,5^\circ \text{C}$.

Температуру выпускных газов двигателей на стенде и на судне также следует измерять приборами одинаковой конструкции, установленными в одинаковых местах.

Определение расхода смазки

Расход масла (по весу или объему) на смазку двигателя нужно определять во время испытания последнего при полной нагрузке за все время испытания на данном режиме.

При объемном методе замера на месте определяют удельный вес масла или измеряют его температуру. В последнем случае удельный вес масла можно определить с помощью графиков (рис. 118).

Определение расхода топлива

Расход топлива можно определять по весу или по объему. Погрешность при замере не должна превышать $\pm 1\%$. При объемном методе замера следует применять специальные тарированные сосуды.

Во время замера расхода топлива при испытаниях отклонение числа оборотов не должно превышать $\pm 3\%$, а отклонение нагрузки — $\pm 2\%$ от установленных для данного режима испытаний.

Методика замера расхода топлива в судовых условиях приведена в конце книги (см. Приложение).

Замеренный расход топлива данной теплотворной способности необходимо привести к расходу топлива теплотворной способностью 10000 ккал/кг.

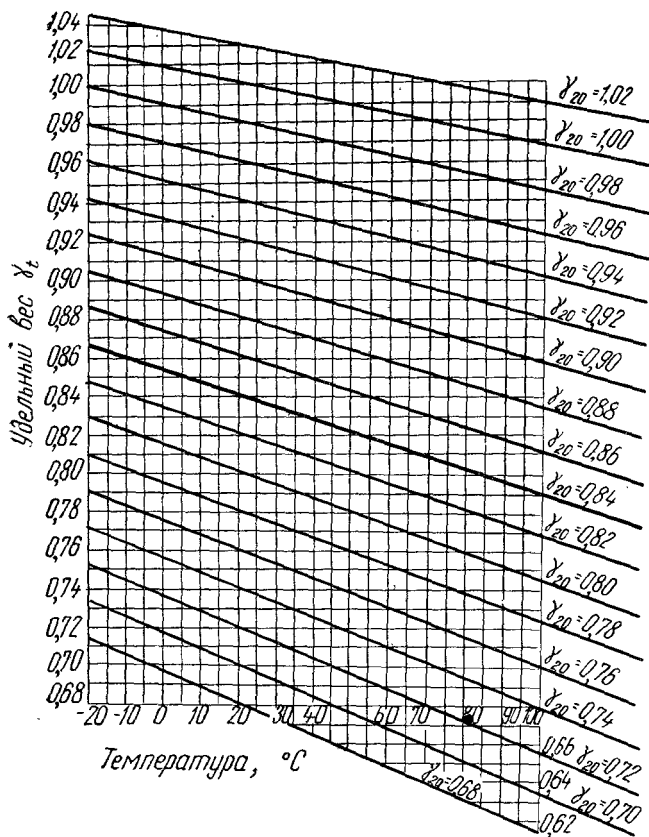


Рис. 118. Зависимость удельного веса нефтепродуктов от их температуры.

Пересчет производят по формуле:

$$G_{\text{пр}} = G \frac{Q_{\text{п}}}{10000},$$

где $G_{\text{пр}}$ — часовой или удельный расход топлива (в кг/ч или в г/э.л.с. · ч), теплотворной способностью 10000 ккал/кг;

G — часовой или удельный расход топлива (в кг/ч или в г/э. л. с. · ч), полученный во время замера при данной теплотворной способности $Q_{\text{п}}$ ккал/кг.

Периодичность проверки качества регулировки

В процессе эксплуатации периодический контроль за основными показателями работы двигателя, характеризующими качество

его регулировки, осуществляют в соответствии с положениями, изложенными в главе III.

Регулировку двигателей (главного и вспомогательных) следует производить, как отмечалось ранее, не менее одного раза в год по окончании ремонта. С целью определения уровня технического состояния двигателей в эксплуатации необходимо не реже, чем через шесть месяцев после выхода судна из ремонта проводить контрольные теплотехнические испытания.

С целью определения объема ремонтных и регулировочно-наладочных работ контрольные теплотехнические испытания следует также проводить каждый раз перед постановкой двигателей в ремонт.

При этом во избежание перегрузки или поломки двигателя перед началом теплотехнических испытаний необходимо ознакомиться со всеми записями в вахтенном журнале и устными замечаниями обслуживающего персонала.

Теплотехнические испытания двигателей проводят при полной нагрузке. Продолжительность этих испытаний определяется временем, необходимым для производства не менее трех замеров, с интервалом 20—30 мин на установившемся режиме.

Условия проведения теплотехнических испытаний (осадка судна, ветер и др.) должны соответствовать указанным в разделе «Регулировка двигателя в горячем состоянии». Для оценки технического состояния двигателя результаты проведенных испытаний следует сопоставлять с паспортными данными или с результатами испытаний после последнего ремонта.

Если параметры рабочего процесса на контрольном режиме теплотехнических испытаний выходят за пределы паспортных данных, а также, если при работе двигателя наблюдаются какие-либо ненормальности (стуки, повышенная вибрация, местный перегрев и др.), то после выявления и устранения причин ненормальной работы вновь проверяют регулировку двигателя, после чего повторяют испытания его на том же режиме.

При этом следует иметь в виду, что вплоть до достижения предельно допустимого износа основных деталей величины параметров рабочего процесса могут быть сохранены в пределах паспортных данных при условии нормальной качественной регулировки двигателя.

Если путем регулировки двигателя в процессе теплотехнических испытаний не удастся восстановить величины основных показателей теплового процесса, то надо выявить причины этого посредством освидетельствования двигателя с дефектацией его деталей и гребного винта и восстановить величины основных параметров последующим проведением ремонтных и наладочно-регулирующих работ.

Глава X

ТОПЛИВО, МАСЛО И ВОДА

Для двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24* разрешается применять только те сорта топлива и смазочного масла, которые предусмотрены заводом-изготовителем двигателей и указаны в формулярах или инструкции.

Основные сорта топлива и масла заменять другими сортами можно только по разрешению руководящей организации. При этом следует иметь в виду, что переход на другие сорта топлива и масла может потребовать изменения регулировки двигателя, а также некоторых изменений в топливной аппаратуре.

Прежде чем принимать топливо или масло на судно, необходимо проверить наличие паспорта, подтверждающего соответствие качества принимаемых горюче-смазочных материалов требованиям действующих ГОСТов или технических условий.

Давность лабораторного анализа на топливо или масло не должна превышать 6 месяцев. Если давность анализа по паспорту превышает указанный срок, следует произвести повторный их анализ. Топливо и масло без паспортов, характеризующих их качество, на судно не принимаются.

§ 1. ТОПЛИВО

Чтобы работа двигателей была экономичной и надежной, топливо, на котором они работают, должно характеризоваться такими физико-химическими показателями, которые обеспечивали бы своевременное воспламенение и сгорание его в двигателе, отсутствие нагаро- и шлакообразования, коррозионного влияния на детали двигателя и топливной аппаратуры, легкую прокачиваемость и бесперебойную подачу топлива в камеру сгорания при работе двигателя в условиях низких температур.

Своевременное воспламенение и сгорание топлива в двигателе

Экономичность работы двигателя во многом зависит от своевременного воспламенения и сгорания топлива.

Об экономичности работы двигателя можно судить по индикаторному удельному расходу топлива:

$$q_i = k \frac{p_0 \eta_v}{T_0 p_i \alpha L_0},$$

где p_0 и T_0 — давление и температура окружающей среды;
 η_v — коэффициент наполнения;
 α — коэффициент избытка воздуха;
 L_0 — теоретическое количество воздуха (в кг), необходимое для полного сгорания 1 кг топлива;
 p_i — среднее индикаторное давление;
 k — коэффициент пропорциональности.

Показателями, зависящими от качества топлива, здесь являются L_0 и p_i .

Однако для дизельного топлива L_0 изменяется незначительно, следовательно, основным фактором, определяющим экономичность, является p_i , которое зависит как от теплотворной способности, так и от своевременности воспламенения и сгорания топлива и может быть определено из индикаторной диаграммы по формуле

$$p_i = \frac{S}{V_{\pi}},$$

где S — площадь индикаторной диаграммы;
 V_{π} — объем, описываемый поршнем (для каждого данного двигателя величина постоянная).

Следовательно, величина среднего индикаторного давления p_i определяется действительной площадью индикаторной диаграммы S . Чем больше S , тем больше p_i . Максимальное значение площади S будет тогда, когда фактическое давление в цилиндре будет максимально приближаться к кривой изменения давления теоретического цикла. Величина площади S , а следовательно, и p_i в значительной степени зависит от того, в какой момент произойдет воспламенение топлива и какое количество топлива поступит в цилиндр двигателя к моменту воспламенения.

Исследованиями установлено, что площадь индикаторной диаграммы получается наибольшей при воспламенении топлива в в. м. т. или вблизи нее. Момент воспламенения топлива будет различным с изменением угла опережения подачи топлива.

На рис. 119 показано влияние количества впрыскиваемого топлива к моменту воспламенения на площадь индикаторной диаграммы.

На рис. 119 видно, что при одинаковом количестве топлива q_{τ} , подаваемого на циклы, площадь индикаторной диаграммы будет тем больше, чем больше топлива будет подано в цилиндр

к моменту начала воспламенения топлива (в точке b $\Delta q_x'' > \Delta q_x'$).

При постоянных угле опережения начала подачи (точка a) и законе подачи топлива момент воспламенения и количество топлива, впрыскиваемого в цилиндр двигателя к моменту начала воспламенения, определяются продолжительностью периода задержки воспламенения τ . С увеличением τ увеличиваются площадь индикаторной диаграммы S , среднее индикаторное давление p_i и экономичность двигателя. Однако при этом ограничивающим условием является скорость нарастания давления и максимальное давление сгорания. И, наоборот, при уменьшении τ будут уменьшаться площадь индикаторной диаграммы, среднее индикаторное давление p_i , а следовательно, будет снижаться экономичность работы двигателя.

Период задержки воспламенения топлива зависит от химического состава топлива, т. е. от содержания в нем углеводов, принадлежащих к различным химическим группам (парафиновым, нафтеновым и ароматическим), и может быть оценен по их цетановому числу. Чем выше цетановое число топлива, тем короче период задержки воспламенения, ниже максимальная скорость нарастания давления и максимальное давление сгорания, выше удельный расход топлива и температура выпускных газов. С уменьшением цетанового числа будет наблюдаться обратная картина.

Для всех двигателей внутреннего сгорания принят одинаковый закон подачи топлива (в первую и последнюю четверть $\approx 25\%$, а во вторую и третью четверть $\approx 75\%$ подачи на цикл). При этом установлено, что оптимальное цетановое число, обеспечивающее работу двигателя с допустимой скоростью нарастания давления в размере $4-6 \text{ кг/см}^2$ на 1° угла поворота коленчатого вала, составляет $40-45$.

От цетанового числа, кроме того, зависит легкость пуска двигателя при низкой температуре. При низкой температуре

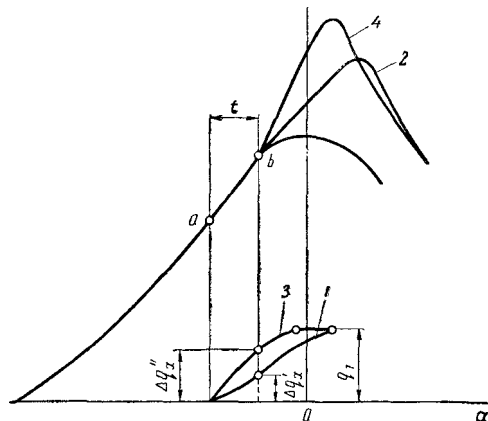


Рис. 119. Влияние закона подачи топлива на площадь индикаторной диаграммы:

1, 3 — кривые закона подачи топлива, 2, 4 — кривые рабочего процесса в цилиндре, соответствующие кривым закона подачи топлива, τ — период задержки воспламенения.

низкоцетановое топливо может не воспламениться, тогда как высокоцетановое топливо обеспечит легкий пуск двигателя.

Исследованиями установлено, что период задержки воспламенения топлива изменяется также в зависимости от давления и температуры в цилиндре.

Давление и температура в цилиндре двигателя зависят в свою очередь от условий эксплуатации, т. е. от нагрузки, числа оборотов, температуры всасываемого воздуха и других факторов.

Так, с увеличением нагрузки растет тепловыделение, а следовательно, и температура в цилиндре, что приводит к сокращению периода задержки воспламенения, увеличению площади индикаторной диаграммы S , среднего индикаторного давления и в итоге к уменьшению удельного индикаторного расхода топлива q_i . На период задержки воспламенения аналогично влияет и число оборотов, т. е. с увеличением числа оборотов период задержки воспламенения топлива в двигателе уменьшается.

Жесткость работы двигателя с увеличением нагрузки также уменьшается.

Следовательно, двигатель при работе на топливе с указанным цетановым числом (40—45) может работать наиболее экономично только на номинальной нагрузке или близкой к ней.

Нагаро- и шлакообразование

Отложение нагара и шлака на поверхности камеры сгорания двигателя может вызвать ряд нарушений нормальной его работы: закоксовывание отверстий распылителя, пригорание колец, задиры поршня и втулки и др. Считают, что образование нагара и шлака в двигателе зависит не только от конструкции двигателя, но и от качества применяемых топлива и масла и эксплуатационных режимов двигателя.

О склонности топлива к образованию нагара косвенно можно судить по коксовому числу или коксуемости 10%-ного остатка.

Чем меньше коксовое число топлива, тем меньше возможность образования нагара в двигателе.

Нагаро- и шлакообразование в двигателе можно снизить не только путем улучшения качества применяемого топлива и масла, но и посредством обеспечения процесса сгорания в соответствии с описанными выше условиями своевременного воспламенения и сгорания топлива.

Кроме того, нагаро- и шлакообразование можно снизить специальной очисткой топлива и применением присадок.

Коррозионное влияние топлива на детали двигателя и топливную аппаратуру

Повышенный износ деталей двигателя, особенно деталей цилиндно-поршневой группы и топливной аппаратуры, вызывается не только частицами нагара, но и коррозией. Последняя возникает в результате действия агрессивных веществ, образующихся при горении топлива в цилиндре.

К агрессивным веществам, находящимся в топливе, относятся кислоты и активные сернистые соединения.

О наличии кислот в топливе можно судить по кислотному числу, выраженному в мг КОН на 100 мл топлива.

В табл. 39 приведены результаты исследований [9] о влиянии на износ деталей двигателя кислот, находящихся в топливе.

Таблица 39

Показатели	Кислотность топлива в мг КОН на 100 м л	
	4	50
Снижение мощности двигателя после 500 ч работы, л. с.	5	23
Снижение производительности форсунок за один ход плунжера к начальной, %	1,94	15,4
Средний износ плунжеров за 500 ч работы, мм	0,0015	0,0023
Износ первого компрессионного кольца, мм	0,03	0,07
Слой отложений на зеркале головки блока, мм	0,05—0,08	0,12—0,15

Кислотное число ограничивается техническими условиями. В топливе, используемом для двигателей типа *NVD*, оно в соответствии с действующими ГОСТами не должно превышать 5.

Активные сернистые соединения, находящиеся в топливе, вызывают в первую очередь повышенный коррозионный износ топливной аппаратуры. Сернистые соединения (активные и неактивные), образуя при сгорании окиси SO_2 и SO_3 , вызывают повышенный коррозионный износ и цилиндно-поршневой группы.

Учитывая необходимость использования дизельного топлива с содержанием серы до 1%, необходимо принимать меры к снижению коррозионного износа, вызываемого его соединениями.

Снижение износа можно добиться следующими путями: очисткой дизельного топлива от серы; применением коррозионно-устойчивых металлов для изготовления деталей двигателя, наиболее подверженных износу (топливная аппаратура, втулка,

верхнее поршневое кольцо); применением присадок к топливу и маслам, уменьшающих коррозию и нагарообразование.

В настоящее время для снижения износа, вызываемого сернистыми соединениями, принят второй и третий пути, как наиболее экономичные.

Комплексное использование этих путей позволит применять в двигателях высокосернистое топливо без снижения их моторесурса.

Прокачиваемость топлива

Для надежной работы двигателя необходимо, чтобы топливо свободно прокачивалось по топливной системе при пониженной температуре.

О прокачиваемости топлива при низкой температуре судят по температуре его застывания и помутнения.

Температура застывания имеет важное значение при проведении складских работ по сливу, наливу и перекачке по трубопроводам топлива.

В эксплуатации двигателей существенной характеристикой, от которой зависит прокачиваемость топлива, является температура помутнения топлива, т. е. температура, при которой в топливе появляется твердая фаза (кристаллы парафина).

Если при этой температуре применять дизельное топливо, то кристаллы парафина будут осаждаться в топливном фильтре, что может вызвать перебои в подаче топлива в цилиндры двигателя.

Считают, что в случае образования на поверхности фильтра слоя парафина толщиной 3 мм подача топлива полностью прекращается.

Чтобы топливо подавалось в цилиндры двигателя бесперебойно, температура его должна быть не менее чем на 3—5°С выше температуры помутнения.

Температура застывания и температура помутнения зависят от химического состава топлива и регламентируются ГОСТами в зависимости от сезонного использования топлива.

Для двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* предусмотрено применение дизельного автотракторного топлива по ГОСТу 305—62 или дизельного топлива по ГОСТу 4749—49, либо применение солярового масла по ГОСТу 1666—51.

Для двигателей типа *NVD-24* предусмотрено применение дизельного автотракторного топлива по ГОСТу 305—62 или дизельного топлива по ГОСТу 4749—49.

Основные характеристики, которым в соответствии с ГОСТами должно удовлетворять применяемое топливо, приведены в табл. 40.

Таблица 40

Физико-химические свойства	Сорт топлива				соляровое масло, ГОСТ 1666-51
	дизельное, ГОСТ 305-62		топливо для быстро- ходных дизелей, ГОСТ 4749-49		
	зимнее З	летнее Л	летнее ДЛ	зимнее ДЗ	
Цетановое число, не менее	45	45	45	40	—
Фракционный состав:					
10% перегоняется при температуре, °С, не ниже	—	—	—	200	—
50% перегоняется при температуре, °С, не выше	250	270	290	275	—
90% перегоняется при температуре, °С, не выше	—	—	350	335	—
98% перегоняется при температуре, °С, не выше	340	360	—	—	—
Кинематическая вязкость при 20° С, <i>сст</i>	2,2—3,2	3,0—6,0	3,5—8,0	3,5—6,0	—
Вязкость при 50° С кинематическая, <i>сст</i>	—	—	—	—	5,0—9,0
соответствующая ей услов- ная, <i>град</i>	—	—	—	—	1,39—1,76
Кислотность в <i>мг</i> КОН на 100 <i>мл</i> топлива, не более	5	5	5	5	—
Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,02	0,02	0,025
Общее содержание серы, %, не более	0,6	1,0	0,2	0,2	0,2
в том числе содержание меркаптановой серы, %, не более	0,01	0,01	—	—	—
Содержание сероводорода	Отсутствие				—
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	—	—	—	—	—
Содержание механических примесей	—	—	—	—	—
Содержание воды, %, не бо- лее	—	—	—	—	Следы
Температура вспышки, опре- деляемая в закрытом тиг- ле, °С, не ниже	35	40	60	50	125 (в от- крытом тигле)
Температура застывания, °С, не выше	—35	—10	—10	—45	—20
Температура помутнения, °С, не выше	—25	—5	—5	—35	—
Содержание фактических смоля на 100 <i>мл</i> топлива, <i>мг</i> , не более	40	60	—	—	—

Физико-химические свойства	Сорт топлива				соляровое масло, ГОСТ 1666-51
	дизельное, ГОСТ 305-62		топливо для быстро- ходных дизелей, ГОСТ 4749-49		
	зимнее З	летнее Л	летнее ДЛ	зимнее ДЗ	
Йодное число, в г йода на 100 г топлива, не более	6	6	—	—	—
Коксуемость 10%-ного остат- ка, %, не более	—	—	0,5	0,5	—
Испытание на медной плас- тинке	Выдерживает				—

Наличие в дизельном топливе механических примесей, воды, смол и мазутов (характеризующихся повышенным содержанием серы) вызывает коррозию деталей и увеличенное нагарообразование на поршневых кольцах, что приводит к повышенному износу двигателей. Закоксовывание поршневых колец при этом способствует проникновению несгоревшего топлива в картерное масло и разжижению последнего. Поэтому должны быть приняты все меры для очистки топлива от указанных вредных примесей и подачи его в топливную аппаратуру только чистым. После очистки дизельного топлива содержания воды и механических примесей в нем не допускается.

В судовых условиях топливо обычно очищают тремя способами: отстаиванием в специально выделенной цистерне, сепарированием, фильтрацией. Применение всех этих способов позволяет увеличить срок службы топливной аппаратуры и двигателя в целом.

Отстаиваться топливо должно не менее 20—24 ч. Воду и отстоявшиеся осадки удаляют из цистерны через спускной кран или зачистным насосом. Качество отстоя можно определить визуально по струе, вытекающей из спускного крана, или по мерному стеклу. Отстаивание топлива является предварительным средством очистки. При отстаивании топлива уменьшение вязкости его подогревом до 50—60° С способствует выпадению взвешенных частиц и отделению воды. В любом случае, а тем более при отстаивании, содержание указанных вредных примесей (вследствие повышенного их удельного веса) в дизельном топливе не одинаково по глубине цистерны: в верхних слоях этих примесей меньше, в нижних — больше. Даже при повышенном волнении моря не происходит полного перемешивания вредных примесей с легкими фракциями топлива. Имея в виду такое изменение концентрации вредных примесей по глубине запасной цистерны и тем более при применении способа отстаив-

вания, надо помнить, что прием топлива для заполнения расходной цистерны из нижних наиболее загрязненных слоев значительно усложнит дальнейшую его очистку и может ухудшить условия работы двигателей.

Поэтому при заполнении расходной цистерны целесообразно отбирать топливо из верхних более чистых слоев в запасной цистерне. Это будет способствовать улучшению качества его

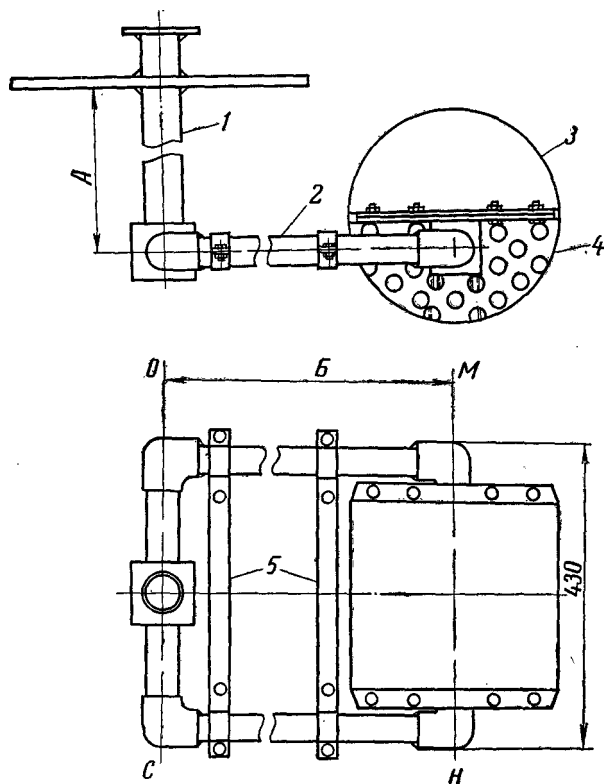


Рис. 120. Поплавковый приемник топлива:

1 — стояк с цапфой, 2 — специальные патрубки, 3 — поплавок, 4 — приемник топлива, 5 — скобы.

дальнейшей очистки. Для указанной цели можно применять поплавокый приемник топлива (рис. 120), которым оборудуется одна из запасных топливных цистерн. В этом случае нужно расходовать топливо только из этой цистерны с последующим ее пополнением топливом из других запасных цистерн.

Поплавковый приемник топлива состоит из приемного стояка с цапфой, вваренного в горловину топливной цистерны, специ-

альных патрубков, которые могут поворачиваться относительно нижней горизонтальной оси *ОС* стояка, поплавка, скрепленного с приемником топлива, и скоб, которыми скрепляются специальные патрубки. Приемник топлива с поплавком может поворачиваться вокруг оси *МН*.

Поворот поплавка вместе со специальными патрубками вокруг оси *ОС* и поворот поплавка вокруг оси *МН* обеспечивают последнему горизонтальное положение независимо от высоты уровня топлива в цистерне.

Поплавковый приемник топлива (дет. 3 и 4) должен быть устойчивым, для чего в самой нижней части его допускается приварка балластного груза. Размеры *А* и *Б* определяются высотой топливной цистерны. Запас плавучести поплавок-ового приемника топлива при изготовлении его из стали принимают около 2,0 кг.

Запас плавучести и устойчивость повышаются, если поплавок изготовлен из алюминиевого сплава.

Сепарирование — наиболее совершенный метод очистки топлива, при котором отделение более тяжелых частиц происходит под действием центробежных сил, возникающих при вращательном движении топлива в сепараторе.

Снижение вязкости топлива при сепарировании улучшает его очистку, поэтому для сепарации топлива необходимо подогреть до максимальной возможной температуры.

Максимальная температура подогрева топлива ограничивается двумя пределами: температурой его вспышки и температурой кипения воды. Оптимальная температура при подогреве топлива для сепарирования — 85° С. Кратность циркуляции топлива зависит от его засоренности и может быть значительно снижена при применении поплавок-ового приемника топлива.

Фильтрация — очистка топлива с помощью фильтров грубой и тонкой очистки производится непрерывно в течение всего периода работы двигателя.

Увеличение перепада давления свыше 0,4—0,5 кг/см² свидетельствует о загрязненности фильтра, отсутствие перепада давления — о неисправности фильтра (неправильная сборка, обрыв сетки и т. п.). Фильтры следует очищать не реже трех-четырёх раз в сутки.

При приемке топлива на судне необходимо соблюдать чистоту. Приемные шланги должны быть целыми и чистыми. Принимать топливо в цистерны надо обязательно через воронку с фильтрующей сеткой. Во время приемки топлива необходимо соблюдать противопожарные мероприятия.

Топливные цистерны должны быть герметичными. Периодически следует проверять герметичность горловин и фланцевых соединений цистерн и трубопроводов, а также проверять не закупорились ли вентиляционные патрубки топливных цистерн.

Перед каждой приемкой топлива замеряют остатки его на судне, спускают отстой и зачищают цистерны.

Внутренние поверхности металлических топливных цистерн могут быть как окрашенными специальной краской, стойкой к разрушению топливом, так и неокрашенными.

Для поддержания чистоты топлива чистить топливные цистерны надо не реже одного раза в год.

Необходимо строго учитывать расход и приход топлива. Остаток топлива в цистернах контролируют по объему с переводом в весовые единицы по удельному весу с учетом температуры.

Удельный вес нефтепродуктов с учетом изменения температуры можно определять по графику, изображенному на рис. 118.

Расход топлива при работе приводных двигателей дизель-генераторов, а также главных двигателей на режимах свободного хода и траления ориентировочно можно определять по графикам, изображенным на рис. 60 и 61.

Проверять наличие топлива на судне и учитывать расход его на двигателе следует один раз в сутки.

Суточный расход топлива заносят в машинный журнал; правильность расхода топлива ежедневно проверяет старший механик.

§ 2. МАСЛО

ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАРКИ МАСЕЛ

Обеспечение нормальной смазки двигателя — одно из важнейших условий надежной его работы. Поэтому правильному режиму смазки, качеству смазочного масла и его очистке при эксплуатации необходимо уделять самое серьезное внимание.

Не разрешается использовать масло, если его качественная характеристика не соответствует техническим условиям, установленным ГОСТами.

Качество дизельных масел оценивают по показателям, приведенным в технических условиях. Такие показатели, как плотность, коксовое число, температура застывания, зольность, число омыления, содержание водорастворимых кислот и щелочей и др., являются контрольными показателями, по которым определяют соответствие качества масла требованиям ГОСТа, так как по ним нельзя получить прямого представления о работе масла в двигателе.

Эксплуатационные качества масел характеризуются вязкостными, противокоррозионными и термическими свойствами, устойчивостью против окисления и др.

По этим показателям предварительно можно определить поведение масла в двигателе и, следовательно, ими в первую

очередь пользуются при контроле качества принимаемого на судно масла. Из последних характеристик для работы двигателя очень велико значение вязкости масла. Так, например, при маловязких маслах уменьшаются потери мощности на трение, легче проворачивается двигатель при пуске, в зимних условиях эксплуатация двигателя происходит безопаснее и с меньшим износом, увеличивается прокачиваемость масла через зазоры в подшипниках.

Однако преимущества маловязкого масла реализуются только в том случае, если вязкость масла хотя и мала, но достаточна для обеспечения надежной смазки трущихся деталей.

К недостаткам маловязких масел следует отнести повышенный расход вследствие более легкого проникновения в камеру сгорания, а также вследствие повышенного испарения низкокипящих фракций нефти, из которых состоят эти масла.

С применением масла повышенной вязкости уменьшается расход его и создается лучшее уплотнение поршневых колец двигателя. Существенным недостатком масел повышенной вязкости является то, что циркуляция таких масел происходит медленнее особенно в непрогретом двигателе при пуске, что приводит при пуске двигателя к увеличенному износу деталей и даже к выходу из строя отдельных узлов дюритовых соединений в трубопроводах, масляного холодильника и др.

Многолетним опытом установлено, что в числе основных факторов, определяющих выбор масла той или иной вязкости, являются форсировка и быстроходность двигателя.

Другой не менее важный показатель дизельных масел — коррозионная агрессивность их.

Коррозионная агрессивность масел обуславливается наличием в них нафтеновых кислот, а также кислых продуктов окисления кислородом воздуха. Кислород воздуха при высокой температуре, которая имеет место при работе двигателя, особенно в режиме полной нагрузки, вступая в реакцию с молекулами масла, образует совершенно новые продукты: кислые (жислоты, оксикислоты, эстолиды, асфальтеновые кислоты) и нейтральные (смолы, асфальтены, карбены, карбоиды).

При накоплении кислых продуктов окисления возрастает общая кислотность масла.

Нафтеновые кислоты и кислые продукты окисления, несмотря на слабовыраженные кислотные свойства, при соприкосновении с металлами, особенно цветными, вызывают их коррозию и вследствие этого повышенный износ трущихся поверхностей деталей.

Чтобы уменьшить коррозию и износ деталей двигателя, надо применять дизельное масло, обладающее возможно меньшей коррозионной активностью, т. е. масло стабильное против окис-

ления и имеющее ограниченное техническими условиями кислотное число.

Кислотным числом называется количество миллиграммов едкого кали (KOH), требующегося для нейтрализации кислот, содержащихся в 1 г масла.

Поведение масла в зоне поршневых колец и на других деталях двигателя с высокой температурой определяется его термическими свойствами.

Термическое свойство или термоокислительная стабильность характеризует скорость, с какой тонкий слой масла на металлической поверхности под действием данной температуры и кислорода воздуха превращается в лаковую пленку вполне определенной прочности.

Другими словами термоокислительная стабильность масла характеризуется сопротивляемостью превращения его в лакоподобную пленку, что имеет существенное значение при оценке возможного пригорания поршневых колец и образования на других деталях лаковых отложений.

Термические свойства масел оцениваются по трем стандартным методам: по термоокислительной стабильности по методу Папок (ГОСТ 4953—49); по моторной испаряемости рабочей фракции и склонности к образованию лака (ГОСТ 5737—53); по мощным свойствам (ГОСТ 5726—53).

Для двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36* рекомендуется применять моторное масло марки *T* по ГОСТу 1519—42 или дизельное масло марки *D-11* или *Dп-11* по ГОСТу 5304—54.

Для двигателей типа *NVD-24* рекомендуется применять дизельное масло марки *D-11* или *Dп-11* по ГОСТу 5304—54.

Моторное масло марки *T* должно удовлетворять требованиям ГОСТа 1519—42, приведенным в табл. 41, а дизельное масло — требованиям ГОСТа 5304—54, приведенным в табл. 42.

Таблица 41

Показатели	Нормы
Вязкость при 50° С	
кинематическая, <i>сст</i>	62—68
соответствующая ей условная, <i>град</i>	8,2—9,0
Температура вспышки (определяемая в открытом тигле), °С, не менее	205
Температура застывания, °С, не выше	0
Содержание кокса, %, не более	0,4
Содержание золы, %, не более	0,04
Содержание механических примесей, %, не более	0,007
Цвет (на месте производства), <i>мм</i> , не менее	4
Содержание воды	Отсутствие
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие

Таблица 42

Показатели	Нормы по маркам			
	Дп-8	Д-11	Дп-11	Дп-14
Кинематическая вязкость при 100° С, <i>сст</i>	8—9	10,5—12,5	10,5—12,5	13,5—15,5
Отношение кинематической вязкости при 50° С к кинематической вязкости при 100° С, не более	6	7,3	6,5	7,75
Коксуемость до добавки присадки, %, не более	0,2	0,4	0,4	0,55
Кислотное число масла в мг КОН на 1 г:				
без присадки, не более	—	0,15	—	—
с присадкой ЦИАТИМ-339, не более	0,10	—	0,10	0,10
с присадкой АзНИИ-ЦИАТИМ-1, не более	0,15	—	0,20	0,22
Зольность масла, %:				
без присадки, не более	0,005	0,005	0,005	0,006
с присадкой ЦИАТИМ-339, не менее	0,25	—	0,25	0,25
с присадкой АзНИИ-ЦИАТИМ-1, не менее	0,12	—	0,12	0,12
Содержание водорастворимых кислот и щелочей в масле:				
без присадки и с присадкой АзНИИ-ЦИАТИМ-1		Отсутствие		—
с присадкой ЦИАТИМ-339	Слабо-щелочная реакция	—	Слабо-щелочная реакция	—
Содержание механических примесей в масле				
без присадки		Отсутствие		—
с присадкой, %, не более	0,01	—	0,01	0,01
Содержание воды, не более	Следы	Отсутствие	Следы	Следы
Температура вспышки (определяемая в открытом тигле), °С, не ниже	200	200	190	210
Температура застывания, °С, не ниже	—25	—18	—15	—10
Коррозионность (по Пинкевичу) на пластинке из листового свинца марки С1 или С2 по ГОСТу 3778—56, г/м ²				
с присадкой ЦИАТИМ-339, не более	13	—	13	13
с присадкой АзНИИ-ЦИАТИМ-1, не более	8	—	8	8
Термоокислительная стабильность по методу Папок при 250° С, мин				
с присадкой ЦИАТИМ-339, не более	20	—	20	25
с присадкой АзНИИ-ЦИАТИМ-1, не менее	17	—	20	25
Содержание фурфурола	—	—	—	Отсутствие

Замена смазочного масла, как отмечалось ранее, маслом другого сорта недопустима. Возможность же замены масла может быть определена только в результате тщательного изучения характеристик нового масла и всестороннего испытания пригодности его на двигателе данной марки. Лучшим считается

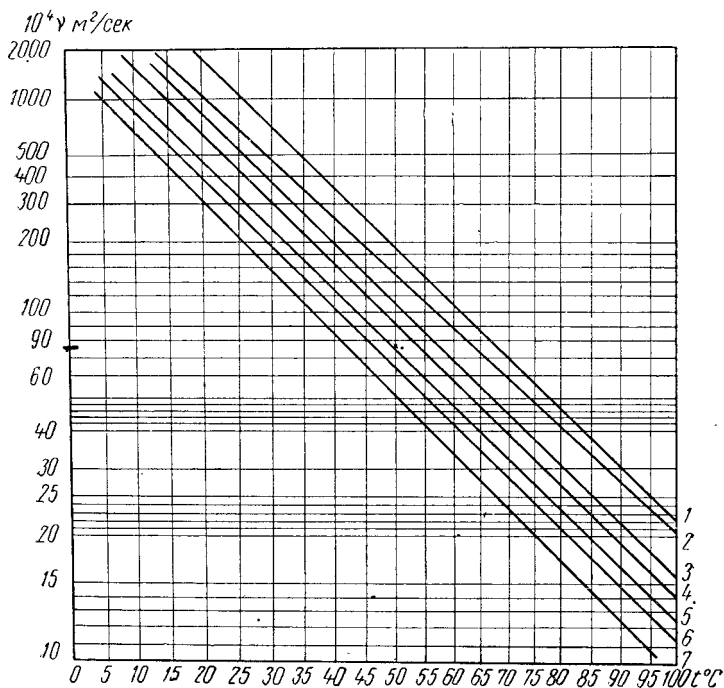


Рис. 121. Зависимость кинематического коэффициента вязкости масла ν от температуры:

1 — масло авиационное МК-22, 2 — масло авиационное МС-20, 3 — масло дизельное Дп-14, 4 — масло авиационное МС-14, 5 — масло дизельное Д-11 и масло дизельное Дп-11, 6 — масло дизельное ДСп-11 и масло моторное Т, 7 — масло дизельное Дп-8.

масло, менее всего уменьшающее вязкость с увеличением его температуры.

Изменение вязкости некоторых масел, выпускаемых нашей нефтяной промышленностью, в зависимости от температуры показано на рис. 121.

При применении в двигателях дизельного автотракторного топлива с содержанием серы более 0,2% одновременно надо применять дизельное масло с присадкой ЦИАТИМ-339 или другой более эффективной присадкой. Тип присадки в этом случае должен быть оговорен при заказе.

ПРИСАДКИ К МАСЛАМ

Удельную мощность, срок службы и надежность работы двигателей можно существенно увеличить не только путем конструктивных или технологических улучшений отдельных узлов или в целом двигателя, но и путем применения смазочных масел, по своим физико-химическим свойствам отвечающим предъявляемым к ним современным требованиям.

Применение присадок — наиболее современный и перспективный метод улучшения эксплуатационных свойств масел, работающих в условиях высоких термических и механических нагрузок. Кроме того, присадки к маслам имеют особое значение в связи с применением в настоящее время топлива с повышенным содержанием серы.

Вязкостные присадки

Вязкостные присадки повышают вязкость и вязкостно-температурные свойства масел.

Маловязкое масло, обладая упомянутыми ранее определенными преимуществами при пусках, прогреве и работе двигателя в условиях низких температур окружающей среды, теряет эти преимущества с повышением температуры, особенно при работе двигателя на нагрузках, близких к номинальной, так как вязкость масла при этом становится уже недостаточной для обеспечения гидродинамического режима смазки. В этом случае возникает необходимость повысить вязкость такого масла при сохранении хороших вязкостно-температурных свойств.

Для повышения вязкости в масло вводят высокомолекулярные полимерные соединения — полиизобутелен, винипол, вольтоли, полиметакрилаты.

При этом полученные масла с присадками почти полностью сохраняют свойства низкотемпературных маловязких масел, взятых для загущения. Присадки добавляют в количестве до 5% от веса масла.

Полиизобутелен П-20 — липкая слаботекучая масса, растворяющаяся при температуре 60—80° С. Чем выше молекулярный вес и однороднее состав молекул полиизобутелена, тем выше его загущающая способность.

Низкомолекулярные полиизобутелены обладают меньшей загущающей способностью, однако имеют в сравнении с высокомолекулярными полиизобутеленами то преимущество, что они значительно устойчивее к воздействию температуры и механических факторов.

Винипол получают полимеризацией винил-Н-бутилового эфира. Существует несколько марок виниполов, различающихся молекулярным весом. Винипол-1 (меньшего молекулярного

веса) представляет собой светло-желтую очень вязкую массу, неограниченно растворяющуюся в минеральных маслах, даже при низких температурах, без подогрева.

В технической литературе имеются сведения о том, что даже длительное нагревание смеси масла с 5%-ным раствором винипола при температуре 100—110° С не изменяет вязкости этой смеси.

Вольтоли получают из парафинов, нефтяных, растительных или животных масел под действием высокочастотных электрических разрядов напряжением в несколько тысяч вольт.

В результате вязкость вольтолизуемых продуктов возрастает в 500 и более раз, а молекулярный вес — в 2—2,5 раза.

Вязкость готовых вольтолей составляет при 100° С 145—749 сст. Хотя вольтоли обладают меньшими загущающими свойствами, но они одновременно обладают способностью улучшать и другие физико-химические и эксплуатационные качества масел.

Полиметакрилаты по внешнему виду представляют собой стекловидную массу и получаются полимеризацией метакриловых эфиров. Устойчивость полиметакрилатов к воздействию температуры выше, чем полиизобутеленов.

Хорошими вязкостными свойствами обладают американская присадка паратон и английская присадка паратак.

При добавлении к маслам вязкостных присадок повышается не только их вязкость, но и индекс вязкости, показывающий степень изменения вязкости масла в зависимости от температуры (пологость температурной кривой вязкости). Масла, обладающие более пологой температурной кривой вязкости, предпочтительнее масел с крутой температурной кривой вязкости.

Следует иметь в виду, что с применением упомянутых присадок вязкостные (и другие) свойства различных масел улучшаются не в одинаковой степени. При правильном выборе сорта загущаемого масла можно после добавки к нему загущающих присадок получить масло, обеспечивающее легкий запуск двигателей при низких температурах и хорошие смазывающие свойства при высоких температурах, что имеет большое значение при повышенных нагрузках двигателя.

Противоокислительные присадки (ингибиторы)

Под действием кислорода воздуха при высокой температуре и катализирующем действии металлических поверхностей в работающем двигателе смазочное масло окисляется, изменяется его состав и ухудшаются смазочные свойства.

Образовавшиеся в масле продукты окисления корродируют поверхности деталей, увеличивая их износ. Кроме того, продукты окисления (кокс, смолы, асфальтовые соединения), оседая

на втулках, поршнях, кольцах и др., значительно ухудшают их работу.

Для повышения устойчивости масел против окисления к ним добавляют противоокислительные присадки (антиокислители).

Противоокислительные присадки воздействуют на начальные продукты окисления, переводя их в неактивное состояние (устойчивые) молекулы, затормаживая процесс автоокисления.

Торможение окисления масла противоокислительными присадками сернистых соединений в большей степени связано с их способностью уменьшать каталическое действие металлов вследствие образования на их поверхности пленки, которая в то же время защищает и сам металл от коррозии.

В качестве противоокислительных присадок применяют соединения, содержащие серу, фосфор, азот, металлоорганические соединения и т. д. (АзНИИ-11, АзНИИ-11Ф и др.).

Указанные присадки обычно добавляют к маслам в количестве 0,1—1%. При этом значительно возрастает антиокислительная стойкость масел даже при высоком температурном режиме работы.

Моющие присадки

Моющие присадки являются наиболее важными присадками к маслам и поэтому в настоящее время они получили наиболее широкое применение.

Обычные смазочные масла не могут обеспечить работу двигателя без отложения осадков на его деталях. В результате происходит нагарообразование в камерах сгорания, лакировка поршней и пр., что приводит к закупорке маслопроводов и фильтров тонкой очистки, образованию осадков в картере, пригоранию поршневых колец и т. д.

Моющие присадки задерживают образование углеродистых отложений и сохраняют длительное время детали чистыми.

Термин «моющие» не совсем точно отражает свойства этих присадок, так как они не смывают уже отложившиеся на деталях двигателя нагар и отложения, а лишь препятствуют их образованию.

Механизм действия моющих присадок ввиду сложности процесса изучен еще недостаточно. Предполагается, что действие моющих присадок заключается главным образом в их способности:

задерживать образование в масле продуктов окисления, являющихся основной причиной появления нагара и осадков;

поддерживать образующиеся углистые и другие загрязняющие масло вещества во взвешенном или растворенном состоянии;

препятствовать прилипанию продуктов окисления к поверхности деталей.

В результате применения моющих присадок предотвращается пригорание поршневых колец, уменьшается опасность возникновения других неполадок, увеличивается срок работы двигателей без ремонта.

Моющие присадки наиболее эффективно действуют сразу после их добавления в масло. В дальнейшем во время работы их моющие свойства понижаются, так как присадки срабатываются и задерживаются фильтрами.

О степени срабатки присадки судят по количеству золы в масле, определяемому лабораторным анализом.

В качестве моющих присадок применяют нафтеновые кислоты, соли кальция, бария, магния, алюминия и других металлов, соли сульфокислот, соединения, содержащие цинк, свинец и другие соединения.

Моющие присадки обычно добавляют к маслам в количестве от 3 до 5% по весу.

Многие присадки, имеющие хорошие моющие свойства, одновременно обладают и антикоррозийными свойствами. К таким присадкам относятся присадки ЦИАТИМ-330, ЦИАТИМ-339, АзНИИ-4, АзНИИ-ЦИАТИМ-1 и др. Эти моющие присадки особо важное значение приобретают для масел двигателей, работающих на сернистом топливе. В этом случае сочетание моющих и антикоррозийных свойств наиболее эффективно.

Присадки, понижающие температуру застывания масел (депрессаторы)

При низких температурах растворимость парафиновых углеводородов, содержащихся в маслах, уменьшается, а при каких-то значениях температуры эти углеводороды выделяются в виде кристаллов.

Выделение кристаллов определяют по помутнению масла.

При образовании кристаллов парафина подвижность масла постепенно уменьшается, и с дальнейшим понижением температуры наступает момент, когда вязкость достигает такой величины, при которой масло полностью теряет свою подвижность.

Соответствующая этому моменту температура называется температурой застывания.

Чтобы получить необходимую текучесть масла при низкой температуре, что очень важно, как отмечалось ранее, при пуске и прогреве двигателя, к маслу добавляют специальные присадки — депрессаторы.

Депрессаторы, введенные в масло, препятствуют кристаллизации парафина, росту его кристаллов и образованию в масле кристаллической решетки из застывающих парафинов и цере-

зинов, вследствие чего сохраняется подвижность масла. В качестве депрессорных присадок к маслам наиболее широко применяются депрессаторы АзНИИ, парафлоу и сантопур.

При добавлении депрессатора АзНИИ в количестве от 0,1 до 1,0% температура застывания масла снижается на 10, 40 и даже 50°.

Добавление 0,5—1,0% парафлоу снижает температуру застывания масла на 9—18°, а 0,5—1,5% сантапура — на 10—15°.

Противокоррозийные присадки

В масле в результате частичного его окисления при работе двигателя образуется какое-то количество кислот, вызывающих коррозию металла. Введением антиокислительных присадок не удается полностью приостановить окисление работающих масел. При этом образование кислот будет тормозиться, но не исключаться.

Создание и применение противокоррозийных присадок вызвано применением в двигателях таких легкокорродирующих металлических сплавов, как медно-свинцовые, свинцово-щелочные, кадмиево-серебряные и другие сплавы. Для этих сплавов вредно даже небольшое количество кислот.

Основное назначение противокоррозийных присадок — предохранение металла от непосредственного соприкосновения с кислотами в результате создания защитной пленки на поверхности металла. Одновременно эти присадки замедляют окисление масел, изолируя пленкой металл как катализатор.

Действие противокоррозийной присадки тем сильнее, чем прочнее пленка, образующаяся на поверхности металла.

В качестве противокоррозийных присадок применяют различные химические соединения, содержащие серу и фосфор.

Фосфитные присадки и осерненное масло добавляют к маслам в количестве до 1%.

Наиболее эффективной при работе двигателей на сернистом топливе является присадка НАМИ-25.

На практике противокоррозийные присадки часто вводят одновременно с другими, особенно противоокислительными и моющими присадками. К числу таких относятся присадки ЦИАТИМ-339, ДФ-1, АзНИИ-8, а для двигателей, работающих на сернистом топливе, — АзНИИ-7 и др.

В последнее время начинают широко применять так называемые щелочные присадки, которые нейтрализуют влияние находящейся в топливе серы на износ деталей двигателя.

Нейтрализующее действие этих присадок объясняется реакцией кислых продуктов сгорания сернистого топлива с щелочными продуктами присадки.

Присадки, повышающие смазывающие свойства масел

Способность масел предотвращать трение между рабочими поверхностями путем образования между ними прочных масляных пленок называется смазывающей способностью или маслянистостью масел.

Масла, имеющие одинаковую вязкость, но с большим содержанием полярно-активных веществ, обладают лучшей смазывающей способностью.

Минеральные (нефтяные) масла имеют меньше полярно-активных веществ, чем растительные и животные жиры.

Полярно-активными молекулами масла, взаимодействуя с полярно-активными молекулами металла, образуют прочный поверхностный слой масла на трущихся поверхностях деталей, что в условиях граничной смазки обеспечивает уменьшение трения и граничного износа.

При помощи поверхностно-активных веществ можно значительно улучшить маслянистость масла.

В качестве присадок для улучшения смазывающей способности масла и его противоизносных свойств применяют масла и жиры растительного и животного происхождения, высокомолекулярные жирные кислоты и их эфиры, продукты окисления парафина, различные соединения, содержащие серу, фосфор, хлор и др.

Противопенные присадки

При работе двигателей масло, находящееся в нем, разбрызгивается на мелкие капли, превращается в туман. Такое состояние масла способствует насыщению его воздухом, в результате чего образуется масляно-воздушная эмульсия, масло вспенивается.

Вспенивание масла ведет к ослаблению прочности масляной пленки на трущихся поверхностях деталей вследствие наличия пузырьков воздуха, что ухудшает смазку. Кроме того, вспенивание картерного масла не позволяет правильно замерять уровень масла с помощью щупа, так как в этом случае последний показывает завышенный уровень.

В качестве противопенных присадок применяют кремнийорганические соединения — силиконы, представляющие собой бесцветные маловязкие жидкости.

Действие силиконов основано на том, что они, имея малое поверхностное натяжение и плавая тонким слоем на поверхности масла, не задерживают пузырьков воздуха.

Для уменьшения пенообразования и гашения образовавшейся пены добавляют к маслам антипенные присадки в количестве не более 0,1%.

Многофункциональные присадки

Помимо присадок, улучшающих какое-либо одно характерное качество масла, применяют присадки, одновременно улучшающие несколько свойств масла.

Такие присадки называются многофункциональными.

В качестве многофункциональных присадок применяют вещества, представляющие собой отдельные химические продукты, а также смеси из присадок рассмотренных выше.

Смеси из присадок обладают лучшими показателями по ряду требуемых свойств.

При работе двигателей на маслах, содержащих многофункциональные присадки, уменьшаются абразивный износ трущихся деталей, коррозионный износ, отложение осадков и лакообразование, исключается пригорание поршневых колец. В результате срок службы двигателей значительно увеличивается.

В настоящее время разработаны и выпускаются многофункциональные (комплексные) присадки АзНИИ-4, АзНИИ-5, (СБ-2), АзНИИ-7, АзНИИ-8, ЦИАТИМ-330 (НАКС), ЦИАТИМ-331, ЦИАТИМ-339, АзНИИ-ЦИАТИМ-1, которые одновременно улучшают моющие, противокоррозионные, противоокислительные свойства масел, а также повышают смазывающую способность их.

Эффективность действия многофункциональных присадок зависит не только от их состава, но и от химического состава масел, к которым их добавляют, и типа двигателя, для смазки которого применяют эти масла.

СРОКИ РАБОТЫ И ОЧИСТКА МАСЛА

Физико-химические свойства смазочного масла в циркуляционной системе не остаются постоянными, а изменяются с течением времени при работе двигателя.

Изменение физико-химических свойств смазочного масла происходит в результате образования высокомолекулярных продуктов окисления, повышающих вязкость; загрязнения твердыми металлическими частицами, износа деталей, попадания топлива через неплотности вследствие подтекания топливной системы или попадания несгоревшего топлива по зазорам между поршнем и втулкой; загрязнения нагаром и коксообразными продуктами, попадания воды; загрязнения осадками; образования золы от дополнительных компонентов (присадок).

Продукты окисления образуются в результате контакта масла с кислородом воздуха при высоких давлениях и температурах. Следовательно, изменения физико-химических свойств смазоч-

ного масла, связанные с его окислением, происходят интенсивнее в двигателях с большими удельными мощностями и средними скоростями поршня.

Интенсивность изменения физико-химических свойств смазочного масла зависит также от количества масла, находящегося в циркуляционной системе, т. е. от часовой циркуляции масла.

При эксплуатации двигателей следует постоянно следить за уровнем масла и изменением его физико-химических свойств. Наряду с этим необходимо также постоянно следить за качеством рабочего процесса двигателя, за герметичностью его топливной и охлаждающей систем.

Во избежание повышенных износов и даже аварийного выхода из строя деталей двигателя, вызываемых изменением физико-химических свойств смазочного масла, последнее надо своевременно заменять на свежее.

Основными характеристиками, по которым судят о дальнейшей пригодности смазочного масла, являются вязкость, механические примеси, температура вспышки и кислотность.

Степень изменения этих характеристик определяют путем сравнения их с аналогичными характеристиками свежего масла.

По величине изменения вязкости и температуры вспышки судят о наличии в смазочном масле топлива и воды.

Правилами технической эксплуатации судовых дизелей морского флота не допускается: понижение кинематической вязкости или температуры вспышки масла более чем на 20%; появление водорастворимых кислот и щелочей; увеличение содержания механических примесей более чем на 1,0% или минеральной части свыше 0,1%.

Эти нормы являются близкими, например, к нормам предприятия ЗЕК Dieselmotoren (ГДР), выпущенным им для своих двигателей. Эти нормы допускают изменение вязкости на 15—25%, общее увеличение механических примесей до 1,5—2,0%, определенное центрифугированием [35].

Приведенные выше пределы изменения характеристик масла могут быть приняты как временные нормы, поскольку до настоящего времени единых норм еще не установлено.

Для нормальных условий эксплуатации рассматриваемых в пособии двигателей срок работы масла определен в следующих пределах:

Тип двигателя	Срок работы масла, ч
NVD-48 ¹	750—1000
NVD-36	750—1000
NVD-24	500

Присутствие в масле дизельного топлива недопустимо, так как топливо разжижает масло и ухудшает его смазочные свойства, при этом давление в системе смазки падает.

В масле не должно быть также воды. При обнаружении в масле воды и топлива его надо заменить на свежее.

Пробы для контроля за состоянием масла необходимо брать во всех случаях, когда обнаружено попадание в масло воды или топлива, а также, когда качество масла ухудшилось по другим каким-либо причинам.

Кроме того, для определения физико-химических свойств масла необходимо брать пробы как свежего масла, заливаемого в систему смазки при смене (если давность анализа превысила допустимые сроки), так и отработавшего.

Результаты анализа свежего и отработавшего масла следует учитывать при определении характера и причин износа, поломки или ненормальной работы двигателя.

При отборе проб масла необходимо соблюдать чистоту. Посуда, в которую отбирается проба, должна быть промыта, просушена, а затем промыта в масле, которое отбирается для анализа.

Перед сменой масла необходимо:

полностью удалить из масляной системы двигателя отработавшее масло, пропарить и очистить циркуляционную цистерну от прязи и шлама. Если на стенках цистерны обнаружена ржавчина, следует тщательно очистить ее скребками и проволочными щетками, после чего цистерну промыть топливом и протереть насухо;

для обтирания внутренних стенок цистерн, картеров и участков маслопровода пользоваться только стиранной полотняной ветошью. Использовать для этой цели обстрижку или паклю не рекомендуется;

тщательно проверить подготовленную для заполнения свежим маслом масляную систему: не заливать свежее масло в неочищенную масляную систему;

убедиться в исправности воронки для заливки масла и промыть ее керосином. Воронка должна быть достаточных размеров и иметь фильтр (сетку).

После каждой смены масла в двигателе необходимо прокачать маслом систему циркуляционной смазки, обращая при этом внимание на плотность ее соединений.

Отработавшее срок масло следует сдавать на склад для регенерации и дальнейшего использования. Нельзя сливать в одну тару разные сорта отработавшего масла.

Принимаемое на судно масло должно иметь паспорт с указанием в нем данных, соответствующих требованиям ГОСТа.

Чтобы поддерживать требуемую чистоту циркуляционного масла, чистку масляных цистерн необходимо производить не реже одного раза в шесть месяцев. Прочие цистерны судового запаса масла следует чистить не реже одного раза в год.

Учет расхода и прихода смазочного масла на судне должен быть тщательно организован. Расход масла контролируется по объему с переводом в весовые единицы по удельному весу. Проверку наличия масла и учет расхода его необходимо производить один раз в сутки.

Продолжительность срока службы масла в большой степени зависит от качества его очистки.

Существующие стандартные системы фильтрации масла, включающие сетчатые, щелевые, пластинчатые и другие фильтроэлементы, отсеивают загрязняющие частицы размером более 40 мкм. Это значит, что детали двигателя остаются незащищенными от абразивного воздействия частиц механических примесей с меньшей размерностью. В последнее время на судах рыбопромыслового флота внедряют центробежные фильтры тонкой очистки с гидравлическим реактивным приводом, включаемые в систему циркуляционного масла двигателя. Они более полно отвечают требованиям удаления опасных абразивных частиц механических примесей и увеличения содержания высокодисперсных частиц органического происхождения. Экспериментальные данные подтверждают, что применение центробежных фильтров очистки масла снижает износ деталей двигателя и позволяет вместе с этим увеличить срок службы масла.

Т а б л и ц а 43

Детали двигателя	Организация, проводившая испытание				
	ХТЗ	НАТИ	Урал-ЗИС	НАМИ	Калининградский технический РыбВТУЗ
Цилиндрическая втулка (в среднем)	1,7	1,5	2—2,5	2—3	2—3
Поршневые кольца (в среднем)	—	2	—	2—3	1,5—2

В табл. 43 приведены сравнительные данные о кратности снижения износа деталей двигателей за счет применения центробежной очистки картерного масла (по результатам исследования различных организаций).

Установлено также, что кратность снижения износа шеек коленчатого вала и поршневых пальцев при центробежной очистке масла оценивается теми же величинами, приведенными в табл. 43.

Сопоставление качества очистки циркуляционного масла от механических примесей центробежным фильтром и стандартными фильтрами главных двигателей на судах СРТ и СРТР по

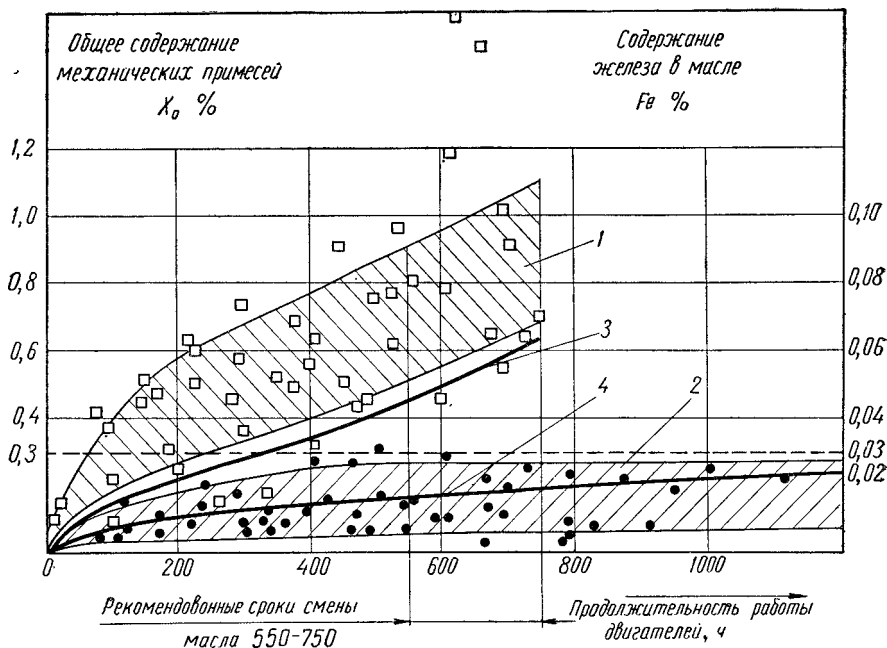


Рис. 122. Сравнительные опытные данные эффективности очистки картерного масла главных двигателей на судах типа СРТ и СРТР стандартными фильтрами и центробежными маслоочистителями:

1 — область наблюдаемых значений общего содержания механических примесей в масле при стандартной фильтрации, 2 — область наблюдаемых значений общего содержания механических примесей в масле при центробежной очистке, 3 — средние значения содержания железа в масле при стандартной фильтрации, 4 — средние значения содержания железа в масле при центробежной очистке.

данным Калининградского технического института рыбного хозяйства приведено на рис. 122.

В судовых условиях, кроме того, для очистки загрязненного, а также для частичной регенерации отработавшего масла можно использовать метод отстоя и фильтрации.

Для ускорения отстаивания масло рекомендуется подогреть до $80-90^{\circ}\text{C}$ с помощью электрического тока или посредством пропускания пара или горячей воды через змеевики, погруженные в масло. Время отстоя зависит от сорта, степени загрязненности, скорости нагрева масла и может колебаться от 3—4 ч до нескольких суток.

Однако отстаиванием нельзя полностью удалить очень мелкие механические примеси и всю воду. Последние могут быть удалены фильтрацией и сепарированием.

При фильтрации масла используют фильтры тканевые, бумажные, сетчатые, фетровые и др.

Для ускорения процесса фильтрации масло следует подогреть до 70—80° С.

Для окончательной очистки масла от механических примесей и воды его надо отсепарировать. Мелкие частицы лучше отделяются, если масло имеет малую вязкость, поэтому для улучшения сепарации его масло следует также подогреть до 70—80° С.

Контроль за качеством регенерированного масла должен производиться путем лабораторного анализа. Физико-химические показатели регенерированного масла должны соответствовать показателям свежего масла с допустимыми отклонениями.

Регенерированные масла добавляют в количестве до 25% к соответствующим свежим маслам.

§ 3. ВОДА

Вода как охлаждающая жидкость имеет преимущества над другими известными охлаждающими жидкостями. Так, она имеет самую большую удельную теплоемкость (1 ккал/(кг·град)) и очень большую скрытую теплоту парообразования (538 ккал/кг) и др.

К недостаткам воды как охлаждающей жидкости относятся замерзание ее при 0° С со значительным расширением, а также низкая температура кипения. Последнее приводит к тому, что в открытой системе охлаждения температура пресной воды не должна превышать 90° С. При более высокой температуре охлаждающая вода будет интенсивно испаряться.

При охлаждении судовых двигателей вода нашла широкое применение и является основной охлаждающей жидкостью.

При заполнении системы охлаждения двигателей водой следует особое внимание уделять на химический ее состав, который играет весьма важную роль в обеспечении нормальной работы двигателя.

Вода хорошо растворяет многие вещества: соли, щелочи, кислоты и такие газы, как кислород, азот, углекислоту, сероводород и др. Поэтому она в природе никогда не встречается в совершенно чистом виде.

Наиболее чистой является конденсатная вода, полученная путем конденсации водяных паров.

Различают природную воду атмосферную (дождевую и снеговую), поверхностную (вода поверхностных водоемов — рек, озер) и подземную (колодезная, ключевая).

Вода атмосферная по своей чистоте ближе всего подходит к воде дистиллированной. Но и она не является совершенно чистой, так как, проходя через слои атмосферы, растворяет кислород, азот, углекислоту и другие газы, а также поглощает частицы пыли и находящиеся в воздухе минеральные и органические вещества.

Вода поверхностных водоемов содержит больше растворенных веществ — углекислых, хлористых и сернокислых солей натрия, кальция и магния, солей азотной, фосфорной, кремниевой и других кислот.

Подземная вода содержит растворимых солей во много раз больше, чем вода поверхностных водоемов. Вместе с тем подземная вода прозрачна и не имеет никаких взвешенных частиц, так как хорошо фильтруется через слои грунта.

Жесткость воды. Соли кальция и магния, находясь в растворенном состоянии в воде, придают ей особое свойство, которое принято называть жесткостью. За единицу жесткости принят миллиграмм-эквивалент солей на 1 л воды. Один миллиграмм-эквивалент отвечает содержанию в 1 л воды 20,04 мг Са или 12,16 мг Mg.

Различают жесткость временную, постоянную и общую.

Временная, или устранимая, жесткость зависит от содержания в воде бикарбоната кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и бикарбоната магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. При кипячении воды эти соли распадаются на карбонаты, выпадающие в осадок, и углекислый газ, уходящий в атмосферу. Таким образом, бикарбонаты кальция и магния могут находиться в воде в растворенном состоянии только до ее кипячения.

Постоянная жесткость определяется присутствием в воде солей термически более стойких, которые при концентрации, не превосходящей предела насыщения, не выпадают в осадок даже при кипячении.

К таким солям можно отнести CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 , CaSiO_3 , MgSiO_3 и др.

Общая жесткость воды складывается из временной и постоянной жесткости.

Воду по количеству находящихся в ней солей принято подразделять на мягкую, среднюю и жесткую.

Показатели жесткости воды приведены ниже:

	Вода	Жесткость, мг-эка/л
Мягкая		Не более 3
Средняя		3—6
Жесткая		Более 6

Если находящиеся в охлаждающей воде в растворенном состоянии газы (кислород, углекислый газ и др.) вызывают коррозию металла, то соли кальция и магния образуют на стенках цилиндров, крышек и блоков трудноудаляемую накипь, толщина которой при работе двигателя постепенно увеличивается. Накипь обладает малой теплопроводностью. Отлагаясь на стенках охлаждаемой поверхности, она становится теплоизоляционным слоем и приводит к перегреву двигателя. Перегрев двигателя сопровождается перерасходом топлива и масла, падением мощности, повышенным износом деталей и часто появлением трещин вследствие неравномерного расширения и значительных внутренних напряжений.

Из солей, придающих воде постоянную жесткость, наиболее вреден гипс, который образует исключительно твердую накипь.

Соли, придающие воде временную жесткость, уже в первые часы работы двигателя выпадают в осадок, образуя накипь, тогда как соли, придающие воде постоянную жесткость, начинают образовывать накипь только тогда, когда их концентрация превысит предел насыщения, что может иметь место только после испарения части воды.

Очень вредное влияние на работу двигателя оказывают присутствующие в воде нефтепродукты. Попадая в накипь, они еще больше ухудшают теплопередачу. Так, если коэффициент теплопроводности обычной накипи равен $0,7—2,2 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$, то с включением небольшого количества масла та же накипь будет иметь коэффициент теплопроводности $0,1 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град})$.

Кроме того, масло и другие нефтепродукты при работе двигателя могут вызвать интенсивное вспенивание воды, выброс ее и перегрев двигателя. В связи с этим охлаждающую воду необходимо всячески предохранять от загрязнения нефтепродуктами.

Учитывая сказанное, при замкнутой системе охлаждения двигателей воду по степени пригодности следует применять в следующем порядке: дистиллированную (конденсатную), а также атмосферную (дождевую, снеговую) как самую мягкую, не содержащую солей; речную или озерную — достаточно мягкую, которую можно использовать, когда нет атмосферной или дистиллированной воды; колодезную, ключевую — очень жесткую, содержащую большое количество минеральных солей.

Однако, если нет дистиллированной или атмосферной воды, не рекомендуется применять для заполнения системы замкнутого охлаждения речную или озерную, а также колодезную или ключевую воду без умягчения.

Наиболее простой и доступный способ умягчения воды — кипячение ее в течение не менее 30 мин. При кипячении растворенные двууглекислые соли кальция и магния разлагаются с выделением в осадок нерастворимых в воде углекислых солей

кальция и отчасти солей магния. Для выделения осадка прокипяченную воду следует профильтровать через песчаный или другой плотный фильтр.

Воду для замкнутой системы охлаждения можно умягчить добавлением к ней химических реагентов, которые, взаимодействуя с солями жесткости, образуют нерастворимые соединения кальция и магния, выпадающие в осадок.

К последнему способу относится содо-известковое умягчение, при котором к очищаемой воде прибавляют соду и раствор извести в виде гидрата окиси кальция. В результате химического взаимодействия введенных веществ с растворенными в воде солями все накипеобразователи выпадают в осадок в виде нерастворимых солей CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Менее сложный и достаточно эффективный способ — умягчение воды при помощи пермутитовых фильтров, т. е. фильтров, заполненных алюмосиликатами щелочных металлов в виде мелкого пористого вещества, которое обладает способностью при прохождении через него воды обменивать свои ионы натрия на ионы кальция и магния и других металлов накипеобразующих солей.

В результате этого обмена вода почти полностью очищается от накипеобразователей.

Следует помнить, что качество воды, применяемой для охлаждения двигателя, имеет не меньшее значение для экономичности, долговечности и надежности его работы, чем качество топлива и смазочных масел. Например, установлено, что применение для замкнутого охлаждения двигателя воды, умягченной кипячением, вместо сырой, дает 7—8% экономии топлива.

Следовательно, применение для охлаждения двигателей доброкачественной воды — одно из основных условий технической правильной эксплуатации двигателей.

Если нет возможности получить умягченную воду, для предупреждения образования накипи и коррозии в воду системы охлаждения (когда последняя заполняется водой естественных водоемов) добавляют специальные присадки — антинакипины.

Для двигателей с алюминиевыми, чугунными и стальными блоками и крышками применяют:

эмульсол — на каждые 60—70 л воды, подогретой до 60—70° С, 1 л эмульсола. При добавлении воды в процессе эксплуатации на каждые 10 л добавляемой воды следует вводить 0,2 л эмульсола; хромпик — двуххромовокислый калий $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

В полости системы охлаждения хромпик создает на поверхности металла защитную окисную пленку, предохраняющую металл от коррозии. Кроме того, хромпик обладает способностью понижать жесткость воды, что приводит к уменьшению образования накипи.

Хромпик добавляют в охлаждающую воду в следующем количестве:

Общая жесткость воды, мг-экв/л	Количество добавляемого хромпика на 1 л воды, г
До 5,5	3
5,5—9	10

Необходимо помнить, что хромпик является ядовитым веществом и может вызвать поражение кожи и слизистой оболочки. Поэтому работать с ним следует в резиновых перчатках и в противогазе.

Замкнутую систему охлаждения двигателей часто заполняют водопроводной водой, которая, как известно, содержит некоторое количество хлора, вызывающего коррозию металлов.

Для нейтрализации корродирующего действия хлора в охлаждающую воду следует добавлять раствор хромпика — 80 г $K_2Cr_2O_7$ на 1 л воды.

Количество раствора хромпика, добавляемого в охлаждающую воду, определяется количеством находящегося в ней хлора и может быть установлено из приведенных ниже рекомендуемых величин:

Содержание хлора в 1 л охлаждающей воды, мг	Количество раствора хромпика по объему, % к охлаждающей воде
До 100	0,2
100—300	1

Обычно в 1 л хлорированной водопроводной воды содержится около 100 мг хлора.

Для двигателей только с чугунными и стальными блоками и крышками можно применять тройную смесь хромпика, нитрата натрия и каустической соды в пропорции на 1 м³ воды: хромпика 1,5 кг, нитрата натрия 2,0 кг и каустической соды 0,3 кг.

Если каустическая сода кальцинированная, то ее берут в два раза больше каустической.

ПРИЛОЖЕНИЕ

МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА ЗАМЕРОВ РАСХОДА ТОПЛИВА НА ГЛАВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ И ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРЫ ПРИ ШВАРТОВЫХ И ХОДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD*

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Настоящая методика служит руководством при проведении замеров расхода топлива на главные двигатели и дизель-генераторы в процессе швартовых и ходовых испытаний двигателей типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*.

Для производства замеров расхода топлива на судне должны быть смонтированы специальные мерные бачки и включены в схему трубопровода, подводящего топливо к двигателю. Рабочий объем этих бачков должен обеспечить продолжительность замера в течение не менее 10 мин при полной нагрузке двигателя. Мерные бачки должны быть тарированы по объему и результаты тарировки зафиксированы актом и накернены (нанесены электрографом) на бачках.

Чтобы избежать искажений в замерах при проведении испытаний, необходимо проверить герметичность запорной арматуры и трубопроводов.

До производства замеров расхода топлива двигателя должны быть отрегулированы.

Замеры расхода топлива на главный двигатель следует производить на прямом курсе судна при установившемся режиме работы и выполнении других условий, оговоренных в главе IX.

ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗАМЕРОВ РАСХОДА ТОПЛИВА

При производстве замеров расхода топлива используют:

- 1) тарированный мерный бачок. Результаты тарировки его должны быть заверены ОТК и представителем заказчика;
- 2) трубопровод с необходимой арматурой для подключения бачка;
- 3) секундомер;
- 4) мензурку для замера излишков топлива;
- 5) термометр;
- 6) нефтенденсиметр.

МЕТОДИКА ЗАМЕРА РАСХОДА ТОПЛИВА

1. Заполнить топливом мерные бачки, для чего клапан у мерного бачка открыть и бачок соединить с топливным трубопроводом. Заполнение мерных бачков контролировать по мерному стеклу и прекратить, когда топливо заполнит часть верхней секции бачка. Тогда с помощью того же крана бачок отключить от топливного трубопровода.

2. Проверять и записывать температуру и удельный вес топлива в мерном бачке при данной температуре.

3. По получении команды «Начать замер расхода топлива» приготовиться к отсчету времени по секундомеру, переключить кран, включив мерный бачок в топливную систему двигателя и отключив одновременно расходный топливный бак. Вместе с этим приготовиться к сбору излишков топлива от форсунок и насосов, если общий сборный трубопровод этого топлива не включен в топливную систему двигателя (после мерного бачка).

4. Следить по мерному стеклу за расходом топлива в верхней секции бачка.

В момент прохода уровня топлива через верхнюю мерную секцию включить секундомер. В зависимости от режима работы двигателя замерять расход топлива можно по одной или двум средним секциям мерного бачка, с тем чтобы время замера было не менее 10 мин.

Во время расходования топлива из мерного бачка необходимо следить за уровнем топлива по мерному стеклу, с тем чтобы не упустить момента подхода уровня топлива к нижней мерной секции.

Когда уровень топлива достигнет нижней мерной секции, надо засечь время секундомером и записать в таблицу наблюдений.

По окончании замера открыть запорный кран и мерный бачок заполнить топливом, как указано в п. 1.

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЗАМЕРОВ

Результаты замеров должны быть зафиксированы в таблице по прилагаемой форме.

При заполнении таблиц необходимо руководствоваться следующим:

1) в графах 7 и 10 указывается емкость мерной секции бачка (одной или двух), по которой производится замер; данные берутся по паспорту бачка;

2) удельный вес топлива определяется следующим образом: берется величина удельного веса топлива по сертификату и вводится поправка на температуру. Удельный вес топлива с учетом поправки на температуру может быть взят из графика, изображенного на рис. 113;

Наименование судна _____ Двигатель марки _____ Завод № _____

№ пп.	Дата испытания	Наименование режима	№ галса	Температура топлива в бачке, $t^{\circ}C$	Время расхода топлива из бачки, t сек	Емкость бачки, V см ³	Удельный вес топлива, γ г/см ³	Расход топлива, $G=3,6 \frac{V\gamma}{t}$ кг ² /ч	N _e э. л. с. (по номограммам)	Удельный расход топлива на режиме $\xi_e = \frac{G}{N_e}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Дизель-генератор _____ кВт Двигатель марки _____ Завод № _____

№ пп.	Дата испытания	Наименование режима	Нагрузка на генератор			Нагрузка на двигатель, $N_e=1,36 \frac{P\gamma}{\eta}$ э. л. с.	Температура топлива в бачке, $t^{\circ}C$	Время расхода топлива из бачки, t сек	Емкость бачки, V см ³	Удельный вес топлива, γ г/см ³	Расход топлива $G=3,6 \frac{V\gamma}{t}$ кг/ч	Удельный расход топлива, $\xi_e = \frac{G}{N_e}$ з/(э. л. с. ч)
			V а	I а	P кВт							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Подпись производившего замеры _____

3) если удельный вес не указан в сертификате, то удельный вес используемого топлива может быть определен с помощью нефтенсиметра.

ТАРИРОВКА МЕРНЫХ БАЧКОВ

Тарируемый мерный бачок устанавливают в вертикальное положение. Гибкий шланг одним концом присоединяют к штуцеру в нижней секции мерного бачка, а к другому концу его подсоединяют воронку и открывают нижний кран, сообщающий нижнюю секцию бачка с указательной колонкой. Подняв воронку со шлангом выше уровня заполнения бачка, наливают через воронку такое количество воды, чтобы уровень ее подошел к красной черте, нанесенной на нижнем указательном стекле. С этого момента дальнейшую заливку воды следует производить мензуркой емкостью от 2 до 5 л с делениями.

Бачок заливают водой до тех пор, пока уровень не дойдет до красной метки на верхнем указательном стекле. По мере приближения уровня к верхней красной риске, заливку рекомендуется производить мелкими порциями. Количество воды в измеряемой секции от нижней до верхней меток, нанесенных на указательных стеклах в $см^3$, определяют путем подсчета объема вылитой в секцию воды.

Полученный объем помечают на видимом месте тарируемой секции. Тарировка остальных секций мерного бачка производится аналогично. По окончании тарировки остатки воды должны быть удалены из мерного бачка.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОБМЕРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИЗНОСОВ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD*

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая инструкция конкретизирована применительно к двигателям типа *NVD* на основании общей аналогичной инструкции, разработанной Гипрорыбфлотом по заданию Регистра СССР и совместно с Главным управлением Регистра СССР¹.

Изучение износов судовых двигателей внутреннего сгорания, разработка технически обоснованных нормативов предельно допустимых износов и оптимальных сроков службы основных деталей, а также выработка мероприятий, направленных на снижение интенсивности изнашивания деталей, является важным средством повышения безопасности мореплавания, улучшения технической эксплуатации флота и повышения его рентабельности.

Настоящая инструкция содержит методические указания по производству обмеров основных деталей ДВС и направлена на создание необходимого единообразия в системе обмеров деталей и ведения соответствующей отчетности на судоремонтных предприятиях и на судах.

Инструкция регламентирует наиболее важные принципиальные требования по обмерам основных деталей цилиндро-поршневой группы, коленчатого и распределительного валов, определяющих преимущественно межремонтные периоды двигателей и потребность в заводском ремонте.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. К основным деталям ДВС, на которые распространяются требования инструкции по обмерам, относятся втулки рабочих цилиндров, поршни, кольца поршневые, головные подшипники,

¹ «Инструкция по производству обмеров и определению износов основных деталей двигателей внутреннего сгорания». Изд-во «Рыбное хозяйство». М., 1963.

пальцы поршневые, коленчатый вал и подшипники, клапаны впускные и выпускные.

2. В заводском ремонте, сопровождающемся разборкой и подетальной дефектацией, обмеры основных деталей выполняются представителем ОТК.

3. В период саморемонта, выполняемого силами машинной команды, обмеры основных деталей выполняются под руководством старшего механика судна.

4. Перед производством обмеров деталей обмеряемые поверхности тщательно очищаются от нагара и грязи, промываются, обдуваются сжатым воздухом и насухо протираются.

5. При обмерах деталей первым цилиндром считается цилиндр, расположенный со стороны, противоположной концу вала, с которого производится основной отбор мощности.

Примечание. При другой нумерации цилиндров, что допускается в виде исключения, принятый порядок номеров обязательно оговаривается в картах обмеров деталей в примечании.

6. Обмеры деталей выполняются исправным мерительным инструментом в местах, строго соответствующих указаниям настоящей инструкции. Перечень рекомендуемого мерительного инструмента для производства обмеров основных деталей ДВС приведен в таблице.

7. При пользовании мерительным инструментом исполнитель должен строго придерживаться правил обращения с инструментом в соответствии с требованиями и рекомендациями завода-изготовителя.

8. Результаты обмеров заносятся в специальные карты, которые комплектуются в журналы для каждого дефектуемого двигателя.

9. Помимо результатов обмеров деталей в картах должны быть обязательно приведены следующие сведения:

- применяемый мерительный инструмент;
- температура в помещении при обмере деталей;
- местные нормы предельных износов деталей;
- заключение по результатам обмеров.

10. Карты заполняет представитель ОТК ремонтного предприятия, выполнивший обмеры деталей, при саморемонте — механик судна.

Продолжительность с начала работы деталей в часах фиксируется в картах механиком судна на основании записей в машинном журнале.

Номинальные размеры, указанные в картах на эскизе, представляются (в мм) с допуском на обработку механиком судна или представителем ОТК на основании данных, приведенных в паспорте на деталь, выдаваемом заводом-изготовителем.

**Перечень стандартного мерительного инструмента для производства
обмеров основных деталей ДВС**

№ пп.	Наименование детали	Место обмера	Мерительный инструмент	
			наименование	ГОСТ
1	Втулка рабочего цилиндра Поршень	Внутренняя рабочая поверхность (по диаметру)	Нутромер индикаторный	868—57
2		Тронк (по диаметру) Отверстия (бобышки) под поршневой палец (по диаметру)	Микрометр Нутромер индикаторный	6507—60 868—57
3	Палец поршня	Канавки поршня (по высоте)	Нутромер индикаторный	9244—59 868—57
4		Рабочая поверхность по диаметру	Микрометр	4381—57
5	Втулка верхней головки шатуна Коленчатый вал	Внутренняя рабочая поверхность (по диаметру)	Нутромер индикаторный	868—57
6		Рабочая поверхность мотылевых рамовых шеек (по диаметру) Зазоры в подшипниках Раскеп (расхождение щек)	Микрометр Шуп, микрометр Специальный прибор с индикатором часового типа	6507—60 882—41 882—41 577—60
6	Коленчатый вал	Биение рамовых шеек	Индикатор часового типа на штативе	577—60

Примечания. 1. Втулки рабочих цилиндров обмеряются по специально изготовляемым рейкам-шаблонам.

2. При отсутствии нутромеров индикаторных допускается применять нутромеры микрометрические по ГОСТу 10—58.

Для определения износа детали за исходный размер принимается построечный размер по паспорту на деталь, либо (только в случае отсутствия построечного размера детали по паспорту) номинальный размер с учетом среднего значения допуска на обработку.

Пример. Втулка цилиндра после 7200 ч работы имеет размер $D = 320,70$ мм. Номинальный размер втулки $D_{\text{ном}} = 320^{+0,05}$ мм. Среднее значение допуска на обработку 0,025 мм. Износ втулки по диаметру составляет $320,70 - 320,025 = 0,675$ мм.

11. В картах № 14 регистрируются укрупненно характерные виды износов, техническое состояние, характер необходимого и произведенного ремонта деталей, для которых нет специальных карт обмеров: фундаментная рама, блок цилиндров, крышки

цилиндров, шатуны, болты шатунные, форсунки, топливные насосы высокого давления, детали распределительного механизма и реверса, регулятор, топливopодкачивающий насос, компрессор навешенный.

12. Карты обмеров заполняются при заводском ремонте в трех экземплярах, при саморемонте — в двух.

Заполненные экземпляры карт комплектуются по принадлежности (по судам и строительным номерам двигателей) и сохраняются в ОТК ремонтного предприятия, на котором произведен ремонт двигателя, на судне и в техническом отделе управления эксплуатирующей организации.

ПРАВИЛА ОБМЕРОВ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВС

ВТУЛКИ ЦИЛИНДРОВ

13. Втулки цилиндров тронковых двигателей обмеряются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — в плоскости «вращения вала» и в плоскости «оси вала» в трех горизонтах (карта № 1) по высоте.

Горизонт *I—I* соответствует району между первым и вторым верхними компрессионными кольцами при положении поршня в в. м. т.

Горизонт *II—II* расположен на уровне оси поршневого пальца при положении поршня в в. м. т.

Горизонт *III—III* расположен на 15 мм выше нижней кромки втулки.

14. Обмеры втулок цилиндров производятся с обязательным использованием рейки-шаблона, позволяющей выполнять обмеры постоянно в одних и тех же местах.

Эскиз рейки-шаблона с указанием размеров применительно к двигателям типа *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24* приведен ниже (рис. 1).

Рейки-шаблоны изготавливаются ремонтными предприятиями для каждой марки ремонтируемых двигателей и используются ОТК этих предприятий и машинными командами. Хранятся рейки-шаблоны на судне и в ОТК СРЗ.

Для возможности производства обмеров и в горизонтах *II—II* при недемонтированном из цилиндра поршне (в этом случае поршень устанавливается в н. м. т.) рекомендуется рейку-шаблон выполнять складной.

15. Обмеры втулок цилиндров производятся только в рабочем положении, т. е. когда втулки установлены в блоке.

ПОРШНИ

16. Поршни тронковых двигателей обмеряются по высоте в горизонтах *II—II* и *III—III* в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (карта № 2) — в плоскости «вращения вала» и в плоскости «оси вала», причем в горизонте *II—II* производится один обмер («по вращению вала»), а в горизонте *III—III* — два обмера (по «вращению вала» и по «оси вала»).

Горизонт *II—II* расположен на уровне оси поршневого пальца.

Горизонт *III—III* расположен на 15 мм выше нижней кромки тронка поршня.

Обмеры поршня выполняются при невыпрессованных поршневых пальцах.

17. Обмер двух верхних поршневых канавок по высоте производится на расстоянии $\frac{1}{3} a$ от наружного диаметра головки поршня, где a — ширина канавки (карта № 2).

Обмеры выполняются: один в плоскости оси поршневого пальца, другой в направлении 90° относительно первого. Из двух полученных размеров в карте фиксируется наибольший.

18. Отверстия в поршне под поршневой палец обмеряются на расстоянии $0,5 l$, где l — длина опорной поверхности отверстия в поршне (карта № 3).

Обмер каждого отверстия выполняется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной.

ПОРШНЕВЫЕ КОЛЬЦА

19. Зазор в паре поршневая канавка — поршневое кольцо замеряется при отжатом к верхней опорной поверхности канавки поршневом кольце (карта № 4).

Зазоры в канавках определяются с помощью щупа. В карте фиксируется наибольший зазор, зарегистрированный для каждой данной пары поршневая канавка — поршневое кольцо.

20. Обмер колец по высоте производится в двух местах на диаметральной плоскости, которая перпендикулярна диаметральной плоскости, проходящей через замок. Обмер выполняется на расстоянии $0,5 b$, где b — ширина кольца (карта № 6).

21. Зазор в стыках поршневых колец (карта № 6) определяется с помощью калибра, внутренний диаметр которого выполняется равным номинальному диаметру втулки цилиндра.

Эскиз калибра (фальшвтулки) приведен ниже (рис. 2).

Калибры (фальшвтулки) изготавливаются ремонтными предприятиями для каждой марки ремонтируемых двигателей и используются ОТК этих предприятий и машинными командами. Хранятся калибры (фальшвтулки) на судне.

Зазоры в стыках колец замеряются щупом либо с помощью специальных калиброванных пластин (при больших зазорах).

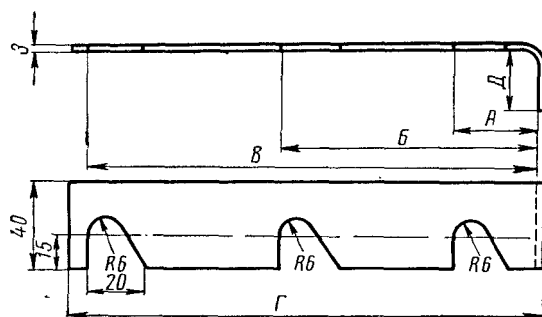


Рис. 1. Рейка-шаблон.

Марка двигателя	Размеры, мм				
	А	Б	В	Г	Д
NVD-24	47	171	466	490	35
NVD-36	58	243	696	715	20
NVD-48	76	316	916	940	25

Примечание. Острые кромки скруглить ($R = 2$ мм). Материал: сталь.

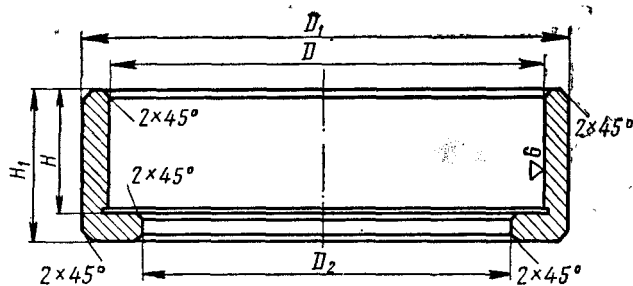


Рис. 2. Калибр (фальшштулка).

Марка двигателя	Размеры, мм				
	D	D ₁	D ₂	H ₁	H
NVD-24	175	195	165	31	21
NVD-36	240	260	230	31	21
NVD-48	320	340	310	38	28

Примечание. Размер D выполнить по скользящей посадке третьего класса.

Материал: чугун.

Фактический зазор S (при положении кольца в изношенной втулке) в стыке кольца определяется по формуле:

$$S = 3,14(D_{\phi} - D) + \Delta \text{ мм},$$

где D_{ϕ} — фактический замеренный диаметр втулки рабочего цилиндра в избранном горизонте, мм;

D — диаметр калибра (фальшвтулки), мм;

Δ — зазор в стыке кольца по калибру, мм.

ПАЛЬЦЫ ПОРШНЕВЫЕ

22. Пальцы поршневые обмеряются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях; в каждой плоскости производятся по два обмера (карта № 5).

Места обмеров располагаются на расстоянии $0,4l$ от середины пальца, где l — длина пальца между бобышками.

23. Для определения зазора (натяга) в соединении бобышка поршня — палец производится обмер опорной поверхности пальца на расстоянии $0,5l$, где l — длина опорной поверхности отверстия в поршне. Обмер производится в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (карта № 3).

ПОДШИПНИК ГОЛОВНОЙ

24. Подшипник головной обмеряется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной и в двух местах на расстоянии $0,1l_1$ от кромки, где l_1 — длина подшипника (карта № 5).

Подшипник обмеряется только в рабочем состоянии, т. е., когда он установлен в тело шатуна.

25. Зазор в соединении поршневой палец — подшипник головной определяется одним из двух способов:

аналитически (расчетом);

при помощи щупа.

Аналитический способ определения зазора в головном соединении следует применять в тех случаях, когда производится полная разборка и обмеры деталей головного соединения.

Зазор в этом случае определяется по формуле:

$$S_{\text{в}} = d_{\text{вТВ}} - d_{\text{п}} \text{ мм},$$

где $S_{\text{в}}$ — зазор в соединении, рассчитанный для вертикальной (рабочей) плоскости, мм;

$d_{\text{вТВ}}$ — среднее значение внутреннего диаметра подшипника в вертикальной плоскости; мм;

$d_{\text{п}}$ — среднее значение диаметра поршневого пальца, мм.

Определение зазора при помощи щупа производится после того, как выпрессованный из бобышек поршневой палец будет помещен в головном подшипнике. При этом зазор замеряется щупом в вертикальной (рабочей) плоскости с двух противоположных сторон.

Примечание. Определение зазоров в головных подшипниках без разборки двигателя производится при помощи специального прибора (рис. 101, 102).

КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ

26. Мотылевые шейки коленчатого вала обмеряются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной и в трех местах по длине (карта № 7).

Два крайних пояса обмера располагаются на расстоянии $0,4l$ от середины шейки, где l — длина шейки.

Вертикальной плоскостью обмера мотылевой шейки считается плоскость, проходящая через оси рамовой и мотылевой шеек.

Горизонтальной плоскостью обмера шейки считается плоскость, перпендикулярная вертикальной.

При совпадении маслоподводящих отверстий с местом обмера шейки микрометр необходимо развернуть на несколько градусов в сторону переднего хода.

27. Рамовые шейки коленчатого вала обмеряются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной и в трех местах по длине (карта № 8).

Два крайних пояса обмера располагаются на расстоянии $0,4l$ от середины шейки, где l — длина шейки.

Вертикальной плоскостью обмера рамовой шейки считается плоскость, проходящая через ось рамовых шеек и ось мотылевой шейки первого цилиндра.

Горизонтальной плоскостью обмера шейки считается плоскость, перпендикулярная вертикальной плоскости.

28. Просадка коленчатого вала проверяется по скобе в двух местах по длине рамовой шейки (карта № 8).

29. Зазоры в мотылевых, рамовых и головных подшипниках (карта № 9) замеряются (в зависимости от категории ремонта) одним из следующих способов:

с помощью щупа;

с помощью свинцовых выжимок;

аналитически, путем вычитания из диаметра подшипника диаметра шейки вала (при наличии обмеров).

30. Раскеп коленчатого вала замеряется на расстоянии $0,5d$ от оси, проходящей через рамовые шейки, где d — диаметр рамовой шейки (карта № 10).

31. Порядок замера раскепа сводится к следующему. Соответствующий мотыль устанавливается в н. м. т. В лунки на щеках согласно рекомендованному месту замера заводится индикатор часового типа с приспособлением для упора в щеки коленчатого вала. Стрелка индикатора устанавливается в нулевое положение. Медленно проворачивается коленчатый вал и фиксируются показания индикатора при положении «левая сторона», в. м. т. и «правая сторона». Затем в н. м. т. проверяется совпадение положения стрелки с нулевым положением; если стрелка индикатора не возвращается в свое первоначальное (нулевое) положение, замеры необходимо повторить.

Примечание. За «левую сторону» принимается сторона, расположенная слева, если смотреть со стороны маховика двигателя.

32. Раскеп в вертикальной плоскости (н. м. т. — в. м. т.) считается положительным, если расстояние между щеками при положении мотыля в в. м. т. больше, чем при положении мотыля в н. м. т.

Раскеп в вертикальной плоскости считается отрицательным, если расстояние между щеками при положении мотыля в в. м. т. меньше, чем при положении мотыля в н. м. т.

Раскеп в горизонтальной плоскости («правая сторона» — «левая сторона») считается положительным, если расстояние между щеками при положении мотыля «левая сторона» больше, чем при положении мотыля «правая сторона».

Раскеп в горизонтальной плоскости считается отрицательным, если расстояние между щеками при положении мотыля «левая сторона» меньше, чем при положении мотыля «правая сторона».

33. Для замера раскепа коленчатого вала применяются специальные приспособления в совокупности с индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

34. Биение рамовых шеек коленчатого вала, лежащего на всех рамовых подшипниках и отсоединенного от валопровода, определяется с помощью индикатора часового типа, укрепленного на штативе и расположенного по отношению к валу в вертикальной плоскости (н. м. т. — в. м. т.).

Величина биения определяется как разность наибольшего и наименьшего отклонения стрелки индикатора за полный оборот вала в двух сечениях на расстоянии $0,4l$ в каждую сторону от середины подшипника, где l — длина рамового подшипника (карта № 11).

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ

35. Шейки распределительного вала обмеряются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях — вертикальной и горизонтальной и в двух местах по длине на расстоянии $0,4l$ в каждую сторону от середины подшипников, где l — длина подшипника (карта № 12).

За вертикальную плоскость принимается плоскость, проходящая через метки OO на шестерне и ось распределительного вала.

Горизонтальная плоскость — плоскость, перпендикулярная вертикальной.

ВПУСКНЫЕ И ВЫПУСКНЫЕ КЛАПАНЫ

36. Обмер штока клапана по диаметру производится в двух местах по высоте («Верх» и «Низ») на расстоянии 15 мм от верхней и нижней кромки направляющей втулки.

Зазор в соединении шток клапана — втулка проверяется при помощи щупа в местах, соответствующих обмеру клапана, т. е. на расстояниях 15 мм от кромки втулки (карта № 13).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЗОРА МЕЖДУ ВТУЛКОЙ ЦИЛИНДРА И ПОРШНЕМ

37. Зазор между втулкой цилиндра и поршнем определяется для двух мест по высоте («Верх» и «Низ») одним из двух способов:

аналитически (расчетом);
при помощи щупа.

Аналитический способ определения зазора следует применять в тех случаях, когда произведены обмеры рассматриваемых деталей. Зазор в этом случае определяется по формуле:

$$S = D_v - D_p \text{ мм,}$$

где D_v — диаметр втулки цилиндра, мм;

D_p — диаметр поршня, мм.

При определении зазора в месте «Верх» принимается:

D_v — диаметр втулки цилиндра при обмере в горизонте II — II;

D_p — диаметр поршня при обмере в поясе II — II.

При определении зазора в месте «Низ» принимается:

D_v — диаметр втулки цилиндра при обмере в поясе III — III;

D_p — диаметр поршня при обмере в поясе III — III.

Определение зазора при помощи щупа производится при комплектации рассматриваемых деталей соответственно в местах «Верх» и «Низ».

Ниже приведен образец заполнения журнала обмеров и износов основных деталей судового тронкового двигателя.

СРТ-4290 «ВЕРХОЯНСК»

(наименование судна)

УПРАВЛЕНИЕ «МУРМАНСЕЛЬДЬ»

(судовладелец)

**ЖУРНАЛ ОБМЕРОВ И ИЗНОСОВ
ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ СУДОВОГО ТРОНКОВОГО ДВИГАТЕЛЯ**

марки 6NVD-48

Мощность двигателя: 400 э. л. с. при 275 об/мин
Тактность: четырехтактный
Тип продувки —
Наддув —
Система охлаждения: забортной водой
№ двигателя 25112, год постройки 1955

Предприятие, проводившее обмеры: судоремонтный завод № 1

Главного управления «Севрыба».

Дата заполнения журнала 15 сентября 1960 г.

Марка двигателя 6NVD-48	Сведения по эксплуатации двигателя между ремонтами (от предшествующего до настоящего)	Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»
----------------------------	---	--

1. Даты ремонтов: окончания предшествующего 10.05.60 г., начала настоящего 05.09.60 г.

2. Режим работы двигателя: а) **работающего на винт:** Всего 1900 ч, в том числе: полный ход ($n = 275$ об/мин) 250 ч, средний ход ($n = 210$ об/мин) 500 ч, малый ход ($n = 150$ об/мин) 250 ч, ход с тралом ($n = 225$ об/мин) 900 ч;
- б) **работающего на генератор:** Всего . . . ч, в том числе: при нагрузке 100% ($KW = \dots$) .ч, при нагрузке 75% ($KW = \dots$) .ч, при нагрузке 50% ($KW = \dots$) .ч, при нагрузке 25% ($KW = \dots$) .ч

3. Количество пусков: 530

4. Параметры		Размерность	Средние значения параметров двигателя при номинальном режиме	
			после предыдущего ремонта	перед настоящим ремонтом
Температура выпускных газов	По цилиндрам	°C	350	360
	В коллекторе		360	370
Температура охлаждающей воды	На входе в двигатель	°C	12	12
	На выходе из двигателя		45	48
Температура масла в системе смазки	Перед холодильником	°C	42	44
	После холодильника		36	37
Давление в конце цикла сжатия		кг/см ²	36	35,5
Максимальное давление сгорания		кг/см ²	52	50
Давление масла в системе смазки	До фильтра	кг/см ²	2,1	2,0
	После фильтра		1,6	1,6

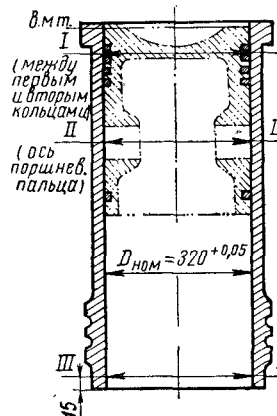
5. Марка и ГОСТ применявшегося масла: Дп-11, ГОСТ 5304—54

6. Марка и ГОСТ применявшегося топлива: дизельное марки Д, ГОСТ 305—58

Запись произвел: ст. механик Соколов Дата: 10.9.60 г.

(Должность, подпись)

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 1		Втулка				Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»			
№№ цилиндров	построенный размер по паспорту, мм	продолжительность с начала работы, ч	Диаметр втулок, мм						Наибольший износ, мм		
			I—I		II—II		III—III		на диаметр	эллиптичность	
			по вращению	по оси	по вращению	по оси	по вращению	по оси			
1	320,01	7200	320,70	320,65	320,24	320,23	320,05	320,03	0,69	0,05	
2	320,00	7200	320,72	320,66	320,25	320,24	320,06	320,04	0,72	0,06	
3	320,02	7200	320,68	320,64	320,22	320,21	320,06	320,03	0,66	0,04	
4	320,02	7200	321,01	320,89	320,45	320,43	320,08	320,05	0,99	0,12	
5	320,02	7200	321,02	320,93	320,43	320,41	320,07	320,05	1,00	0,09	
6	320,01	7200	320,85	320,80	320,28	320,25	320,06	320,04	0,84	0,05	



Примечания: 1. Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

2. Втулки фирменные №№: 1—6

1. Мерительный инструмент: нутромер индикаторный.

2. Температура в помещении при обмере: 16° С.

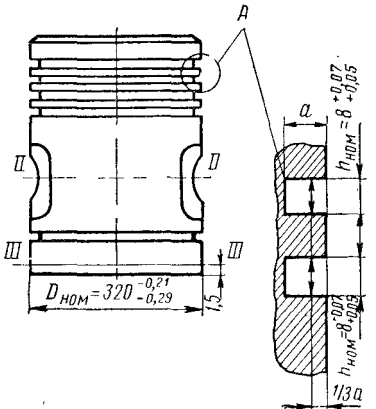
3. Нормы предельных износов: на диаметр 2,1 мм; эллиптичность 0,60 мм.

4. Заключение по результатам обмеров: втулки допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 10. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 2		Поршень			Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»				
№№ цилиндров	построенный размер тронка по паспорту, мм	продолжительность с начала работы, ч	диаметр тронка, мм			наибольший износ, мм		размер и износ поршневых канавок по высоте, мм			
			II—II		III—III	на диаметр	эллиптичность	первые		вторые	
			по вращению	по вращению	по оси			размер	износ	размер	износ
1	319,72	7200	319,69	319,68	319,69	0,04	0,01	8,18	0,12	8,11	0,05
2	319,74	7200	319,70	319,69	319,70	0,05	0,01	8,19	0,13	8,10	0,04
3	319,73	7200	319,70	319,69	319,70	0,04	0,01	8,20	0,14	8,12	0,06
4	319,75	7200	319,72	319,70	319,71	0,05	0,01	8,18	0,12	8,11	0,05
5	319,71	7200	319,68	319,70	319,69	0,03	0,01	8,20	0,14	8,10	0,04
6	319,72	7200	319,70	319,69	319,70	0,03	0,01	8,19	0,13	8,09	0,03



Примечания:

1. Поршни фирменные №№: 1—6.

2. Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

1. Мерительный инструмент: для тронка—микрометр, для канавок—нутромер индикаторный.

2. Температура в помещении при обмере: 16° С.

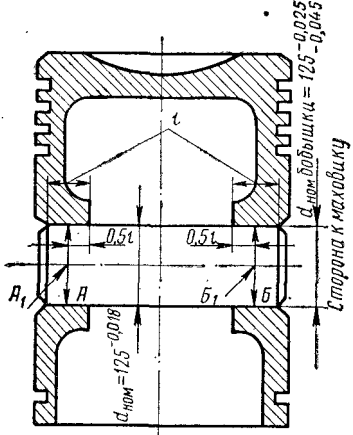
3. Нормы предельных износов: эллиптичность тронка 0,25 мм, канавок по высоте 0,40 мм.

4. Заключение по результатам обмеров: поршни допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 10. 9. 60 г.

	Поршень							
	№№ цилиндров	построенный размер по паспорту, мм	продолжительность с начала работы, ч	диаметр отверстия под палец, мм				наибольшая эллип- тичность, мм
				вертикальная плоскость		горизонталь- ная плоскость		
				А	Б	А ₁	Б ₁	
1	124,97	7200	124,97	124,98	124,97	124,97	0,01	
2	124,96	7200	124,96	124,97	124,97	124,96	0,01	
3	124,98	7200	124,98	124,99	124,98	124,99	0,00	
4	124,97	7200	124,97	124,98	124,97	124,98	0,00	
5	124,97	7200	124,97	124,98	124,97	124,98	0,00	
6	124,98	7200	124,96	124,97	124,96	124,97	0,00	



Продолжение карты 3

Поршень-палец	Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»
---------------	---

палец							зазор (+), натяг (-), мм			
построенный раз- мер по паспорту, мм	продолжительность с начала работы, ч	диаметр опорной поверхности пальца, мм				наибольшая эллип- тичность, мм	А-А		Б-Б	
		А	Б	А ₁	Б ₁					
124,99	3500	124,99	124,98	124,99	124,98	0,00	-0,02	-0,01		
124,98	3500	124,98	124,99	124,98	124,96	0,02	-0,02	-0,02		
124,99	3500	124,99	124,98	124,99	124,98	0,00	-0,01	0,01		
124,99	3500	124,98	124,98	124,99	124,98	0,00	-0,01	0,00		
124,99	3500	124,99	124,98	124,99	124,98	0,00	-0,02	0,00		
124,98	3500	124,98	124,97	124,98	124,97	0,00	-0,02	0,00		

1. Инструмент: микрометр, нутромер индикаторный.
2. Температура в помещении при обмере: 16° С.
3. Нормы натяга в соединении А — А₁: 0,01—0,03 мм.
4. Заключение по результатам обмеров: соединения поршень—палец допуска- ются к дальнейшей эксплуатации.

Примечания.

1. Пальцы плавающие.
2. Пальцы фирменные №№: 1—8.
3. Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

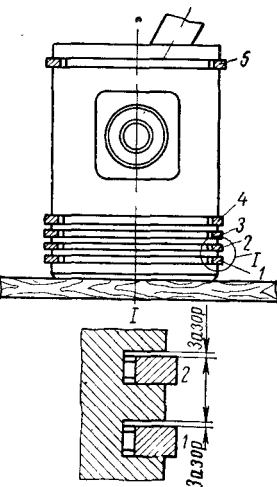
Обмеры произвел: мастер ОТК Петров

(Должность, подпись)

Дата: 10. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48	Карта № 4	Зазор колец в поршневых канавках по высоте	Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»
----------------------------	-----------	--	--

№№ цилиндров	продолжительность с начала работы, ч	зазоры в сотых долях мм					
		№№ колец					
		1	2	3	4	5	6
1	3500	24	16	8	6	6	6
2	3500	19	10	8	6	6	6
3	3500	27	18	6	6	6	6
4	3500	17	10	6	5	6	6
5	3500	26	17	6	5	6	6
6	3500	18	8	6	6	6	6



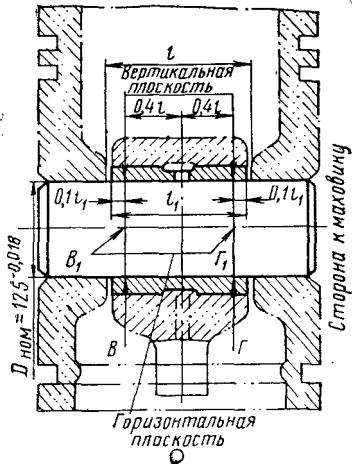
Примечание: Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

1. Монтажный зазор: $\frac{\text{первого кольца } 0,07 \text{ мм}}{\text{второго кольца } 0,07 \text{ мм}}$.
2. Нормы предельных зазоров: 0,70 мм.
3. Метод определения зазоров: с помощью щупа.
4. Заключение по результатам обмеров: кольца по зазорам в поршневых канавках допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров

(Должность, подпись)

Дата: 11. 9. 60 г.



№№ цилиндров	построечный размер по паспорту, мм	продолжительность с начала работы, ч	подшипник	
			диаметр,	
			вертикальная плоскость	
			В	Г
1	125,10	7200	125,18	125,26
2	125,12	3500	125,18	125,20
3	125,10	3500	125,20	125,18
4	125,10	3500	125,20	125,18
5	125,11	3500	125,20	125,18
6	125,10	7200	125,18	125,26

Примечания:

1. Пальцы плавающие.
2. Пальцы фирменные №№: 1—6.
3. Подшипники головные фирменные №№: 1—6.
4. Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

Обмеры произвел:

Головное соединение				Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»							
головной				палев поршневой							
мм		наибольшая, мм		погрешный размер по паспорту, мм	продолжительность с начала работы, ч	диаметр, мм				наибольшая, мм	
горизонтальная плоскость						В	Г	В ₁	Г ₁		
В ₁	Г ₁	конусность	эллиптичность								
125,12	125,14	0,08	0,12	124,99	3500	124,95	124,90	124,97	124,96	0,05	0,06
125,12	125,14	0,02	0,06	124,98	3500	124,96	124,95	124,98	124,97	0,01	0,02
125,14	125,12	0,02	0,06	124,99	3500	124,95	124,96	124,97	124,98	0,01	0,02
125,12	125,14	0,02	0,08	124,99	3500	124,95	124,94	124,97	124,96	0,01	0,02
125,14	125,12	0,02	0,06	124,99	3500	124,96	124,95	124,98	124,96	0,02	0,02
125,12	125,14	0,08	0,12	124,98	3500	124,95	124,90	124,97	124,95	0,05	0,05

1. Мерительный инструмент: нутромер индикаторный и микрометр.

2. Температура в помещении при обмере: 16° С.

3. Нормы предельных износов

пальцев: конусность 0,06 мм; эллиптичность 0,08 мм

подшипников: конусность 0,07 мм; эллиптичность 0,05 мм

4. Заключение по результатам обмеров

пальцев: пальцы № 1 и 6 заменить, остальные допускаются

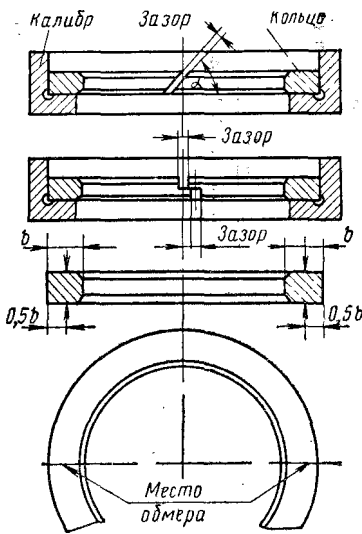
подшипников: подшипники №№ 1 и 6 заменить, остальные к эксплуатации

допускаются к эксплуатации

мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 12. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 6		Кольца поршневые				Наименование судна СРТ-4290 «Верхояиск»					
№№ цилиндров	продолжитель- ность с начала работы, ч	зазор в замках, мм						высота колец, мм					
		№№ колец						№№ колец					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	3500	4,90	4,50	3,15	3,20	3,50	3,25	7,94	7,95	8,00	8,01	8,00	8,00
2	3500	3,65	3,30	3,20	3,15	3,65	3,15	8,00	8,00	8,01	8,00	8,00	8,00
3	3500	4,90	4,45	3,25	3,30	3,40	3,20	7,93	7,94	8,01	8,00	8,01	8,00
4	3500	3,25	3,30	3,25	3,20	3,30	3,35	8,01	8,01	8,00	8,00	8,01	8,00
5	3500	4,50	4,90	3,20	3,15	3,45	3,40	7,94	7,93	8,00	8,00	8,01	8,00
6	3500	3,60	3,25	3,25	3,30	3,55	3,25	8,01	8,01	8,01	8,01	8,01	8,00



Примечания.

- Номинальные размеры колец:
высота 8—0,01 мм
ширина 11,5 мм
- Кольца нефирменные.
- Порядок №№ цилиндров: со стороны основного сбора мощности.

1. Метод определения: зазора в замках—по калибру, щупом; высоты кольца—микрометром.

2. Нормы предельных износов:

зазор в замках при $\alpha=90^\circ$ 5,0 мм,

при $\alpha=45^\circ$ 5 мм,

3. Заключение по результатам обмеров: кольца №№ 1 и 2 цилиндров №№ 1, 3, 5 заменить; остальные допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 11. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 7		Мотылевые шейки коленчатого вала			Наименование судна СРТ-4290 «Верхояиск»		
№№ шеек	построеч- ный раз- мер по паспорту, мм	диаметр шеек, мм						наибольший износ шеек, мм	
		вертикальная плоскость			горизонтальная плоскость			конус- ность	эллип- тичность
		А	Б	В	А ₁	Б ₁	В ₁		
1	199,98	199,91	199,94	199,90	199,90	199,93	199,89	0,01	0,01
2	199,99	199,92	199,94	199,90	199,90	199,93	199,89	0,02	0,02
3	199,98	199,91	199,93	199,89	199,89	199,92	199,89	0,02	0,02
4	200,00	199,92	199,94	199,90	199,91	199,94	199,91	0,02	0,01
5	199,99	199,92	199,94	199,90	199,91	199,93	199,90	0,02	0,01
6	199,98	199,92	199,95	199,90	199,90	199,92	199,89	0,02	0,03

Примечание:

Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

1. Мерительный инструмент: микрометр.

2. Температура в помещении при обмере: 16° С.

3. Продолжительность с начала работы: 7200 ч.

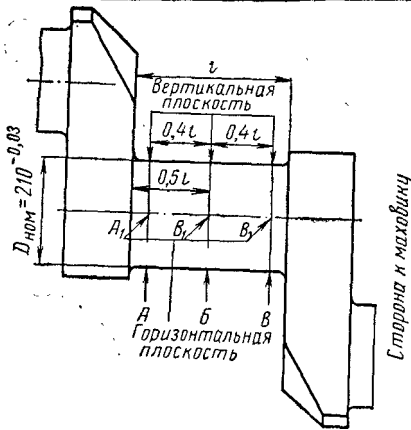
4. Нормы предельных износов шеек: $\frac{\text{конусность } 0,10 \text{ мм}}{\text{эллиптичность } 0,15 \text{ мм}}$

5. Заключение по результатам обмеров: коленчатый вал допускается к дальнейшей эксплуатации без калибровки (шлифовки) шеек.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 13. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 8		Рамовые шейки коленчатого вала			Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»				
№№ шейк	постро- енный размер по пас- порту, мм	диаметр шейк, мм						наибольший износ шейк, мм		просадка вала, мм	
		вертикальная плоскость			горизонтальная плоскость			конус- ность	эллип- тич- ность	плос- кость А—А	плос- кость В—В
		А	Б	В	А ₁	Б ₁	В ₁				
1	200,00	199,94	199,94	199,95	199,95	199,97	199,96	0,01	0,01	0,08	0,10
2	200,00	199,95	199,97	199,96	199,94	199,96	199,96	0,02	0,01	0,09	0,08
3	199,98	199,93	199,94	199,95	199,94	199,96	199,95	0,02	0,02	0,10	0,10
4	199,99	199,94	199,95	199,93	199,95	199,97	199,94	0,01	0,02	0,10	0,10
5	199,98	199,93	199,94	199,95	199,93	199,96	199,95	0,02	0,02	0,08	0,09
6	200,00	199,95	199,97	199,96	199,94	199,96	199,96	0,02	0,01	0,08	0,09
7	199,98	199,93	199,94	199,95	199,94	199,96	199,95	0,02	0,02	0,10	0,10



Примечания:

- Вертикальной плоскостью обмера рамовой шейки считается плоскость, проходящая через ось рамовых шейк и ось мотылевой шейки первого цилиндра.
- Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

- Мерительный инструмент: микрометр, скоба, щуп.
- Температура в помещении при обмере: 16° С.
- Продолжительность с начала работы: 7200 ч.

- Нормы предельных износов шейк: $\frac{\text{конусность } 0,12 \text{ мм}}{\text{эллиптичность } 0,15 \text{ мм}}$

- Заключение по результатам обмеров: коленчатый вал допускается к дальнейшей эксплуатации без проточки (шлифовки) шейк.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 13. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 9		Зазоры			Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»							
№№ цилиндров	рамовые подшипники		зазор в сотых долях мм	мотылевые подшипники		зазор в сотых долях мм	головные подшипники		зазор в сотых долях мм	втулка цилиндра—поршень		зазор наибольший в сотых долях мм		
	с начала эксплуатации	продолжительность работы, ч		с начала эксплуатации	продолжительность работы, ч		с начала эксплуатации	продолжительность работы, ч		«Верх»	«Низ»			
													после последней регулировки	после последней регулировки
1	7200	3500	18	1	7200	3500	20	1	7200	—	36	1	55	37
2	7200	3500	18	2	7200	3500	24	2	3500	—	22	2	55	37
3	7200	3500	20	3	7200	3500	22	3	3500	—	25	3	52	37
4	7200	3500	22	4	7200	3500	24	4	3500	—	25	4	73	38
5	7200	3500	20	5	7200	3500	24	5	3500	—	24	5	75	37
6	7200	3500	22	6	7200	3500	22	6	7200	—	36	6	58	37
7	7200	3500	22											

Примечание.

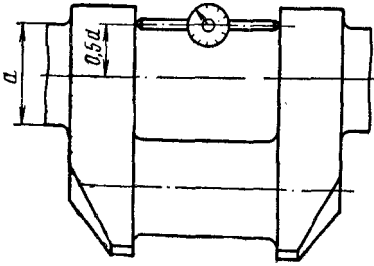
Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности.

- Нормы предельных зазоров: а) в подшипниках рамовых 0,30 мм, мотылевых 0,25 мм, головных 0,30 мм; б) втулка цилиндра—поршень: «Верх»—1,20 мм, «Низ»—0,70 мм. Инструмент: щуп, микрометр, нутромер индикаторный.
- Заключение по результатам обмеров: а) подшипники рамовые и мотылевые отрегулировать, головные подшипники №№ 1 и 6 заменить, остальные не ремонтировать; б) втулки цилиндры и поршни допускаются к дальнейшей эксплуатации.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 13.9.60 г.

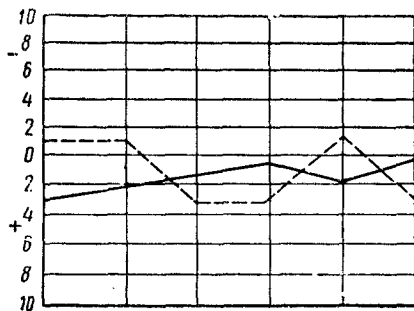
Марка двигателя 6NVD-48	Карта № 10	Раскёпы коленчатого вала с движением	Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»							
			№№ цилиндров							
Положения мотыля			1	2	3	4	5	6	7	8
н. м. т.			0	0	0	0	0	0		
в. м. т.			+3	+2	+2	+1	+2	+1		
Величина раскёпа в сотых долях мм			+3	+2	+2	+1	+2	+1		
«Левая сторона»			0	0	+4	+4	0	+4		
«Правая сторона»			+1	+1	+1	+1	+1	+1		
Величина раскёпа в сотых долях мм			-1	-1	+3	+3	-1	+3		



Примечания.

1. Порядок №№ цилиндров: со стороны основного отбора мощности. 2. Величина раскёпа в вертикальной (н. м. т.— в. м. т.) и в горизонтальной («левая сторона» — «правая сторона») плоскостях считается положительной (+), если расстояния между щеками при положении мотыля в в. м. т. и «левая сторона» больше, чем при положении мотыля в н. м. т. и «правая сторона». 3. Для графического построения величины раскёпа принимаются следующие обозначения:

————— вертикальная плоскость; - - - - - горизонтальная плоскость.



- Осадка судна: нос 2,4 м, корма 3,4 м.
- Температура: наружного воздуха 19° С, температура забортной воды 8° С.
- Время производства обмеров: днем.
- Количество груза в трюмах т
- Продолжительность с начала работы: 7200 ч.
- Нормы предельных раскёпов: 0,12 мм. Приспособление с индикатором.
- Заключение по результатам обмеров: вал допускается к эксплуатации.

Обмер произвел: мастер ОТК Петров

Дата: 14. 9. 60 г.

(Должность, подпись)

Марка двигателя 6NVD-48	Карта № 11	Бвенне рамовых шеек коленчатого вала	Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»									
			отклонение стрелки индикатора в сотых долях мм									
Положение обмера		шейка № 1		шейка № 2		шейка № 3		шейка № 4		шейка № 5		
		сечение А	сечение Б	сечение А	сечение Б	сечение А	сечение Б	сечение А	сечение Б	сечение А	сечение Б	
в. м. т.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
«Правая сторона»		2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	
н. м. т.		1	2	1	1	3	2	2	2	3	2	
«Левая сторона»		2	1	2	2	2	2	3	2	2	1	
Положение обмера		шейка № 6		шейка № 7								
		сечение А	сечение Б	сечение А	сечение Б							
в. м. т.		0	0	0	0							
«Правая сторона»		1	2	3	4							
н. м. т.		2	2	2	3							
«Левая сторона»		3	3	3	4							

Примечание.
Порядок №№ цилиндров: со стороны
основного отбора мощности.

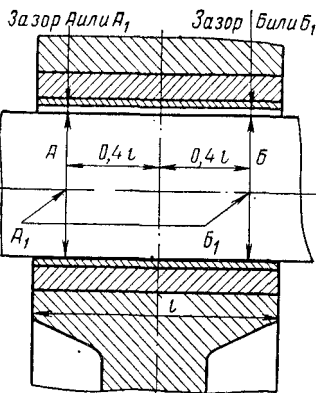
- Продолжительность с начала работы: 7200 ч.
- Норма предельного биения: 0,25 мм.
- Метод обмера: индикатором часового типа на штативе.
- Заключение по результатам обмеров: вал допускается к дальнейшей эксплуатации.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров

(Должность, подпись)

Дата: 14. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 12		Шейки распределительного вала		Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»			
№№ штек	построенный размер по пас- порту, мм	диаметр шеек, мм				наибольший износ, мм		зазор наибольший в сотых долях мм	
		вертикальная плоскость		горизонтальная плоскость		конус- ность	эллип- тичность	А	Б
		А	Б	А ₁	Б ₁				
1		—	—	—	—	—	—	—	—
2	69,97	69,96	69,95	69,95	69,94	0,01	0,01	16	17
3	69,98	69,96	69,94	69,95	69,93	0,02	0,01	17	16
4	69,97	69,95	69,94	69,93	69,92	0,01	0,02	15	17
5	69,98	69,95	69,94	69,93	69,92	0,01	0,02	16	18
6	69,97	69,96	69,94	69,95	69,93	0,02	0,01	18	19



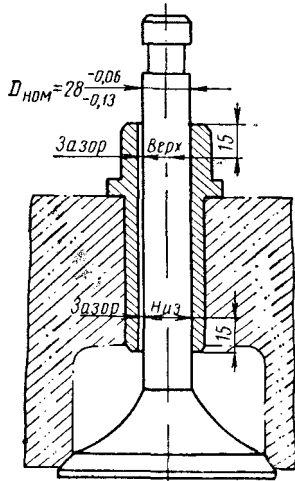
Примечание:
Порядок №№ цилиндров: со стороны
основного отбора мощности.

1. Мерительный инструмент: микрометр, шуп.
2. Нормы предельных износов: $\frac{\text{конусность } 0,10 \text{ мм}}{\text{эллиптичность } 0,10 \text{ мм}}$.
3. Продолжительность с начала работы: 7200 ч.
4. Заключение по результатам обмеров: вал и подшипники допускаются к эксплуатации без ремонта.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 14. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 13		Клапан		Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»						
№№ цилиндров	продолжительность с начала работы, ч	шток впускного клапана		шток выпускного клапана		зазор шток клапана — втулка						
		диаметр, мм		диаметр, мм]		впускной клапан			выпускной клапан			
		«Верх»	«Низ»	«Верх»	«Низ»	продолжи- тельность с начала ра- боты, ч	зазор в сотых долях мм		продолжи- тельность с начала ра- боты, ч	зазор в сотых долях мм		
							«Верх»	«Низ»		«Верх»	«Низ»	
1	7200	27,90	27,90	27,90	27,88	27,87	7200	25	27	7200	28	30
2	7200	27,92	27,90	27,90	27,89	27,88	7200	26	28	7200	30	28
3	7200	27,91	27,90	27,90	27,90	27,89	7200	25	27	7200	30	30
4	7200	27,89	27,90	27,90	27,90	27,89	7200	26	28	7200	28	30
5	7200	27,90	27,90	27,90	27,89	27,90	7200	25	27	7200	28	30
6	7200	27,90	27,89	27,89	27,89	27,88	7200	25	27	7200	30	30



Примечание.
Порядок №№ цилиндров: со стороны
основного отбора мощности.

1. Мерительный инструмент: микрометр, нутромер индикаторный.
2. Нормы предельных износов: $\frac{\text{шток по диаметру } 0,10 \text{ мм}}{\text{зазор шток клапана — втулка } 0,30 \text{ мм}}$.
3. Состояние уплотнительной поверхности поля клапана: раковины на полях выпускных клапанов глубиной до 0,3 мм.
4. Заключение по результатам обмеров и осмотра: шлифовать на станке поля выпускных клапанов.

Обмеры произвел: мастер ОТК Петров
(Должность, подпись)

Дата: 14. 9. 60 г.

Марка двигателя 6NVD-48		Карта № 14		Регистрация характерных видов износа деталей, неохваченных предыдущими картами		Наименование судна СРТ-4290 «Верхоянск»	
№ пп.	наименование детали, узла, навешенного механизма	характер и величина износа	продолжительность с начала работы, ч	действующий норматив износа	метод ремонта	примечание	
1	2	3	4	5	6	7	
1	Крышка цилиндров	Раковины на седлах выпускных клапанов глубиной до 0,3 мм	3500	—	Проточить на станке седла для выпускных клапанов		
2	Форсунки	Подтекание топлива у форсунок цилиндров №№ 1, 4, 5, 6	3500	—	Заменить распылители у форсунок цилиндров №№ 1, 4, 5, 6.	Распылители у форсунок цилиндров №№ 2 и 3 промыть и прочистить	
3	Компрессор навешенный	Увеличенный зазор у колец поршня ЦНД (до 6,0 мм), эллипс поршневого пальца 0,10 мм	7200	Зазор у колец 2,5 мм, эллипс пальца 0,06 мм	Заменить поршневые кольца поршня цилиндра низкого давления, поршневой палец		

Примечания. 1. Остальные детали и узлы двигателя замены и ремонта не требуют.

2. В графе 2 указываются следующие детали и узлы двигателя: фундаментная рама, блок цилиндров, крышки цилиндров, шатуны, болты шатунные, форсунки, топливные насосы высокого давления, детали распределительного механизма и реверса, регулятор, топливоподкачивающий насос, реверс-редуктор, компрессор навешенный, газотурбоагрегат.

Дефектацию произвел: мастер ОТК Кузаев

(Должность, подпись)

Дата: 14. 9. 60 г.

Использованная литература

1. Ваншейдт В. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Л., Судпромгиз, 1962.
2. Долинский П. А. Центровка движения судовых дизелей. Изд-во «Речной транспорт». М., 1951.
3. Длин А. М. Математическая статистика в технике. Советская наука. М., 1958.
4. Зайцев А. К. Основы учения о трении, износе и смене машин. М., Машгиз, 1962.
5. Кац А. М. Некоторые вопросы регуляторов прямого действия дизелей. НИДИ, Вопросы конструирования дизелей, книга 10. Машгиз, 1949.
6. Крагельский И. В. Трение и износ. М., Машгиз, 1962.
7. Лукомский Я. И. Теория корреляции. Литографированное издание «МАИ». М., 1948.
8. Мелькумов Т. М. Теория быстроходного двигателя с самовоспламенением. Оборонгиз, 1953.
9. Моторные топлива, масла и жидкости, под редакцией К. К. Папок и Е. Г. Семенидо. Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы. М., 1947.
10. Морозов Г. А. Износ и коррозия быстроходных дизелей, работающих на топливе с повышенным содержанием серы, и технические требования к топливу и смазочным маслам. Сборник «Борьба с коррозией двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок». М., Машгиз, 1962.
- 10а. Микутенок Ю. А. Присадки к маслам двигателей. ЦБТИ. М., 1961.
11. Орлин А. С., Вырубков Д. Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания. Машгиз. М., 1962.
12. Пономарев А. Ф., Гедык П. К. Смазка оборудования. Машгиз, М., 1962.
13. Пономарев И. А. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Изд-во «Речной транспорт», 1957.
14. Петровский Н. В. О воспламенении рабочей смеси в газонефтяном дизеле. Сборник трудов ЛОНИТОВТ. Изд-во «Речной транспорт», 1948.
15. Петровский Н. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Изд-во «Морской транспорт» Л., 1955.
16. Регистр Союза ССР. Правила классификации и постройки морских судов. Изд-во «Морской транспорт». Л., 1960.
17. Ренский Н. М. Эксплуатация главных двигателей серийных теплоходов. Изд-во «Речной транспорт». М., 1963.
18. Романовский В. И. Применение математической статистики в опытном деле. ОГИЗ. Гостехиздат, 1947.
19. Рикардо Г. Р. Быстроходные двигатели внутреннего сгорания. Машгиз, 1960.
20. Справочник по ремонту судов. Под общей редакцией Чернова М. И. Изд-во «Речной транспорт». М., 1963.
21. Сомов В. А., Боткин П. П. Топливо для транспортных дизелей. Л., Судпромгиз, 1963.

22. Фатвушевич В. М. Ремонт судовых двигателей внутреннего сгорания. Изд-во «Морской транспорт». Л., 1963.
23. Хрущев М. М. Классификация условий и видов изнашивания деталей машин. Трение и износ в машинах. Сборник 8, Изд. АН СССР, 1953.
24. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. Издания ИЛ, 1956.
25. Шиголов Б. М. Математическая обработка наблюдений. Физматгиз. М., 1962.
26. Энглиш К. Поршневые кольца. Машгиз, 1962.
27. Временные нормы предельно допустимых износов и рекомендуемые сроки службы основных деталей судовых двигателей завода имени К. Либкнехта, выпускаемых в ГДР. Гипрорыбфлот. Л., 1962.
28. Информационно-технический сборник. Вып. 6. Гипрорыбфлот, М., 1962.
29. Материалы междуведомственного совещания по изучению и нормированию износов судовых двигателей внутреннего сгорания. Гипрорыбфлот. М., 1962.
30. Материалы института «Гипрорыбфлот» по теплотехническим испытаниям судовых дизельных установок рыболовных траулеров.
31. Правила по эксплуатации судовых двигателей внутреннего сгорания, разработанные институтом «Гипрорыбфлот» и другими организациями.
32. Методические указания и инструкции по проверке мер и измерительных приборов Комитета стандартов при Совете Министров СССР.
33. Действующие Технические условия на ремонт двигателей типа *NVD-48* и *NVD-36*.
34. Hanfler A. Schmierstoffe für Dieselmotoren und ihre Bedeutung für den motorischen Betrieb. Dieselmotoren Nachrichten, 1961/1.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
----------------	---

Глава I. Краткая техническая характеристика

Глава II. Краткое описание двигателей

§ 1. Остов двигателя	22
§ 2. Кривошипно-шатунный механизм	28
§ 3. Механизм газораспределения	35
§ 4. Топливная система	41
§ 5. Регулятор числа оборотов	52
§ 6. Пусковая система	58
§ 7. Система смазки	79
§ 8. Система охлаждения	86

Глава III. Эксплуатация двигателей

§ 1. Общее наблюдение и уход за бездействующим двигателем	94
§ 2. Приготовление к пуску и пуск дизельной установки	95
§ 3. Обслуживание дизельной установки во время работы	101
§ 4. Вывод дизельной установки из действия	114

Глава IV. Режимы и характеристики работы двигателей на судне

§ 1. Режимы работы	116
§ 2. Характеристики работы	118
§ 3. Регуляторные характеристики	126

Глава V. Контрольно-измерительные приборы и автоматические устройства

§ 1. Приборы контроля температуры среды	137
§ 2. Приборы контроля давления	138
§ 3. Погрешность измерений	139
§ 4. Приборы контроля числа оборотов	140
§ 5. Проверка контрольно-измерительных приборов	141
§ 6. Регуляторы температуры	142
§ 7. Пиметр	143
§ 8. Индикатор	143

Глава VI. Наиболее характерные неисправности двигателей и способы их устранения

Глава VII. Периодические планово-предупредительные осмотры (ППО) и ремонты (ППР) двигателей

§ 1. Основные положения ППО и ППР	164
§ 2. Периодичность и укрупненная номенклатура работ по осмотрам и уходам за двигателями	166

§ 3. Периодические осмотры, уходы и ремонты вспомогательного оборудования	168
§ 4. Планово-предупредительные ремонты двигателей	173
§ 5. Виды износа и характер их проявления	188
§ 6. Факторы, влияющие на износ деталей	191
§ 7. Характер износа основных деталей	199
§ 8. Износ и срок службы основных деталей	208
§ 9. Допустимые послеремонтные размеры (износы) и зазоры	223

Глава VIII. Рекомендации по отдельным операциям ППО и ППР

§ 1. Разработка, дефектация и сборка двигателей и механизмов	226
§ 2. Операции по ремонту основных деталей и узлов	233
§ 3. Рекомендации по применению инструментов и приспособлений	249

Глава IX. Регулировка, обкатка и испытание двигателя

§ 1. Регулировка двигателя в холодном состоянии	278
§ 2. Обкатка, швартовые и ходовые испытания двигателя и регулировка его в горячем состоянии	287
§ 3. Приборы и методы измерений	297

Глава X. Топливо, масло и вода

§ 1. Топливо	303
§ 2. Масло	313
§ 3. Вода	329
Приложение	334
Использованная литература	365

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА *NVD-48*, *NVD-36* и *NVD-24*

Редактор *В. С. Кузьмина*
 Переплет художника *А. А. Григорьева*
 Техн. редактор *Г. Г. Абрамова*
 Корректор *С. Л. Федотова*

Т-13498 Сдано в набор 31/III 1965 г. Подписано к печати 14/X 1965 г.
 Формат 60 × 90^{1/16} Объем 23 п. л. + 2 вкл. = 23,5 п. л. Уч.-изд. л. 24,88
 Тираж 7700 экз. Цена 1 р. 34 к. Изд. № 2140 Заказ 1180

Экспериментальная типография ВНИИПП
 Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
 Москва И-51, Цветной бульвар, 30