

Эстонское республиканское правление
Научно-технического общества водного транспорта

ЭСТОНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
МОРСКОЕ ПАРОХОДСТВО

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ТЕПЛОТЕХНИКЕ
ДЛЯ СУДОВЫХ МЕХАНИКОВ**

ТАЛЛИН

1964 г.

XI
A-10594

Эстонское республиканское правление
Научно-технического общества водного транспорта
ЭСТОНСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
МОРСКОЕ ПАРОХОДСТВО

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ТЕПЛОТЕХНИКЕ
ДЛЯ СУДОВЫХ МЕХАНИКОВ

ТАЛЛИН

1964 г.

Всероссийский институт
научно-технической информации
СОЮЗНОГО ПУБЛИЦИСТИЧЕСКОГО
КОМПЬЮТЕРНОГО ЦЕНТРА

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

176979

ARHIIVKOGU

LIBRARY

176979

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник подготовлен группой теплотехнических партий Службы судового хозяйства Эстонского государственного морского пароходства членами НТО ВТ инженерами тт. Поповым С. К. и Веселовым Н. М.

При составлении сборника использованы инструкции по эксплуатации, составленные заводами-строителями двигателей, данные теплотехнических испытаний судов, проведенные теплотехниками пароходства.

Написание сборника вызвано отсутствием некоторых данных в инструкциях, неточностью переводов отдельных инструкций, а также стремлением обобщить опыт регулировки двигателей, установленных на судах пароходства.

Почти все суда пароходства оборудованы дополнительными фильтрами тонкой очистки масла, поэтому теплотехники сочли необходимым преподнести основные данные по этим фильтрам.

В сборнике сосредоточены все инструкции по теплотехнике, действующие в Эстонском пароходстве.

По многим двигателям нет некоторых данных, поэтому группа теплотехники обращается с просьбой к механикам по мере возможности делать необходимые замеры и сообщать их в Службу судового хозяйства.

Все замечания и пожелания по настоящему сборнику просим направлять в первичную организацию НТО Эстонского пароходства.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТОПЛИВНЫХ НАСОСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗАВОДА ИМ. КАРЛА ЛИБКНЕХТА И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ РЕГУЛИРОВКИ

Большое распространение получили на судах морского и речного флота двигатели завода им. Карла Либкнехта Германской Демократической Республики.

Топливные насосы двигателей NVD-48 и NVD-36 указанного завода клапанно-золотникового типа, конструкция их одинакова (рис. 1), отличаются они только диаметром и ходом плунжера. У первых диаметр плунжера равен 21 мм, ход плунжера — 28 мм, у вторых — диаметр 15 мм, ход — 22 мм.

Топливный насос работает следующим образом:

При движении плунжера вниз топливо через всасывающий клапан попадает в камеру насоса. При ходе плунжера вверх топливо через нагнетательный клапан насоса, топливопровод высокого давления и форсунку впрыскивается в цилиндр двигателя. Конец подачи топлива наступает в момент совпадения кромки косо́го среза на плунжере с отверстием во втулке. Отсечное топливо через отверстие, просверленное по оси плунжера, и боковые отверстия плунжера и втулки из камеры насоса отводится в трубу, соединяющую все топливные насосы двигателя.

Косые срезы на плунжере выполнены с обеих сторон. Это сделано, чтобы не возникало боковых усилий на плунжер. Кроме того, наличие срезов с обеих сторон плунжера обеспечивает возможность постановки топливного насоса двигателя правого вращения на двигатель левого вращения, у которого топливные насосы расположены с другой стороны. Для подобной перестановки необходимо только поводок плунжера, при помощи которого производится его поворот рейкой, переставить на другую сторону плунжера.

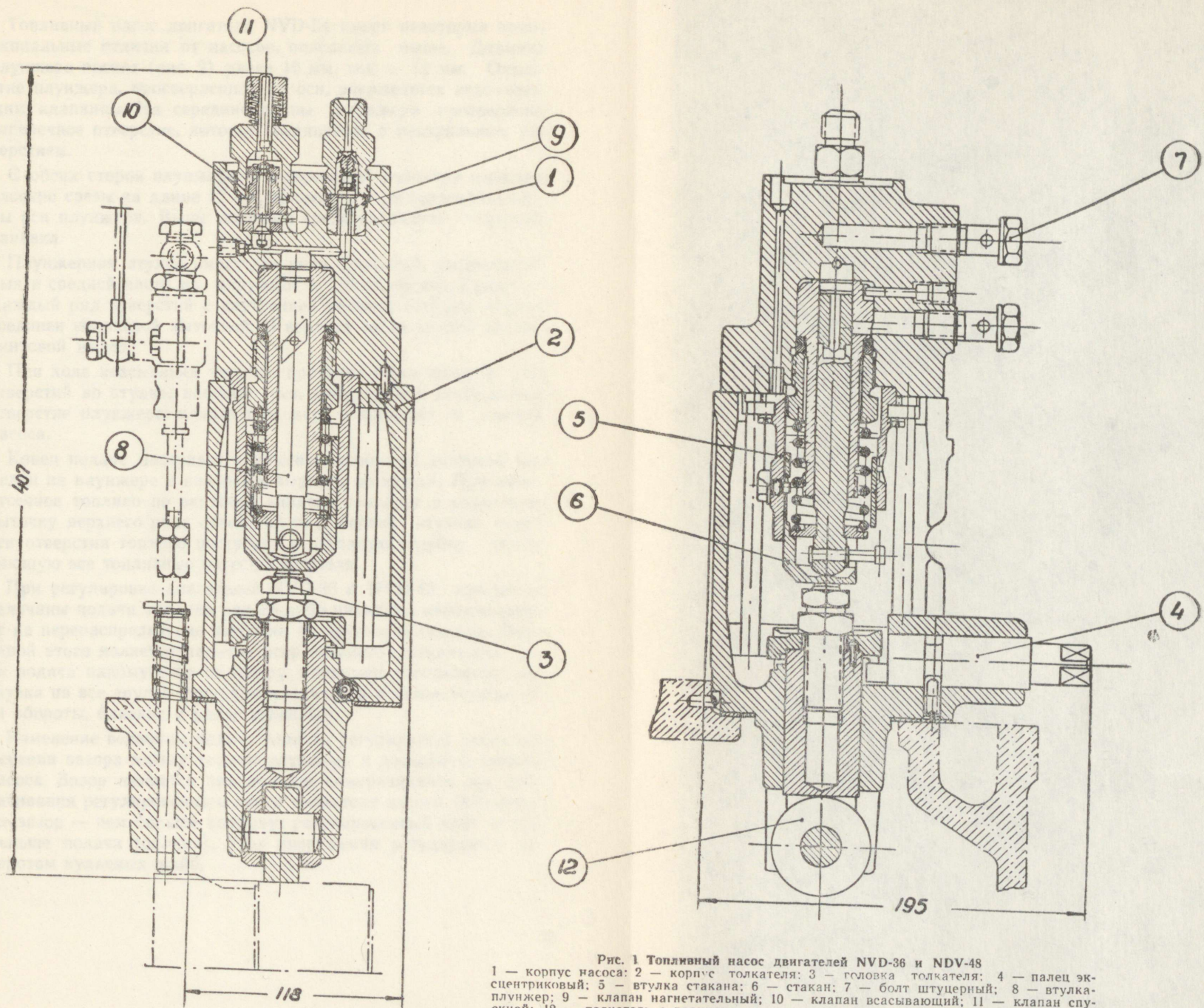


Рис. 1 Топливный насос двигателей NVD-36 и NDV-48
 1 — корпус насоса; 2 — корпус толкателя; 3 — головка толкателя; 4 — палец эксцентриковый; 5 — втулка стакана; 6 — стакан; 7 — болт штуцерный; 8 — втулка-плунжер; 9 — клапан нагнетательный; 10 — клапан всасывающий; 11 — клапан спускной; 12 — толкатель с роликом.

Топливный насос двигателя NVD-24 имеет некоторые принципиальные отличия от насосов, описанных выше. Диаметр плунжера насоса (рис. 2) равен 10 мм, ход — 12 мм. Отверстие плунжера, просверленное по оси, закрывается всасывающим клапаном. На середине длины плунжера просверлено поперечное отверстие, которое соединяется с центральным отверстием.

С обеих сторон плунжера у поперечного отверстия имеются плоские срезы на длине 12 мм. Кромки срезов перпендикулярны оси плунжера. Выше плоского среза находится винтовая канавка.

Плунжерная втулка имеет два ряда отверстий, расположенных в средней части по окружности (6 отверстий в ряду). Каждый ряд отверстий с внутренней рабочей стороны втулки соединен кольцевой выточкой. В верхней части втулки сделан винтовой вырез.

При ходе всасывания топливо проходит через нижний ряд отверстий во втулке, плоский срез, поперечное и центральное отверстие плунжера, клапан плунжера и попадает в камеру насоса.

Конец подачи наступает в момент соединения винтовой канавки на плунжере с винтовым вырезом во втулке. При этом отсечное топливо по винтовой канавке попадает в кольцевую выточку верхнего ряда отверстий плунжерной втулки, через эти отверстия топливо поступает в отводную трубку, соединяющую все топливные насосы двигателя.

При регулировке двигателей NVD-36 и NVD-48 изменение величины подачи топлива какого-либо цилиндра заметно влияет на перераспределение нагрузки по другим цилиндрам. Причиной этого является наличие всережимного регулятора. Если подача какому-либо цилиндру, например, уменьшена, нагрузка на все другие цилиндры увеличится и вновь установятся обороты, близкие к ранее заданным.

Изменение величины подачи топлива регулируется путем изменения зазора между торцом плунжера и доньшком камеры насоса. Зазор меняется при помощи выворачивания или вворачивания регулировочного винта толкателя насоса (чем меньше зазор — чем больше вывернут регулировочный винт — тем меньше подача топлива). Угол опережения регулируется поворотом кулачных шайб.

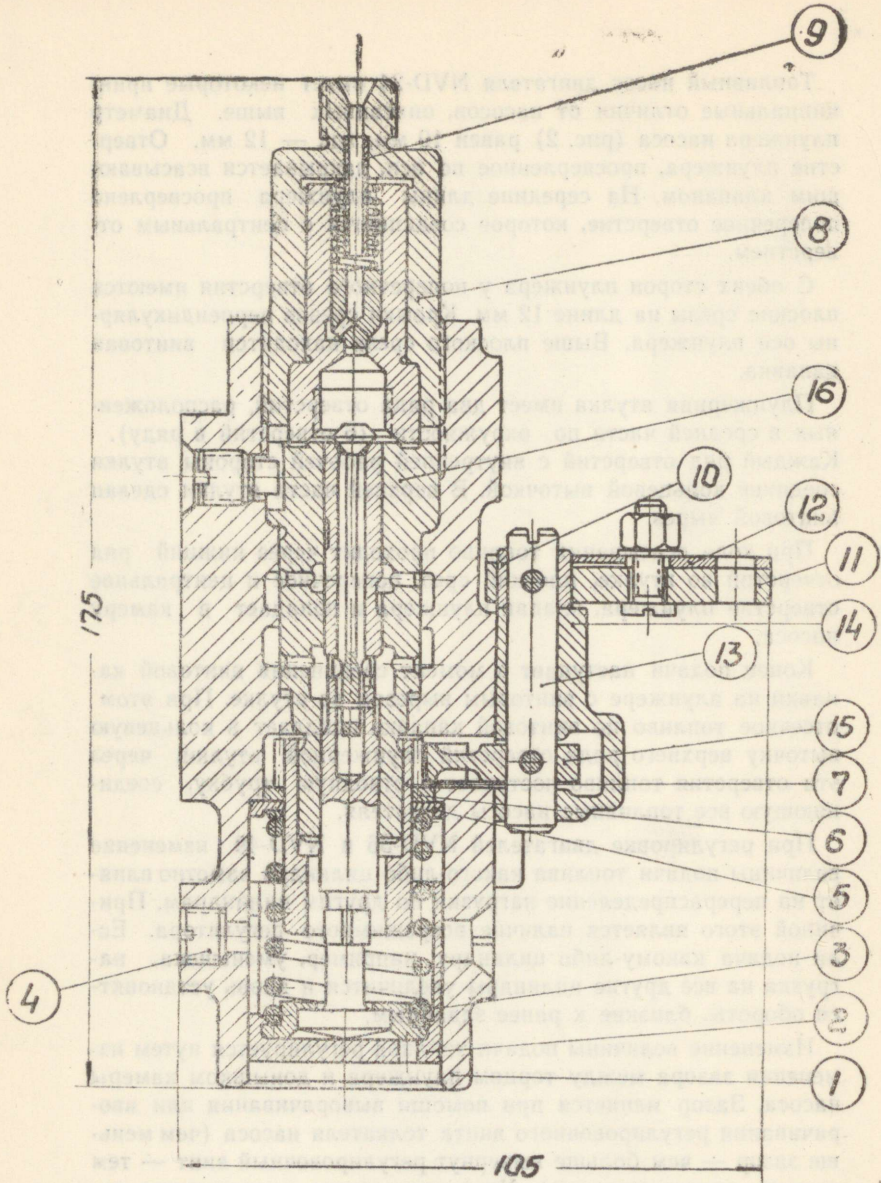


Рис. 2. Топливный насос двигателя NVD-24

- 1 — корпус насоса; 2 — толкатель; 3 — тарелка пружины; 4 — винт установочный;
- 5 — тарелка пружины; 6 — кольцо гильзы; 7 — гильза регулировки; 8 — гайка зажимная; 9 — ограничитель; 10 — втулка рычага; 11 — рычаг регулировки; 12 — планка рычага; 13 — ось; 14 — подшипник; 15 — сектор зубчатый; 16 — втулка плунжер.

Для двигателя 6NVD-48 ниже приводятся некоторые характерные данные, знание которых облегчает производство регулировки:

1. Один градус поворота коленчатого вала соответствует дуге 10,9 мм на наружной окружности маховика.

2. Поворот кулачной шайбы на 1 зуб изменяет угол опережения на 4° , при этом давление горения изменяется на $4\text{--}6\text{ кг/см}^2$.

3. Один оборот регулировочного винта изменяет зазор между торцом плунжера и доньшком камеры насоса на 1 мм (шаг резьбы равен 1 мм).

4. Зазоры между торцом плунжера и доньшком камеры насоса, измеренные в крайнем верхнем положении плунжера, находятся в пределах $2\text{--}4\text{ мм}$.

5. Поворот регулировочного винта толкателя насоса на одну грань дает изменение температуры отходящих газов данного цилиндра на $15\text{--}20^\circ\text{C}$ и практически не изменяет давления горения.

При регулировке необходимо иметь в виду, что зачастую на двигателях этого типа верхние мертвые точки поршней на маховиках нанесены неверно с отклонениями до 20 мм.

На величину угла опережения влияет правильное постоянное положение топливного насоса. Если насос в посадочном месте имеет слабину, то при сдвиге его навстречу движению кулачной шайбы угол опережения увеличивается, при обратном сдвиге — угол опережения уменьшается. Этим можно пользоваться для более тонкой регулировки угла опережения подачи топлива. При такой регулировке, после крепления топливных насосов, необходимо обязательно проверить плавность движения рейки топливных насосов и воздухораспределительных золотников. Заедания недопустимы.

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВКИ ДВИГАТЕЛЯ ДР 30/50

Основные положения по обслуживанию и регулировке двигателей ДР 30/50 подробно изложены в инструкции завода «Русский Дизель». В настоящей статье будут указаны некоторые данные, отсутствующие в инструкции.

1. В процессе эксплуатации производится проверка установки золотников продувочного насоса, при этом поршень его ставится в верхнюю мертвую точку. Для выполнения этой операции необходимо на маховике нанести положение ВМТ поршня насоса. У двигателя 4 ДР 30/50 мотыль насоса находится между мотылями второго и четвертого цилиндров (45° после 2-го и 45° не доходит до 4-го цилиндра). У двигателя 6ДР 30/50 мотыль продувочного насоса совпадает с положением мотыля 3-го цилиндра.

2. Для удобства установки золотников кромки их верхних окон вынесены рисками с боковой поверхности на торец. Такими же рисками вынесены кромки всасывающих и нагнетательных окон станины на верхний торец цилиндрической расточки под золотники.

Открытие всасывающего золотника запаздывает на $7^\circ 20'$ (на 13,5 мм по дуге окружности золотника), т. е. когда поршень продувочного насоса находится в ВМТ, всасывающий золотник еще перекрывает кромку всасывающего окна на 13,5 мм. Закрытие нагнетательного золотника запаздывает на 3° (на 5,5 мм по дуге окружности золотника). Допускаемое отклонение от указанных величин $\pm 3^\circ$ ($\pm 5,5$ мм по длине окружности золотника).

В эксплуатации при значительной выработке шестерен привода распредвала и золотников, а также наличии слабину в шпонке скользящей муфты эти нормы не выдерживаются. Изменение положения золотника на один зуб обычно не приводит к необходимым результатам — сильно искажается распределение (1 зуб изменяет установку на $16,36^\circ$ или на 30 мм по окружности золотника). Для регулировки положения золотников удобно на их шестернях иметь по две шпоночных канавки, расположенных с противоположных сторон, причем относительно зубьев они должны быть смещены на полшага, т. е. если одна из канавок совпадает с осью зуба, то противоположная ей канавка должна совпадать с осью впадины. При этом безразлично с какой из двух соседних впадин. Если ка-

навка сделана в сторону запаздывания, а необходимо опережение, то для исправления следует золотник после перестановки шестерен сместить на один зуб. В этом случае при заклинке шестерни привода на второй шпоночной канавке золотник сместится на 8° или 15 мм по окружности золотника. Таким образом можно будет регулировать положение золотников в пределах $\pm 4^\circ$ (или 7,5 мм по окружности золотника).

Так, например, если замерено запаздывание закрытия нагнетательного золотника в 15 мм, то, заклинив на второй шпоночной канавке шестерню привода, получим величину запаздывания закрытия нагнетательного золотника «0» — отличную от номинальной величины на 5,5 мм, т. е. в данном случае будет достигнута величина отклонения, допускаемая инструкцией.

В Каспийском рейдовом пароходстве применяют способ крепления шестерен при помощи двух конусных втулок, что позволяет придать золотникам любое положение относительно шестерен.

В этом случае необходимо растачивать ступицу шестерни на 5 мм, на такую же величину протачивается хвостовик золотника.

3. Так как у двигателя ДР 30/50 топливная шайба одна на передний и задний ход, необходимо после регулировки проверить работу двигателя (путем определения давления горения и температуры выхлопа) на задний ход. Полезно также определить углы опережения подачи топлива на передний и задний ход при одном и том же положении топливной рукоятки. При полной подаче угол опережения подачи топлива равен 25° .

4. Для уменьшения разнобоя в давлениях по цилиндрам разницу в высоте камеры сжатия необходимо иметь в узких пределах — 3,5+4,0 мм. При этом давление сжатия при 300 оборотах будет около 34 кг/см^2 (изменение высоты камеры сжатия на 0,5 мм меняет давление сжатия примерно на 1 кг/см^2).

ПАМЯТКА

по регулировке топливного насоса двигателя «Ганц-Ендрашик 216/310» судов типа «Углегорск»

Цель настоящей памятки — дать основные положения и цифровые данные, которые необходимо знать при регулировке топливных насосов двигателей «Ганц-Ендрашик 216/310» (рис. 1).

1. Порядок работы цилиндров правого двигателя (двигатель левого вращения) на передний ход 1—6—2—4—8—3—7—5, на задний ход 1—5—2—6—8—4—7—3. Ведущим валиком топливного насоса на передний ход является полый вал 3 и 4 цилиндры, на задний ход — внутренний вал 7 и 8 цилиндров. После реверса с заднего хода на передний ход первую подачу топлива дает насос цилиндру № 3 или 4, 5, 6. После реверса с переднего хода на задний первую подачу дает насос цилиндру № 1 или 2, 7, 8.

2. На левом двигателе (двигатель правого вращения) происходит наоборот. Порядок работы цилиндров на передний ход 1—5—2—6—8—4—7—3, на задний ход 1—6—2—4—8—3—7—5. Ведущим валиком топливного насоса на передний ход является внутренний вал 1 и 2 цилиндры, на задний ход — полый вал 5 и 6 цилиндров.

После реверса с заднего хода на передний первую подачу дает насос цилиндру № 1 или 2, 7, 8. После реверса с переднего хода на задний первую подачу дает насос цилиндру № 3 или 4, 5, 6.

3. После реверса и подачи топлива в первый цилиндр происходит пропуск подачи топлива во второй следующий по порядку работы цилиндр. В это время происходит взаимный поворот ведущих валиков относительно ведомых на 90° (на 180° по дуге маховика).

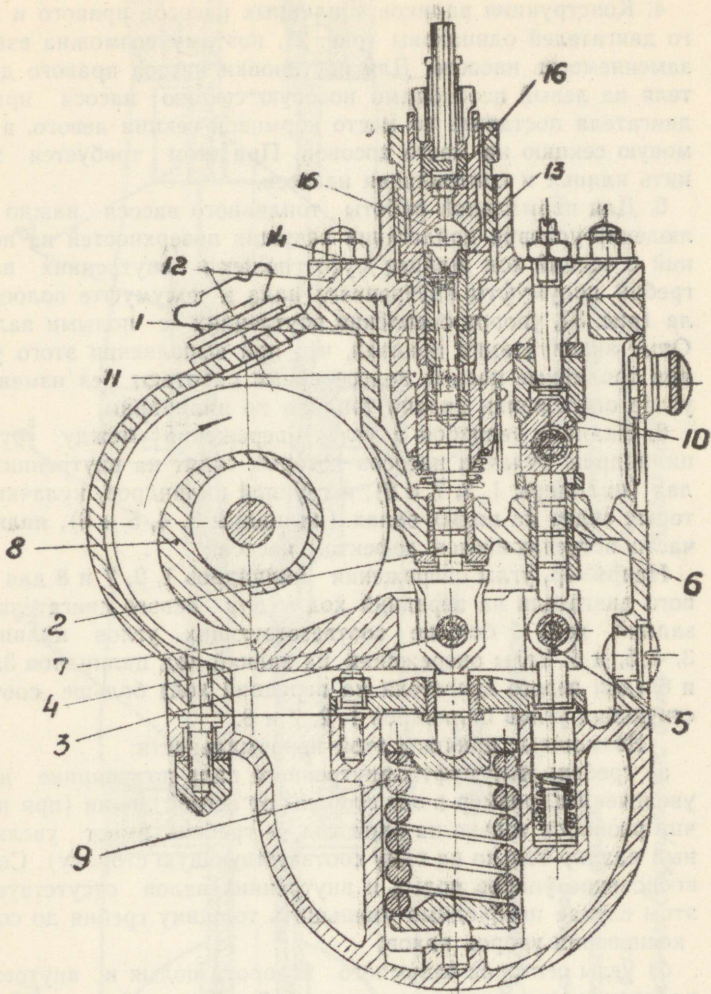


Рис. 1. Топливный насос

1 — плунжер; 2 — толкатель; 3 — ось рычага; 4 — топливоподающий рычаг; 5 — ролик рычага; 6 — скользящий упор; 7 — пролив рычага; 8 — спиральный кулачок; 9 — пружина рычага; 10 — клиновое устройство изменения подачи топлива; 11 — канал; 12 — корпус насоса; 13 — клапан плунжера; 14 — пружина клапана; 15 — рабочая полость плунжера; 16 — шариковый нагнетатель.

4. Конструкция валиков топливных насосов правого и левого двигателей одинаковы (рис. 2), поэтому возможна взаимозаменяемость насосов. Для постановки насоса правого двигателя на левый необходимо носовую секцию насоса правого двигателя поставить на место кормовой секции левого, а кормовую секцию на место носовой. При этом требуется заметить клинья и контрклинья насосов.

5. Для нормальной работы топливного насоса важно соблюдение условия прилегания ведущих поверхностей на передний и задний ход шлицев муфт полых и внутренних валов, гребня полумуфты внутреннего вала к полумуфте полого вала (рис. 3), упоров сцепления внутренних с полыми валами. Опыт эксплуатации показал, что при выполнении этого условия топливные насосы долгое время работают без изменения углов опережения подачи топлива по цилиндрам.

6. Наличие разнобоя в углах опережения между группой цилиндров, кулачки насосов которых сидят на внутренних валах (цилиндры 1, 2, 7 и 8), и группой цилиндров, кулачки которых сидят на полых валах (цилиндры 3, 4, 5 и 6), является часто встречающимся дефектом насоса.

Например, углы опережения цилиндров 1, 2, 7 и 8 для правого двигателя на передний ход (для левого двигателя на задний ход) больше соответствующих углов цилиндров 3, 4, 5, и 6. Углы опережения на задний ход цилиндров 3, 4, 5 и 6 (для левого двигателя на передний ход) больше соответствующих углов цилиндров 1, 2, 7 и 8.

Возможные причины этой ненормальности:

а) гребень полумуфты внутреннего вала по ширине имеет увеличенный размер в обе стороны от осевой линии (при наличии разнобоя только на один ход — гребень имеет увеличенный размер только на одну соответствующую сторону). Соприкосновение упоров полых и внутренних валов отсутствует. В этом случае необходимо уменьшить толщину гребня до соприкосновения упоров валов;

б) углы секторов взаимного поворота полых и внутренних валов между упорами на кулачках 2 и 3 цилиндров и на кулачках 7 и 6 цилиндров не равны 90° , смещены порознь или взаимно смещены. При этом возможны различные варианты соприкосновения упоров и гребня полумуфты. Этот дефект заводской. При небольшой разнице он может быть частично исправлен путем снятия слоя металла с упоров до соприкоснове-

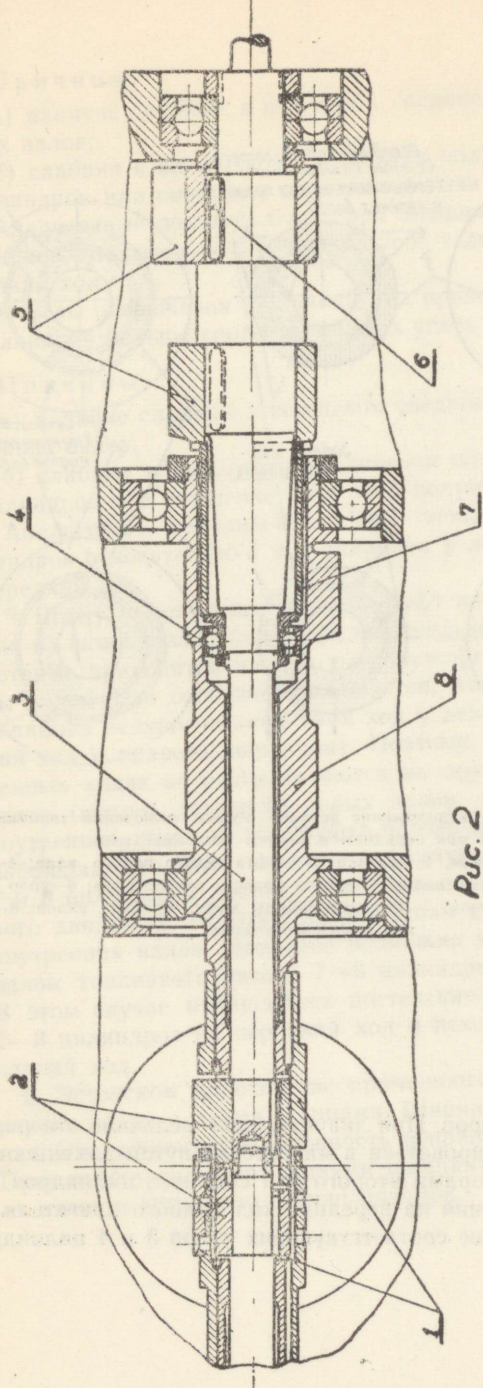


Рис. 2

Валы топливного насоса

- 1. Мухомты польыз валоб.
- 2. Мухомты внутрених валоб.
- 3. Внутрений вал.
- 4. Шарикоподшипник внутрених вал.
- 5. Кулачки внутрених вал.
- 6. Призматическая шпонка.
- 7. Дистанционная втулка.
- 8. Пальей вал.
- 9. Шарикоподшипник.

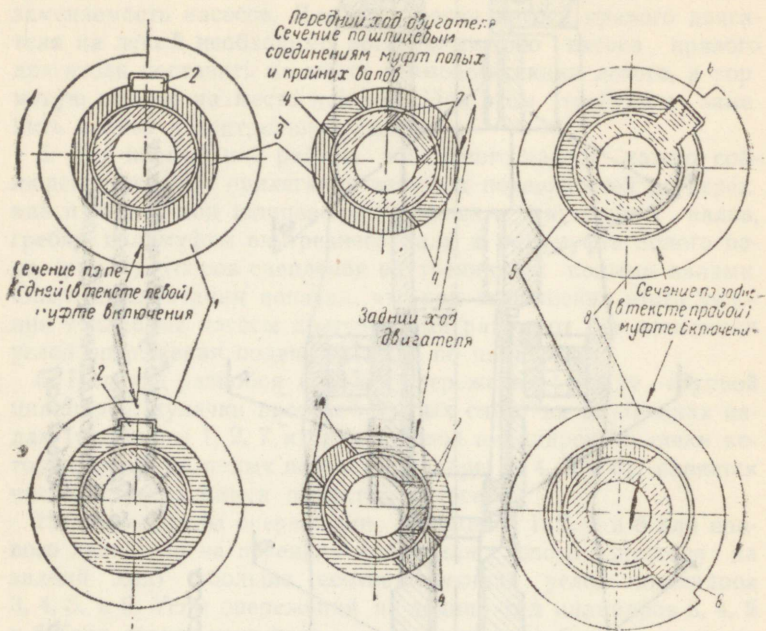


Рис. 3. Взаимное расположение деталей муфты включения топливного насоса при переднем и заднем ходе двигателя

1—левая муфта включения; 2—шпонки; 3—муфта левого полого вала; 4—торцовые шлицы муфт полых валов; 5—муфта правого полого вала; 6—упор муфты крайнего правого вала; 7—торцовые шлицы муфт крайних валов; 8—правая муфта включения.

вия обоих пар упоров. При значительной величине эта разница должна ликвидироваться в мастерских путем замены съемных кулачков с упорами второго или седьмого цилиндров.

7. Углы опережения на передний ход правого двигателя 5 и 6 цилиндров меньше соответствующих углов 3 и 4 цилиндров.

Причины:

а) наличие слабины в шлицевом соединении полумуфт полых валов;

б) слабина в шпоночном соединении полумуфты вала 5 и 6 цилиндров или смещение шпоночного паза этой полумуфты.

Аналогичные причины будут при меньших углах 3 и 4 цилиндров относительно 5 и 6 цилиндров у левого двигателя на задний ход.

8. Углы опережения на задний ход правого двигателя 1 и 2 цилиндров меньше соответствующих углов 7 и 8 цилиндров.

Причины:

а) наличие слабины в шлицевом соединении полумуфт внутренних валов;

б) слабина в шпоночном соединении полумуфты вала 1 и 2 цилиндров или смещение паза этой полумуфты.

Аналогичные причины будут при меньших углах 7 и 8 цилиндров относительно 1 и 2 цилиндра у левого двигателя на передний ход.

9. Ввиду малого диаметра полумуфт внутренних валов, усилия на шлицах этих полумуфт в несколько раз больше усилий, которые приходится на шлицы полумуфт полых валов и упоры валов. Это особенно сказывается, когда внутренние валы являются ведущими (передний ход у левого двигателя и задний ход у правого двигателя). Поэтому, если усилия на указанных ходах не распределяются на другие места привода валов (шлицы полумуфт полых валов, гребень полумуфты внутреннего вала — полумуфта полого вала, упоры валов), наблюдаются случаи поломок полумуфт внутренних валов 7 и 8 цилиндра у левого двигателя и 1 и 2 цилиндра у правого двигателя. По этим же причинам возможно скручивание внутренних валов. Наиболее возможна эта неисправность с валом топливного насоса 7—8 цилиндров левого двигателя. В этом случае наблюдается постепенное уменьшение углов 7—8 цилиндров на передний ход и некоторое увеличение на задний ход.

В Эстонском пароходстве применяются полумуфты внутренних валов с двумя шлицами. Ширина этих шлиц различная. Это устраняет возможность неправильной сборки насоса. Применение полумуфт с двумя шлицами значительно снизило их износ и устранило случаи поломок.

10. Выработка шлицевых соединений полумуфт полых и внутренних валов ведет к уменьшению углов опережения на передний ход 5, 6, 7 и 8 цилиндров. На задний ход это приведет к уменьшению углов опережения 1, 2, 3 и 4 цилиндров.

11. Расхождения в углах опережения между группами цилиндров, кулачки которых расположены на различных валах (1—2, 3—4, 5—6, 7—8), указывают на неправильную разметку шпоночных пазов полумуфт или шпоночных пазов кулачков 1, 2, 7 и 8 цилиндров.

12. Для цилиндров 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8, кулачки топливного насоса которых жестко сидят на одном валу, разница в углах опережения на передний ход может отличаться от таковой на задний ход не более чем на 1° (принимая точность замеров углов $\pm 0,5^\circ$). Наличие большого разнобоя указывает на неточность замера. Указанная неточность может быть субъективного характера, а также может быть результатом вялого «щелчка» рычага (сломана топливоподающая пружина, малое давление распыла). В этом случае замеры необходимо повторить. Указанный разнобой может появиться при выработке подшипников и нарушении соосности валов. При этом особенно резко скажется разнобой в углах цилиндров 1 и 2, 7 и 8, соединительные муфты которых имеют малый диаметр.

13. Увеличение разнобоя в углах опережения по всем цилиндрам на передний и задний ход указывает на выработку в подшипниках и направляющих, нарушение соосности и выработку шлицевых соединений.

14. При проверке разницы углов опережения на передний и задний ход двух смежных цилиндров (1—2, 3—4, 5—6, 7—8) из четырех углов достаточно проверить два. Ошибка при замере обычно происходит в сторону уменьшения угла (поворот вала после «щелчка»). Ошибка же в большую сторону (отсчет угла до получения «щелчка») невозможна.

Например:

	1 цил.	2 цил.	Разность углов
Угол опережения на передний ход	21,0°	19,0°	2°
Угол опережения на задний ход	23,0°	18,0°	5°

Исходя из вышеизложенного в данном случае уменьшить разность углов на передний ход мог только замер первого цилиндра ($21,0^\circ$), а увеличить разность углов на задний ход мог только замер второго цилиндра ($18,0^\circ$).

Эти замеры и необходимо повторно проверить.

15. Выработка направляющих втулок топливopодающего рычага ведет к увеличению угла опережения данного цилиндра.

16. Износы в передаточных шестернях от коленчатого вала к топливному насосу ведут к уменьшению углов опережения подачи топлива всех цилиндров как на передний, так и на задний ход. Величина люфта для суммы углов на передний и задний ход доходит до 15° . Следовательно на стенде суммарный угол следует устанавливать не $(20+20)=40^\circ$, а с учетом люфта $(20+20+15)=55^\circ$. Для точного учета этой величины необходимо перед сдачей насоса на ремонт определять и сообщать мастеру суммарную величину люфта в градусах.

17. Поворот рукоятки ручного изменения угла опережения подачи топлива насоса по наружной дуге сектора на 2,2 мм длины дуги меняет угол опережения на 1° (суммарный угол на передний и задний ход не меняется).

18. Поворот валиков топливного насоса путем поворота шестерни насоса переднего (заднего) хода (рис. 4) на один зуб изменяет угол опережения подачи топлива насоса на 18° . Суммарный угол на передний и задний ход также меняется на 18° (шестерня имеет 40 зубьев).

19. Поворот валиков топливного насоса путем смещения шестерни переднего (заднего) хода в эллиптических отверстиях ступицы на 1 мм длины окружности изменяют угол опережения подачи топлива на $1,8^\circ$ (диаметр ступицы шестерни в месте расположения маркировочных рисок 130 мм).

20. Изменение длины подающего рычага на 0,43 мм меняет угол опережения данного цилиндра на 1° . При этом давление сгорания изменяется примерно на $2,0+2,5$ кг/см². (Максимальный радиус кулачка валика насоса равен 49 мм).

21. Выработка упоров полумуфт сцепления или соответствующих упоров ступиц шестерен переднего (заднего) хода на 1 мм длины окружности упоров ведет к уменьшению угла опережения подачи топлива на передний (задний) ход на $2,7^\circ$ (Внешний диаметр упоров равен 85 мм).

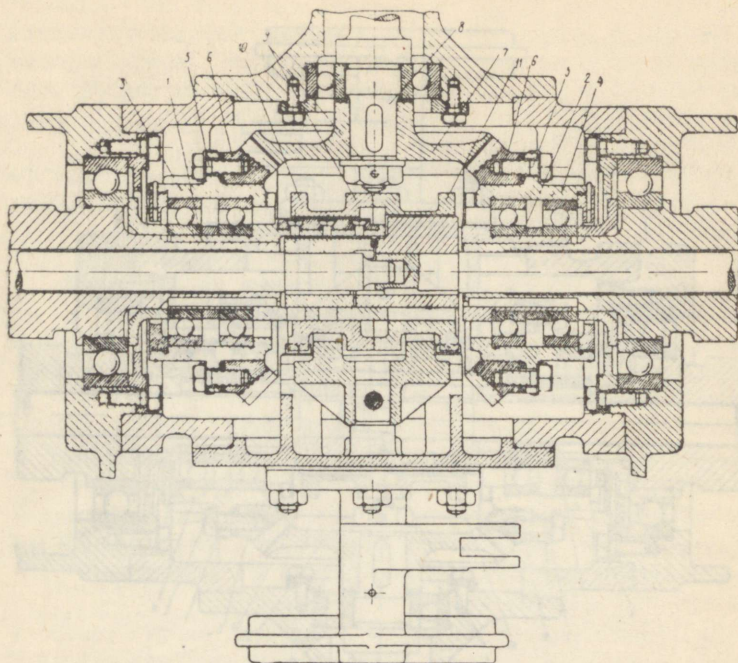


Рис. 4. Привод топливного насоса

1,2—соединительные муфты полых валов; 3,4—ступицы; 5—болты крепления шестерен к ступице; 6—конические шестерни насоса, 7—коническая шестерня приводного вала насоса; 8—приводной вал; 9—муфта включения; 10,11—полу-муфты переднего и заднего хода.

22. Изменение положения шпоночного паза полу-муфты сцепления переднего (заднего) хода на 1 мм или появление слабину в 1 мм вызывает изменение угла опережения подачи топлива на передний (задний) ход в $4,4^\circ$ (внутренний диаметр полу-муфты сцепления 52 мм).

23. Таблица величин изменения положения муфт и упоров валов в миллиметрах, вызывающих изменение углов опережения парных цилиндров в 1° .

Наименование соединений	Характерный диаметр	Диаметр в мм	Изменение в мм
1	2	3	4
Торцовое шлицевое соединение полумуфт полых валов	Наружный полумуфты	50	0,22
Шпоночное соединение полого вала с полумуфтой	Наружный вала	32	0,14
Торцовое шлицевое соединение полумуфт сплошных валов	Наружный полумуфты	38	0,17
Шпоночное соединение сплошного вала с полумуфтой	Наружный вала	20	0,09
Соединение уступами полого и сплошного валов	Наружный уступа	64	0,28

24. В Эстонском пароходстве шаг резьбы винтов, служащих для изменения натяжения топливоподающих пружин (рис. 5), равен 1,5 мм (резьба М14×1,5). При нормальной пружине и давлении 200–240 кг/см² поворот винта на 1 грань изменяет давление распыла на 5,5–6,5 кг/см². Рабочая длина нарезанной части винта, ввинчивающаяся в насос, во избежание поломки деталей насоса не должна превышать 38 мм. Определенные минимально безопасной длины части винта, находящейся вне насоса, предлагается осуществлять следующим образом.

Устанавливается коленчатый вал за 1–2° до начала подачи топлива в замеряемый цилиндр, отдается контргайка винта и винтом сжимается пружина до отказа. Затем выворачивается винт на 2 оборота, это обеспечит суммарный зазор в витках пружины, равный 3 мм. После этого замеряется длина винта. В процессе регулировки давления распыла величина эта не должна быть меньше замеренной минимально безопасной длины.

25. При определении давления распыла топлива необходимо иметь в виду, что манометр дает правильные показания только при полном отсутствии пропусков топлива и отсутствии воздуха в системе. Резкие колебания стрелки манометра свидетельствуют о неплотности в соединениях, неплотной посадке невозвратного клапана, наличии воздуха.

а)

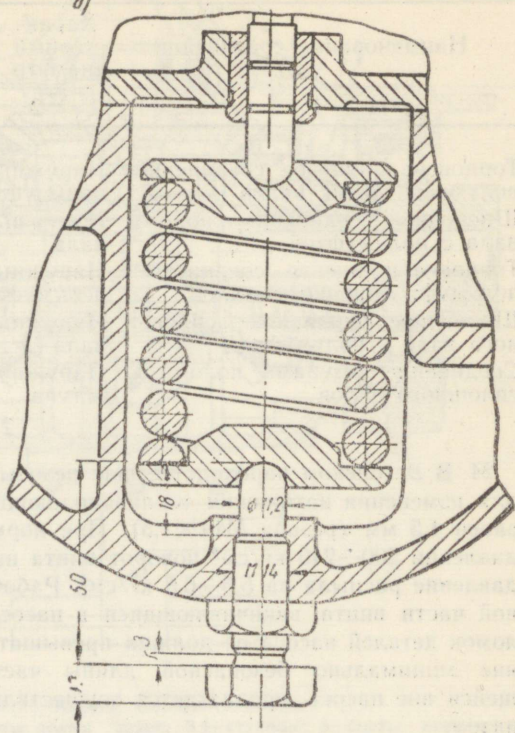
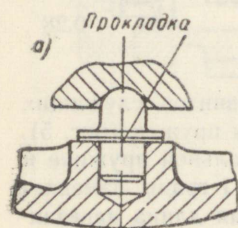


Рис. 5. Схема регулировки нажатия пружины топливного насоса:
 а) регулировка натяжения пружины топливного насоса при помощи прокладок (конструкция завода-строителя); б) внедренная в ЭГМП регулировка пружины при помощи упорного винта

26. Давление распыла топлива зависит от натяжения топливоподающей пружины. Но на него также влияет величина подачи топлива, т. е. от ее изменения меняется натяжение пружины и степень сжатия топлива. Давление распыла также зависит от величины пропусков плунжерных пар, при более высоких оборотах относительная величина пропусков меньше. Поэтому замер давления распыла необходимо производить на определенных оборотах (не менее 400 об/мин.).

27. Изменение толщины прокладки под клин на 0,1 мм при нормальном режиме работы двигателя и температуре отходящих газов равной $380 \div 400^\circ \text{C}$ меняет температуру выхлопных газов на $7 \div 10^\circ \text{C}$.

28. После ремонта насоса при регулировке двигателя может оказаться, что на одном из блоков насоса недостаточная подача топлива вследствие отсутствия дальнейшего движения клиньев в сторону увеличения подачи. В то же время на другом блоке движение клиньев в сторону увеличения подачи возможно. Для устранения указанной ненормальности необходимо установить подвижные клинья так, чтобы как в носовом, так и в кормовом блоке они входили в контрклинья на одинаковую величину, т. е. так, чтобы расстояние от торца каждого подвижного клина до торца каждого контрклина было одинаковое. Регулировку необходимо осуществлять посредством тяги, соединяющей подвижные клинья обоих блоков.

29. На двигателях, где поставлены топливоподающие рычаги переменной длины (рис. 6), регулировка углов опережения отдельных цилиндров осуществляется путем поворота нарезной втулки. Шаг наружной резьбы нарезной втулки, которая ввертывается в вилку, равен 1 мм. Шаг внутренней резьбы этой же нарезной втулки, которая наворачивается на регулировочную тягу рычага и тянет ее, равен 1,5 мм. Вследствие этого при повороте нарезной втулки вправо на 1 оборот рычаг укорачивается на 0,5 мм (угол опережения увеличивается). Поворот влево нарезной втулки удлиняет рычаг — уменьшает угол опережения.

30. При сборке регулирующего устройства рычага должна быть соблюдена следующая последовательность:

а) вначале нарезная втулка наворачивается на регулировочную тягу рычага на глубину 8 мм (общая длина нарезной втулки равна 40 мм. Глубина наворачивания контролируется путем замера длины навернутой части втулки глубиномером. Этот размер должен быть равен 32 мм);

б) после этого нарезная втулка вворачивается в неподвижную вилку. При этом происходит одновременное наворачивание ее на регулировочную тягу рычага. Наворачивание производится до установочного положения;

в) в установочном положении рычага регулировочная тяга должна выходить из нарезной втулки на 5 мм.

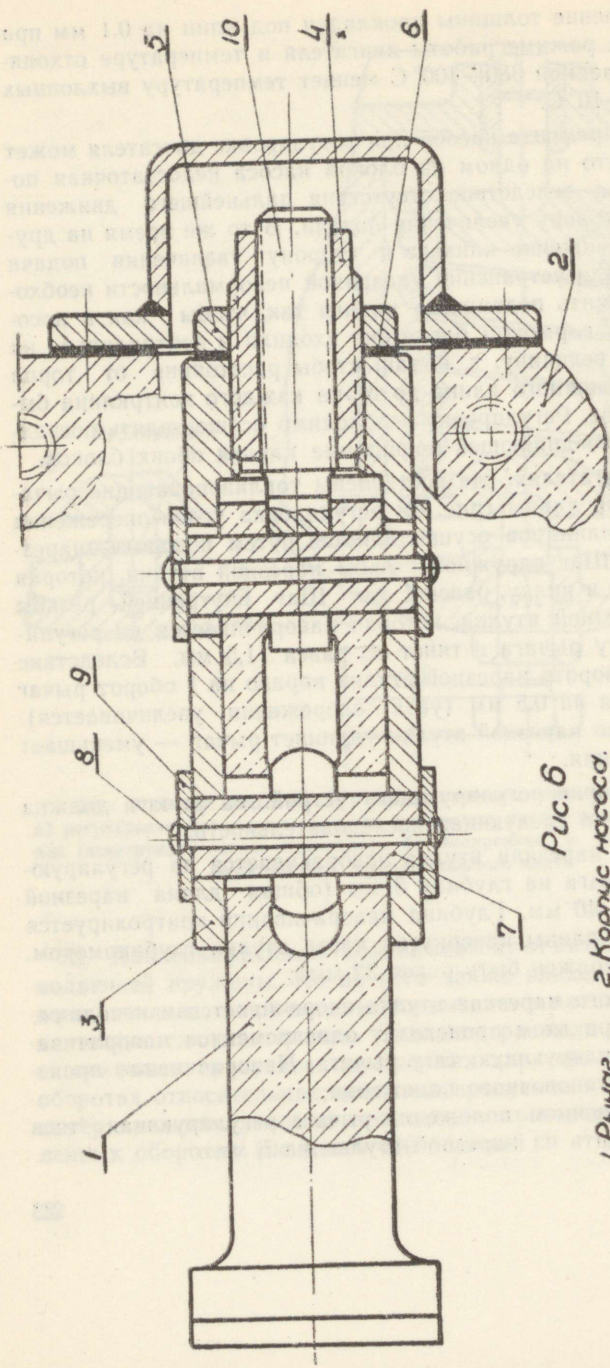


Рис. 6

- 1. Рычаг
- 2. Корпус насоса
- 3. Вилка
- 4. Нарезная втулка
- 5. Гайка
- 6. Статорная шайба
- 7. Палец
- 8. Заклепка
- 9. Палец
- 10. Шайба

10. Металлоупрочняющая.

31. Длина рычага при регулировании изменяется на 5 мм (1,5 мм от установочного положения в сторону уменьшения длины рычага и на 3,5 мм в сторону увеличения длины рычага, т. е. угол опережения подачи топлива меняется на $3,5^\circ$ в сторону увеличения и на $8,1^\circ$ в сторону уменьшения от установочного положения рычага).

32. Положение нарезной втулки фиксируется при помощи контргайки, которая стопорится при помощи отбуртовки стопорной шайбы.

33. Наличие рычагов переменной длины не исключает требования одновременного сопряжения поверхностей полумуфт полых и внутренних валов, гребня полумуфты внутреннего вала с полумуфтой полого вала и шлицев внутренних и полых валов.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ФОРСУНОК ДВИГАТЕЛЯ NVD-48 ЗАВОДА им. КАРЛА ЛИБКНЕХТА

При эксплуатации форсунок двигателей NVD-48 часто приходилось менять иглы с направляющими и распылители вследствие зависания игл и невозможности добиться уплотнения притираемых плоскостей, особенно между направляющей иглы и распылителем. Некачественная работа указанных деталей (производства отечественных заводов) приводила к неполному сгоранию топлива (дымный выхлоп), появлению трещин на доньшке поршней из-за местного перегрева и быстрому загоранию поршневых колец.

В целях улучшения работы форсунок, унификации деталей топливной аппаратуры и снижения расходов инвалюты на приобретение их, в Эстонском пароходстве произведена замена игл с направляющими и распылителей двигателей 6NVD-48 на распылители двигателя М-50.

Параметры этих двух типов распылителей близки между собой, что видно из приводимой ниже таблицы.

Основные характеристики распылителей форсунок прежней и новой конструкции двигателя NVD-48

№№ пп.	Наименование геометрических размеров и характеристик	С распылителем двигателя NVD-48	С распылителем двигат. М-50
1	2	3	4
1.	Цикловая подача (Г/цикл)	1,42	1,42
2.	Площадь сопловых отверстий (мм ²)	0,56	0,77
3.	Диаметр сопловых отверстий (мм)	0,30	0,35
4.	Количество отверстий (шт.)	8	8
5.	Угол распыла (градусов)	130	140
6.	Диаметр иглы (мм)	8	6
7.	Диаметр основания запорного конуса (мм)	5	3
8.	Подъем иглы (мм)	0,5	0,5
9.	Площадь проходного сечения (мм ²)	3,14	2,18
10.	Отношение площади проходного сечения к площади сопловых отверстий	5,6	2,83
11.	Угол подачи топлива (град.) (задается)	25	25
12.	Время подачи топлива (сек.)	0,0140	0,0120
13.	Скорость истечения топлива в сопловых отверстиях (м/сек.)	218	187
14.	Давление распыла (кг/см ²)	270	270

Распылитель двигателя М-50 имеет малые габариты, меньший вес движущихся деталей и некоторые другие преимущества. С этими распылителями в паровом судостроении работают двигатели ДР 30/50. Качество работы их на этих двигателях хорошее. Модернизированная часть форсунки двигателя NVD-48 представлена на рисунке 1.

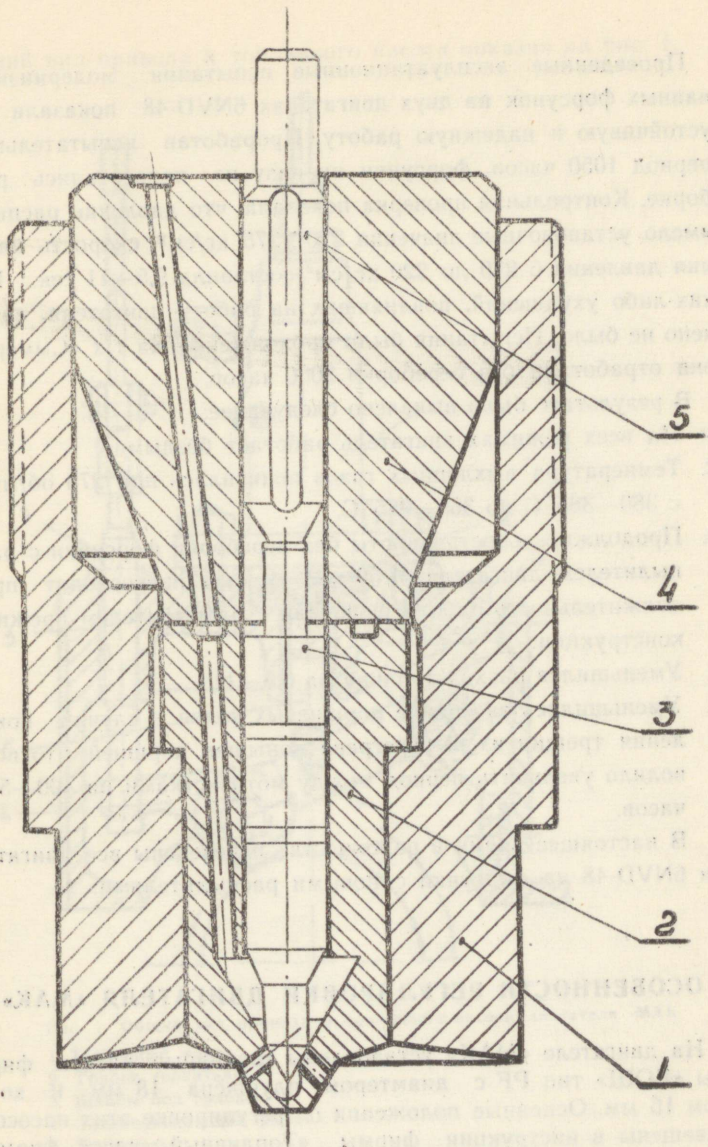


Рис 1.

Использование распылителя двигателя М-50 в форсунке двигателя NVD-48
 1. Держатель, 2. Корпус сопла, 3. Игла сопла, 4. Вставка, 5. Упор.

Проведенные эксплуатационные испытания модернизированных форсунок на двух двигателях 6NVD-48 показали их устойчивую и надежную работу. Проработав испытательный период 1050 часов, форсунки ни разу не подвергались разборке. Контрольная проверка показала, что давление распыла имело установочные значения $270 \div 275$ кг/см², скорость падения давления с 270 до 220 кг/см² составила 9,5—11 сек. Каких-либо ухудшений, повлиявших на работу двигателя, замечено не было. Испытания были продолжены. На т/х «Сымери» они отработали без переборки 2000 часов.

В результате было выявлено следующее:

1. На всех режимах двигатель работает бездымно.
2. Температура выхлопных газов понизилась при 275 об/мин. с 380—385° С до 365—375° С.
3. Продолжительность работы без переборки форсунки с распылителем двигателя М-50 в 3—4 раза превосходит продолжительность работы форсунки с распылителем прежней конструкции.
4. Уменьшился расход топлива на 0,5—1%.
5. Уменьшились загорание поршневых колец и случаи появления трещин из-за перегрева доньшек поршней, что позволило увеличить период между моточистками на 400—500 часов.

В настоящее время в пароходстве переведены все двигатели 6NVD-48 на форсунки с новыми распылителями.

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВКИ ДВИГАТЕЛЯ «МАК»

На двигателе «МАК» установлены топливные насосы фирмы «БОШ» тип PF с диаметром плунжера 18 мм и ходом 15 мм. Основные положения по регулировке этих насосов освещены в инструкции фирмы «Топливный насос фирмы «БОШ» типа «PF» (перевод с немецкого языка).

Привод топливных насосов сконструирован фирмой «МАК».

Общий вид привода и топливного насоса показан на рис. 1.

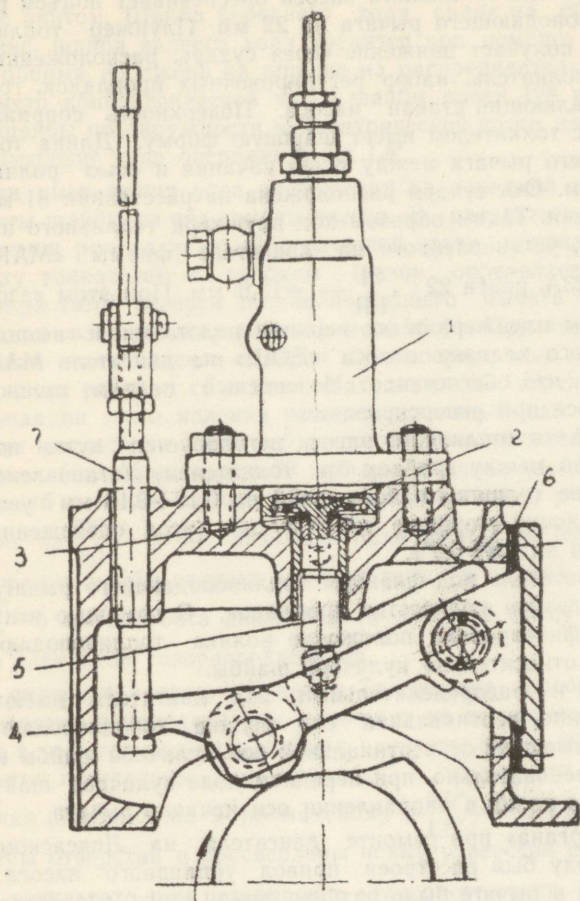


Рис. 1. Общий вид привода и топливного насоса двигателя МАК

1. Топливный насос
2. Грибок толкателя
3. Шайбы под грибком
4. Топливоподающий рычаг
5. Толкатель
6. Прокладки под фланцем топливоподающего рычага
7. Тяга реверса

Шайба привода топливного насоса обеспечивает подъем ролика топливоподающего рычага на 22 мм. Плунжер топливного насоса получает движение через сухарь, расположенный на рычаге, толкатель, набор регулировочных прокладок, грибок и направляющий стакан насоса. Поверхность сопряжения сухаря с толкателем имеет шаровую форму. Длина топливоподающего рычага между осью качания и осью ролика равна 131 мм. Ось сухаря расположена на расстоянии 81 мм от оси качания. Таким образом ход плунжера топливного насоса «БОШ», установленного на двигателе фирмы «МАК» типа МАУ 423А, равен $22 \cdot \frac{81}{131} = 13,6$ мм. При этом зазор между торцом плунжера в его верхнем положении и гнездом нагнетательного клапана насоса «БОШ» на двигателе МАК равен 1,4 мм, что обеспечивает безопасный подъем ролика привода насоса при реверсировании.

Начало подачи топливного насоса регулируется путем постановки шайб между грибком и толкателем. Установлено, что увеличение толщины набора шайб на 0,10–0,15 мм увеличивает давление сгорания на 1 кг/см^2 (угол опережения увеличивается на 0,6–0,9°).

Каждый двигатель под фланцем топливоподающего рычага имеет определенное количество прокладок. С помощью этих прокладок зафиксировано положение ролика топливоподающего рычага относительно кулачной шайбы.

Коленчатый и распределительный вал двигателя имеют правое вращение, вертикальная ось ролика топливоподающего рычага смещена от вертикальной оси кулачной шайбы к двигателю. Следовательно, при переднем ходе кулачная шайба набегает на ролик в направлении оси качания рычага.

На т/х «Фергана» при ремонте двигателя на Локсаском СРЗ в 1960 году был расстроен привод топливного насоса. Гнездо сухаря в рычаге было разбито, ввиду этого оно было заварено и просверлено вновь, причем отверстие было смещено на величину прокладок под фланцем топливоподающего рычага насоса. Из-под всех фланцев прокладки были сняты. Кулачная шайба при переднем ходе стала раньше набегать на ролик, угол опережения увеличился, а на заднем ходу — угол опережения позднее уменьшился. Кулачная шайба заднего хода была развернута на обойме (на двигателе МАК шайбы топливного насоса закреплены на специальной

обойме при помощи гайки с правой резьбой. Последняя стопорится винтом. Шайба переднего хода сидит на обойме на шпонке, шайба заднего хода крепится при помощи конусов. Вся обойма насажена на шпонке на распределительный вал). Диаметр концентрической части шайбы равен 128 мм, поворот шайбы по окружности концентрической части на 1 мм дает изменение угла опережения на $1,8^\circ$.

Для уменьшения угла опережения на передний ход были вынуты шайбы из-под грибка насоса. В результате при нахождении ролика на концентрической части появился зазор между толкателем и грибком (зазор определяется путем подъема тягой реверса топливоподающего рычага и прощупывания зазора между роликом и шайбой). При этом направляющий стакан насоса садился на стопорное кольцо. Топливный насос работал со стуком. На одном из переходов для ликвидации этого явления распределительный вал был развернут позднее на один зуб шестерни, насаженной на распрעדвал (шестерня имеет 80 зубьев, следовательно поворот на 1 зуб изменил элементы газораспределения и углы опережения на $\frac{720}{80} = 9^\circ$). Зазоры в приводе насоса были ликвидированы, шайбы заднего хода развернуты назад на 5 мм ($\frac{9,0^\circ}{1,8^\circ} = 5$ мм). Работа двигателя ухудшилась ввиду расстройств элементов газораспределения.

В следующий приход судна в Таллинских судоремонтных мастерских распрעדвал был развернут на старое место, отверстия в рычагах под сухари были заварены вновь, под фланцы рычагов поставлены 5 мм прокладок (из расчета смещения ролика на шайбе на 9° по маховику — $\frac{9,0^\circ}{1,8^\circ} = 5$ мм). Нанесены центры отверстий и просверлены новые отверстия под сухари.

В результате при регулировке угла опережения зазоры в приводе насоса были выбраны и, кроме того, была удалена часть шайб из-под грибка. Если только подкладываются прокладки под фланец топливоподающего рычага, угол опережения почти не меняется, т. к. при этом выступ кулачной шайбы начинает набегать на ролик позднее, но зато ролик несколько приподнимается и плунжер при своем движении вверх раньше перекроет отверстие во втулке и начнет подачу. Вследствие этого эти два явления компенсируют друг друга.

Таким образом привод топливного насоса т/х «Фергана» удалось привести в норму.

Необходимо заметить, что при выработке заварку отверстий в рычаге под сухарь производить нежелательно. Ось этого отверстия наклонена к оси рычага, правильно восстановить ее довольно трудно. В этом случае лучше производить развертку отверстий. При наличии зазоров в приводе насоса необходимо подложить прокладку под фланец топливоподающего рычага (1 мм прокладки под фланец уменьшает зазор на 0, 2 мм).

При ремонте привода топливного насоса на т/х «Синди» в 1960 г. ЛСРЗ также допустил ошибки. Как указывалось выше, на переднем ходе шайба набегаёт на ролик в направлении оси качания рычага. Ввиду этого втулки и серьги, в которые запрессовывается конец рычага, разбиваются. При ремонте т/х «Синди» не был произведен ремонт этого узла. Зазоры достигали 1 мм. Это сказывалось на работе двигателя. После изготовления новых деталей и ликвидации этих зазоров давление горения резко выросло — угол опережения увеличился.

Говоря о регулировке, необходимо заметить, что некоторые механики неточно определили цену одного градуса на окружности маховика двигателя. Маховик имеет диаметр 1100 мм, следовательно $1^\circ = \frac{3,14 \cdot 1100}{360} = 9,5$ мм дуги окружности.

О ВЕЛИЧИНЕ КАМЕРЫ СЖАТИЯ ДВИГАТЕЛЯ «МАК»

Высота камеры сжатия на двигателях судов ЭГМП колеблется от 22 до 26 мм. Выбор этой величины обычно определяется необходимостью получения заданного давления сжатия ($40 \div 42$ кг/см²).

Давление сжатия равняется начальному давлению сжатия, умноженному на степень сжатия, возведенную в степень величины показателя политроны сжатия ($P_c = P_a \cdot E_n^1$).

На т/х «Гвардейск», где в результате дефекта газовой турбины начальное давление сжатия (давление наддува) равно $0,26 \div 0,28$ кг/см², высота камеры сжатия равна $22 \div 23$ мм, а на т/х «Уральск», где давление наддува равно $0,38 \div 0,40$ кг/см².

высота камеры сжатия равна $26\div 28$ мм, т. е. в первом случае за счет увеличения степени сжатия мы получаем одно и то же давление сжатия.

На теплоходах «Синди» и «Фергана» давление наддува обычно было равно $0,35\div 0,37$ кг/см², высота камеры сжатия устанавливалась $23\div 24$ мм.

После ремонта в 1960 году т/х «Фергана» на ЛСРЗ был заменен винт. Винт стал «тяжелый». Нагрузка на двигатель сильно увеличилась. При высоте камеры сжатия 23 мм, температуре газов 370°C (воздухоохладитель включен), давление наддува было равно $0,48$ кг/см², давление горения равнялось $50,0$ кг/см² (судно в грузу при ветре 2—3 балла), двигатель делал 312 об/мин., а давление сжатия в среднем равнялось $45,5$ кг/см². Для понижения давления сжатия необходимо было увеличить высоту камеры сжатия до $25\div 26$ мм.

В 1961 году на т/х «Фергана» был вновь заменен винт, который оказался «легким». При указанной высоте камеры сжатия и 320 об/мин. температура газов упала до $320\div 330^{\circ}\text{C}$, давление наддува до $0,32$ кг/см², давление сжатия до $35\div 36$ кг/см² и давление горения до $43\div 44$ кг/см². Следовательно, на выбор высоты камеры сжатия и вообще на регулировку двигателя с турбонаддувом большое влияние оказывает величина нагрузки двигателя.

При испытаниях т/х «Фергана» установлено, что при изменении величины высоты камеры сжатия на 1 мм давление сжатия изменяется примерно на 2 кг/см².

Из сказанного ясно, какое большое влияние на работу двигателя оказывает работа турбовоздуходувки. Вследствие этого желательно на отдельных газоподводящих трубах иметь термометры и индикаторные краны для контроля температуры и давления газов перед турбиной. Замеры этих параметров будут характеризовать работу турбины.

ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ФИРМЫ «БОШ» типа «PF»

(перевод с немецкого языка)

1. Конструкция

Топливный насос фирмы «БОШ» поршневого типа с неизменным ходом плунжера. На каждый рабочий цилиндр предусмотрен отдельный насос (рис. 1).

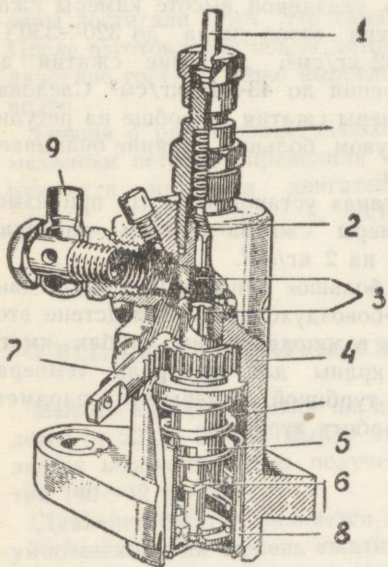


Рис. 1

Топливный насос

1. Нагнетательный трубопровод
2. Нагнетательный клапан
3. Плунжерная пара
4. Корпус насоса
5. Поворотная гильза
6. Выступы плунжера
7. Рейка
8. Ведущий стакан
9. Подвод топлива

Плунжерная пара насоса состоит из втулки и плунжера (рис. 2).

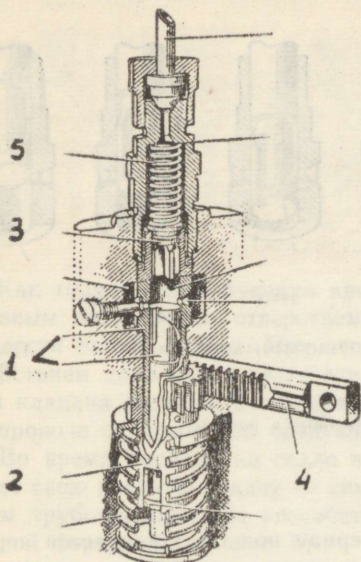


Рис. 2.

Топливоподающая секция насоса

1. Плунжерная пара
2. Поворотная гильза с зубчатым венцом
3. Нагнетательный клапан
4. Рейка
5. Пружина нагнетательного клапана.

разрабатывается, исходя из конкретных конструктивных особенностей того или иного типа двигателя.

2. Принцип действия

Как только плунжер, двигаясь вверх, перекроет подводящие отверстия (рис. 3, положение 2), начнется процесс нагнетания. Когда регулирующая кромка плунжера попадает на правое подводящее отверстие, нагнетание прекращается, так

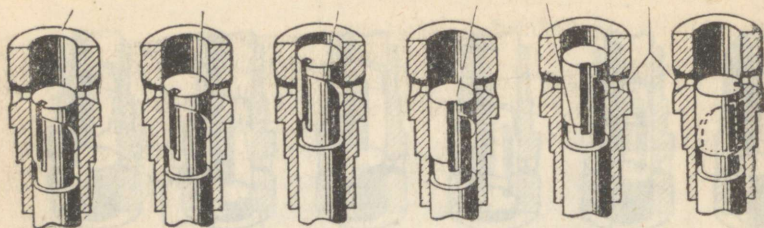
К верхнему торцу плунжерной втулки гайкой прижимается корпус нагнетательного клапана. Сверху к насосу примыкает нагнетательный трубопровод, ведущий к соответствующему рабочему цилиндру.

При помощи зубчатой рейки плунжер насоса во время работы может поворачиваться, чем достигается регулирование подачи топлива.

Подвод топлива к всасывающей камере насоса осуществляется от расходной цистерны через фильтр с помощью всасывающего трубопровода. Из камеры всасывания через два подводящих отверстия во втулке плунжера топливо поступает в нагнетательную камеру насоса.

Фирма «БОШ» изготовляет насосы без привода. Привод обычно

1 2 3 4 5 6
 Втулка Плунжер Регулирующая кромка Продольный паз Кольцевой паз Подвод топлива



НМТ

НАЧАЛО
ПОДАЧИ

КОНЕЦ
ПОДАЧИ

НМТ

КОНЕЦ
ПОДАЧИ

ПОЛНАЯ ПОДАЧА

ЧАСТИЧНАЯ ПОДАЧА

НУЛЕВАЯ
ПОДАЧА

Рис. 3

Плунжерная пара в разрезе

как в этот момент надплунжерная полость сообщается через продольный паз в плунжере и правое подводящее отверстие со всасывающей камерой.

Конец нагнетания и величина подачи топлива изменяется поворотом плунжера.

Поворот осуществляется с помощью зубчатой рейки, входящей в зацепление с зубчатым венцом, насаженным на поворотную гильзу. В нижней части гильза снабжена двумя продольными пазами, в которых скользят выступы плунжера (рис. 2).

Для уменьшения нагнетания плунжер поворачивается вправо (зубчатая рейка передвигается влево) (рис. 3, положение 4 и 5). Когда продольный паз на плунжере совпадает с правым подводным отверстием, нагнетание равно нулю (рис. 3, положение 6).

Соединение зубчатой рейки с регулятором осуществляется при помощи рычагов. При этом особое внимание обращается на то, чтобы зубчатые рейки не испытывали никаких боковых и скручивающих усилий от рычагов, т. к. это вызывает заеда-

ние в зубчатом сцеплении. Соединение зубчатой рейки с рычагами посредством вилкообразной головки (см. рис. 4) считается наиболее удачным.

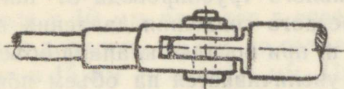


Рис. 4
Вилкообразная головка

3. Нагнетательный клапан

Как только регулирующая кромка плунжера совпадет с правым подводным отверстием, давление в нагнетательной полости насоса падает. При этом нагнетательный клапан под действием давления в нагнетательном трубопроводе и пружины клапана садится, отсекая топливо в нагнетательном трубопроводе от насоса до следующего хода плунжера.

Во время посадки на седло нагнетательный клапан выполняет свою главную задачу — снижает давление в нагнетательном трубопроводе, что способствует резкой отсечке топлива иглой форсунки (см. рис. 5).

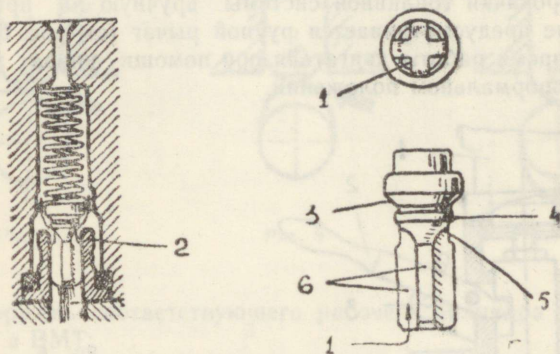


Рис. 5.
Нагнетательный клапан

1. Продольный паз
2. Седло клапана
3. Посадочный пояс
4. Отсасывающий пояс
5. Кольцевой паз
6. Стержень с 4-мя направляющими

Снижение давления в нагнетательном трубопроводе происходит благодаря наличию на клапане отсасывающего пояска, который находится над кольцевым пазом и служит для разобщения нагнетательного трубопровода от нагнетательной полости насоса и резкого снижения давления в нагнетательном трубопроводе (т. к. при посадке клапана объем нагнетательного трубопровода увеличивается на объем пояска, что и ведет к падению давления в нагнетательном трубопроводе).

Для предупреждения перекоса клапана при посадке предусмотрен стержень с 4-мя направляющими. Кольцевой паз служит для уменьшения сопротивления при прохождении топлива через клапан.

4. Монтаж насоса на двигателе

Насос «БОШ» монтируется в вертикальном положении, реже в горизонтальном. Крепление насоса к двигателю осуществляется с помощью фланца.

Как уже отмечалось, конструкция привода разрабатывается при монтаже насоса на двигателе. Чаще всего в качестве привода применяются кулачки и толкатели.

Для прокачки топливной системы вручную на приводном толкателе предусматривается ручной рычаг (см рис. 6), который во время работы двигателя при помощи упора удерживается в нормальном положении.

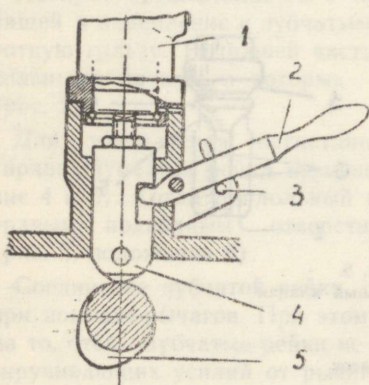


Рис. 6

Ручной привод насоса

1. Насос
2. Ручной рычаг
3. Упор
4. Толкатель
5. Приводной кулак

Монтаж топливного насоса и выбор профиля кулачка надо производить так, чтобы плунжер и ведущий стакан двигались без ударов (о седло клапана или стопорное кольцо). Профиль кулачка следует выбирать соответственно ходу плунжера. При ходе в 10 мм плунжер в своем наивысшем положении не должен доходить 0,5 мм до седла нагнетательного клапана; при ходе в 15 мм — около 1 мм. При ходе в 30 мм — около 1,5 мм, при ходе в 35 мм — тоже около 1,5 мм.

5. Регулировка насоса

При наличии в корпусе насоса «БОШ» контрольных окон (рис. 8, 9, 10) предварительная регулировка производится в следующем порядке:

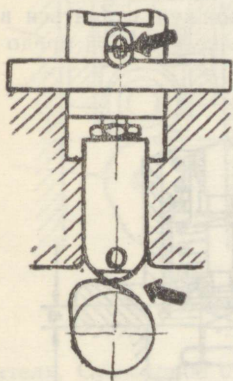


Рис. 8

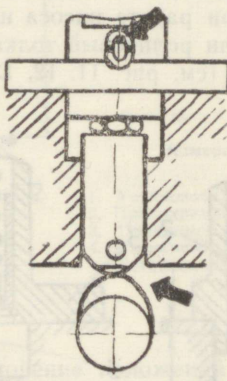


Рис. 9

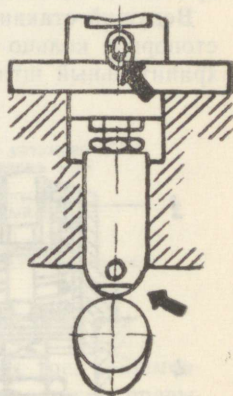


Рис. 10

а) поршень соответствующего рабочего цилиндра устанавливают в ВМТ;

б) приводной кулачок, толкатель и плунжер насоса устанавливают так, чтобы при положении поршня двигателя в ВМТ риски на ведущей втулке и контрольном окне насоса совпали. При этом надо помнить, что риска на ведущей втулке не должна выходить за пределы контрольного окна при крайних положениях плунжера.

Окончательная регулировка двигателя производится при работе двигателя с помощью установочного винта на толкателе. Если же установочным винтом или шайбами под грибком нельзя достичь регулировки, следует изменить положение привода с помощью прокладок.

У насоса «БОШ» без контрольных окон на табличке или просто на фланце нанесен монтажный размер. Монтажный размер указывает расстояние между торцом ведущего стакана в нижней МТ и упорной поверхностью фланца насоса в смонтированном состоянии. Для насосов PFR монтажный размер будет указывать расстояние между роликом толкателя и опорной поверхностью фланца насоса.

Монтажный размер необходимо выдерживать как можно точнее и ни в коем случае не увеличивать его, т. к. ведущий стакан и приводной толкатель (или роликовый толкатель и приводной кулачок) должны всегда сопрягаться.

Ведущий стакан при работе насоса не должен удариться в стопорное кольцо (или роликовый толкатель — в свой предохранительный штифт (см. рис. 11, 12, 13).

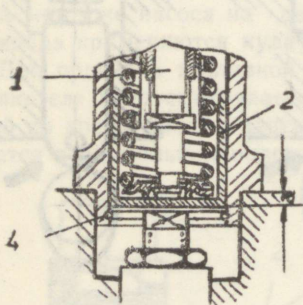


Рис. 11

1. Плунжер
2. Ведущий стакан
3. Фланец

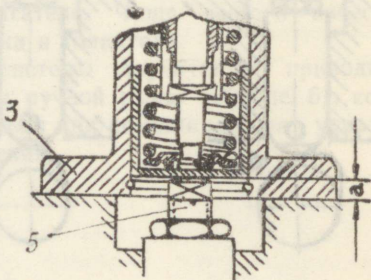


Рис. 12

3. Стопорное кольцо
5. Установочный винт толкателя

В верхней МТ не должны ударяться также и выступы плунжера о поворотную гильзу.

Отклонение монтажного размера от указанного влияет на взаимоположение насоса, приводного кулачка и корпуса дви-

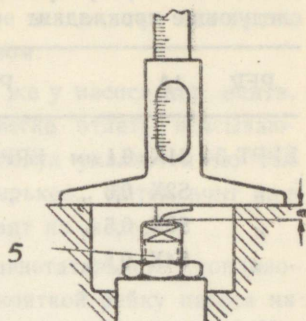
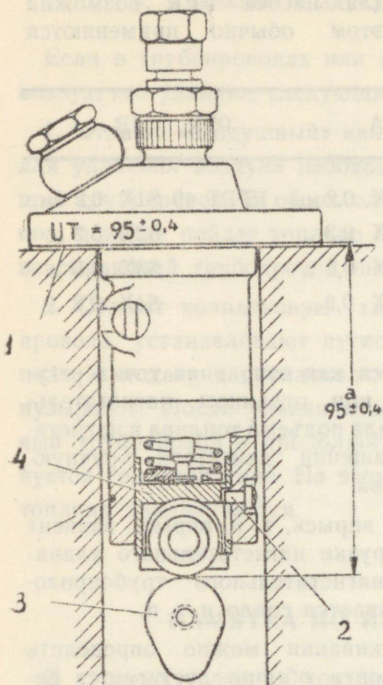


Рис. 13.

Измерение установочного размера «А»

1. Установочная прокладка
2. Предохранительный штифт
3. Приводной кулак
4. Роликовый толкатель
5. Установочный винт толкателя

гателя. Суммарное отклонение положений всех трех элементов (насоса, кулачка и корпуса двигателя) не должно превышать $\pm 0,4$ мм.

Установочный размер «а» измеряется как показано на рис. 13 или другим подходящим способом. При этом важно, чтобы приводной элемент (толкатель, кулачек, эксцентрик) был во время измерения в Н. М. Т. При помощи регулировочного винта толкателя или набором шайб под грибок толкателя можно регулировать размер «а».

Если привод насоса (кулачок, эксцентрик) нерегулируемый, то конструктор должен предусмотреть, чтобы размер «а» регулировался прокладками (рис. 13), которые ложатся между

фланцем насоса и двигателем. Для насоса PFR возможна только такая регулировка. При этом обычно применяются следующие прокладки:

PFR	1A....	PFR	2A....	PFR	1B....
EPPT 34	S1X 0,1 мм	EPPT 39	S1X 0,2 мм	EPPT 49	S1X 0,2 мм
"	S2X 0,3 "	"	S2X 0,3 "	"	S2X 0,3 "
"	S3X 0,5 "	"	S3X 0,5 "	"	S3X 0,5 "
"	S4X 0,8 "	"	S4X 0,8 "	"	S4X 0,8 "

Начало нагнетания используется как отправная точка регулировки насоса. Его определяют при отданном нагнетательном трубопроводе. Момент начала подъема топлива в нагнетательном штуцере насоса, при вращении двигателя вручную, является началом подачи топлива.

Начало подачи — это еще не впрыск, т. к. впрыск зависит от ряда факторов: величины нагрузки нагнетательного клапана, диаметра плунжера, длины нагнетательного трубопровода, давления, при котором открывается сопло и т. п.

Таким образом момент впрыскивания можно определить только на ходу. Точная регулировка обычно достигается регулировочным винтом толкателя (допустимые изменения длины толкателя $\pm 0,40$).

ПРИМЕЧАНИЕ теплотехники: изменить — уменьшить угол начала подачи у топливного насоса «БОШ» можно также путем постановки шайбы под посадочный бурт плунжерной втулки.

6. Смазка насоса

В насосе смазывается только ведущий стакан. Масло на его смазку во время работы насоса поступает от привода двигателя. При разборке и сборке насоса ведущий стакан надо смазывать.

7. Удаление воздуха из топливного насоса

Если в трубопроводах или в камере всасывания находится воздух, его удаляют следующим образом:

1. Отдают «воздушный» винт. Если же у насоса нет винта, для удаления воздуха необходимо слегка отдалить всасывающий трубопровод. В обоих случаях воздух удаляется до тех пор, пока не пойдет топливо без пузырьков. Затем винт или всасывающий трубопровод снова ставят на место.

2. Отдают колпачковую гайку нагнетательного топливного провода, устанавливают пусковой рукояткой рейку насоса на полную подачу и прокачивают топливо до полного удаления пузырьков. После удаления воздуха закрепить нагнетательный трубопровод и продолжить нагнетание, пока не почувствуется сопротивление. На этом операция удаления воздуха из топлива заканчивается.

ПАМЯТКА ПО ИНДИЦИРОВАНИЮ

В судовых условиях контроль за работой цилиндров ДВС осуществляется преимущественно при помощи механических индикаторов с винтовой пружиной. Эти индикаторы имеют большую, среднюю и малую модели. Индикаторы большой модели применяются для тихоходных двигателей, средней — для двигателей повышенной быстроходности и малой — для быстроходных двигателей.

Для индицирования быстроходных двигателей применяются механический индикатор со стержневой пружиной и облегченной конструкцией поршенька, рычажного механизма и барабана. Благодаря этому уменьшаются искажения индикаторных диаграмм из-за вибрации пружины и влияния сил инерции массы движущихся частей индикатора.

В таблице № 1 приведены основные данные индикаторов.

Таблица № 1

Модель индикатора	Число оборотов двигателя не выше об/мин.	Диаметр барабана мм	Длина диаграмм мм	Высота диаграмм мм
Большая	200	50	125	72
Средняя (тип-50)	500	40 (50)	100 (125)	50
Малая (тип-30)	1000	30	70	30
Индикатор со стер- жнейвой пружиной	1800	30	60	25

В зависимости от давления в цилиндре двигателя при индицировании пользуются различными поршнями и пружинами, прилагаемыми к индикатору. Обычно прилагается несколько поршеньков и набор пружин. Например, индикатор средней модели со спиральной пружиной имеет два или три поршенька (а иногда и более). Диаметр нормального поршня составляет 20,27 мм. Кроме нормального поршенька к индикатору обычно прилагаются поршеньки меньших размеров, а именно: поршенек $D=14,35$ мм площадью равной половине нормального и поршенек $D=9,06$ мм площадью $\frac{1}{5}$ нормального. Такой индикатор снабжается набором пружин (см. таблицу № 2), на головках которых имеются следующие данные:

- а) масштаб пружины, характеризующий ее прогиб и показывающий ход пера пишущего механизма индикатора при давлении в 1 кг/см^2 ;
- б) наибольшее давление, допускаемое пружиной при указанном диаметре поршенька;
- в) диаметр поршенька, соответствующий масштабу данной пружины.

На головках пружин индикаторов последнего выпуска нанесен только масштаб для поршенька $D=20,27$ мм. Масштабы для других поршней выбираются по таблице или определяются путем деления основного масштаба на два или 5 (в зависимости от диаметра поршенька).

Выбор индикаторных пружин производится в зависимости от максимального давления рабочего цикла.

Пример 1. Предполагается, что давление в цилиндре равно около 62 кг/см^2 . В этом случае для снятия диаграммы нужно брать пружину, допускающую наибольшее давление 70 кг/см^2 при поршеньке $D=9,06 \text{ мм}$ и имеющую масштаб $0,7 \text{ мм/кг/см}^2$ (см. таблицу № 2). Тогда высота индикаторной диаграммы будет равна $07 \times 62 = 43,7 \text{ мм}$. Или производя обратное действие, т. е. замеряя высоту гребенки на индикаторной диаграмме и разделив ее на масштаб пружины, получим давление в цилиндре $43,3:0,7 = 62 \text{ кг/см}^2$.

Пример 2. Имеем индикаторную пружину, на которой выбиты следующие цифры: « $1 \text{ кг/см}^2 = 3 \text{ мм}$, 16 кг/см^2 , диам. $20,27 \text{ мм}$ ». Эти цифры означают, что масштаб пружины 3 мм на 1 кг/см^2 , при этом максимальное давление в цилиндре не должно быть больше 16 кг/см^2 , при нормальном поршне индикатора $D=20,27 \text{ мм}$. Если взять эту же пружину и поставить поршеньек индикатора $D=9,06 \text{ мм}$, т. е. площадь в 5 раз меньше нормального, то и масштаб пружины в этом случае будет $3:5 = 0,6$; $1 \text{ кг/см}^2 = 0,6 \text{ мм}$, а максимальное предельное давление может быть допущено $16 \times 5 = 80 \text{ кг/см}^2$. Следовательно, при данной пружине и поршеньке $D=9,06 \text{ мм}$ можно производить индицирование двигателей с давлением в цилиндрах до 80 кг/см^2 .

Допустим, что при этом высота гребенки, замеряемая на диаграмме, равна $37,5 \text{ мм}$, тогда давление в цилиндре будет равным $P = 37,5:0,6 = 62,5 \text{ кг/см}^2$.

Т а б л и ц а № 2

Поршеньек индикатора	Масштаб пружины мм/кг/см ²	Предельное давление кг/см ²
1	2	3
Нормальный $D=20,27 \text{ мм}$	—	60
	—	45
	0,5	30
	1,0	25
	1,5	20
	1,7	18
	2,0	16
	2,5	14
	3,0	12
	4,0	10
4,5	9	

1	2	3
	5,0	8
	6,0	7
	8,0	6
	9,0	5
	10,0	4,5
	12,0	4
	14,0	3,5
	16,0	3
	18	2,75
	20	2,5
Площадью, равной $\frac{1}{2}$ площади нормального, $D=14,35$ мм	2,5	20
	2,25	24
	2,0	26
	1,75	28
	1,6	30
	1,5	32
	1,4	34
Площадью, равной $\frac{1}{5}$ площади нормального, $D=9,06$ мм	1,25	36
	1,2	40
	1,1	45
	1,0	50
	0,8	70
	0,7	60
	0,6	80

Индикатор со стержневой пружиной обычно снабжается одним нормальным поршеньком $D=20,27$ мм, а иногда и вторым поршеньком большого диаметра $D=28,67$ мм площадью в два раза больше нормальной.

Набор пружин состоит из сильных, допускающих давление от 5 до 100 кг/см², и слабых — от 1,5 до 4 кг см².

Стержневые пружины индикатора подбирают, руководствуясь описанным выше методом расчета.

Индицирование двигателя

Индицирование двигателя (снятие гребенок давления горения, давления сжатия и индикаторных диаграмм на двигателях, имеющих индикаторные приводы), как правило, должно производиться одновременно на всех рабочих цилиндрах, для чего требуется установка на каждый цилиндр отдельного индикатора. Но практически, вследствие недостатка приборов, индицирование двигателей обычно производится одним прибо-

ром последовательно по каждому цилиндру в отдельности. Во время индицирования крайне необходимо обеспечить постоянство нагрузки двигателя.

При подготовке к индицированию необходимо:

1. Перед установкой индикатора очистить индикаторный канал продувкой.
2. Проверить при закреплении индикатора на индикаторном кране, чтобы гайка была хорошо затянута, но не слишком туго.
3. Выбрать такую пружину, чтобы наибольшее давление в цилиндре не превышало обозначенного на пружине.
4. Проверить трение поршенька индикатора и штока: если под действием собственного веса поршень не опускается или опускается очень быстро, индикатор к применению не годен.

Индицирование двигателя следует производить только после установления его теплового режима, что определяется по прекращению колебания температуры отходящих газов, масла и воды на выходе из двигателя.

При снятии гребенок давления горения и сжатия двигателей с наддувом атмосферная линия на диаграмме будет ниже гребенок. Отсчет давления необходимо производить от нее.

Во избежание лишних сопротивлений при индицировании, ведущих к погрешностям, индикаторный кран должен быть открыт полностью. Для предотвращения явления дросселирования все каналы (в цилиндре, штуцере, трубке, индикаторном кране), соединяющие цилиндр двигателя с индикатором, должны быть одинакового диаметра.

По окончании индицирования после снятия с барабана индикатора бумаги с высотками на ней нужно отметить время и дату, указать диаметр поршенька индикатора, масштаб пружин, число оборотов двигателя в момент индицирования, нумерацию цилиндров, температуры отходящих газов по цилиндрам, температуру охлаждающей воды и машинного отделения, давление наддува, осадку, состояние моря, скорость судна.

Нумерацию цилиндров главных и вспомогательных двигателей следует указывать согласно формуляра или заводской инструкции.

После окончания индицирования двигателя индикатор необходимо разобрать, осмотреть, прочистить и смазать касторовым маслом. Для надежной и длительной работы индикатора со стержневой пружиной поршень его необходимо смазывать цилиндрическим маслом ГОСТ 6411-52.

Кроме индикатора, для определения максимального давления горения и сжатия применяются также максиметры, которые бывают различных конструкций. Широкое применение на судах получил максиметр с невозвратным самодействующим клапаном и дросселирующим устройством манометрового типа. Максимальное давление отсчитывается по шкале манометра.

При пользовании максиметром после снятия его с одного цилиндра и перед установкой на другой необходимо давление с манометра частично снять.

Погрешность показания максиметра зависит от точности показаний манометра и состояния прибора (быстрый нагрев его свидетельствует о наличии пропусков газа в соединениях или в клапане). Манометр максиметра должен проверяться не реже двух раз в год. Максиметр показывает максимальное давление в цилиндре, т. е. фиксирует даже отдельные скачки давлений. Поэтому на двигателях, где подобные скачки часто наблюдаются (калоризаторные двигатели, предкамерные с открытой форсункой), максиметры обычно показывают давления выше, чем замеренные с помощью индикатора.

На двигателях с устойчивой работой топливной аппаратуры максиметр показывает на 0,2—0,5 кг/см² меньше, чем давление, замеренное с помощью индикатора. Это объясняется дросселированием и наличием определенного сопротивления при прохождении газа через клапан и дросселирующие отверстия.

На судах имеются также пиметры, служащие для определения нагрузки по отдельным цилиндрам путем определения среднего давления по времени.

Из отечественных пиметров удовлетворительные результаты дает капиллярный пиметр ПИ-3. Манометр этого пиметра следует проверять не реже двух раз в год. Уход за пиметром должен проводиться строго по инструкции.

Пиметры марок ПИ-1 и ПИ-2 (инерционные) обладают недостаточной точностью, показания их нестабильны.

О ЗАМЕРЕ ДАВЛЕНИЯ В ЦИЛИНДРАХ ДВИГАТЕЛЯ «ГАНЦ-ЕНДРАШИК»

Определение давления сжатия и сгорания в цилиндрах двигателей «Ганц-Эндрашик» производится индикатором со стержневой пружиной или максиметром. Ввиду невозможности установки указанных приборов непосредственно на индикаторный кран используется промежуточная трубка-наставка. На некоторых судах эта конструкция выполнена таким образом, что в период замера объем трубки включается в объем цилиндра. Этим самым увеличивается камера сжатия, что ведет к понижению давлений в цилиндре. Вследствие этого снимаются давления, которые меньше фактических давлений в цилиндре при выключенной трубке-наставке.

При замере давлений в цилиндре также важно соблюдение условия равенства диаметров отверстий в трубке-наставке, индикаторном кране и блоке. При невыполнении этого происходит дросселирование газов, в результате чего получаются искаженные, заниженные значения давлений цикла. К дросселированию будет также приводить загорание отверстий в блоке. Подобные ошибки были выявлены на некоторых судах Эстонского пароходства.

Проведенные расчеты и замеры показали, что в результате указанных явлений при замере индикатором со стержневой пружиной на двигателе «Ганц-Эндрашик 216/310» с помощью трубки-наставки длиной 360 мм и диаметром отверстий 6 мм снижаются давления ниже фактических на $3\div 4$ кг/см². На двигателе «Ганц-Эндрашик 160» при использовании трубки-наставки длиной 260 мм и диаметром отверстия 6 мм занижение давления равно $6\div 8$ кг/см².

ФИЛЬТРЫ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ МАСЛА

Для надежной работы двигателей большое значение имеет смазка их движущихся частей. Неисправность смазочных устройств или применение некачественных смазочных материалов повышает износ трущихся деталей. При эксплуатации двигателей необходимо особое внимание обращать на исправность всех агрегатов системы смазки и на качество применяемых смазочных материалов.

Качество смазочных материалов по мере работы их в смазываемых механизмах постепенно ухудшается.

Чтобы улучшить качество масла в системах и продлить срок его использования, на ряде судов Эстонского пароходства в систему смазки двигателей включены дополнительные фильтры тонкой очистки, обеспечивающие непрерывную очистку части масла при работе двигателя, и сепараторы (периодичная очистка).

В настоящей статье дается описание некоторых фильтрующих элементов, эффективность их применения и правила ухода за ними.

МАСЛЯНЫЕ ФИЛЬТРЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Во время работы двигателя в масло попадает топливо, а также вода в результате конденсации ее паров, содержащихся в прорывающихся в картер отработанных газах. Кроме этих примесей, в самом масле при работе двигателей образуются различные органические кислоты и смолисто-асфальтовые вещества.

Процесс, в результате которого в масле при работе двигателя образуются такие вещества, условно называют «старением» масла, а сами органические вещества, образующиеся при этом, — продуктами «старения» масла.

Примеси, появляющиеся при работе двигателя, сильно ухудшают качество масла. Так, твердые механические примеси, попадая с маслом к рабочим поверхностям деталей двигателя, способствуют значительному увеличению абразивного износа этих поверхностей. Наличие в масле таких органических соединений, как смолистоасфальтовые вещества и некоторые соединения, дающие кислую реакцию, ведет к увеличению количества нагара в камере сгорания двигателя, а также образованию «лаковых», относительно быстро коксующихся отложений на боковых поверхностях поршней, особенно в более горячей зоне их — зоне поршневых колец. Это вызывает сначала прихватывание, а затем и пригорание колец. Прорывающиеся при этом газы в картер способствуют интенсивному «старению» масла.

Судовые двигатели обычно оборудуются фильтрами грубой очистки, при помощи которых осуществляется предварительная фильтрация масла, и фильтрами тонкой очистки.

Применяются и другие способы удаления примесей из масла и поддержания его достаточно чистым. В частности сепарирование и отстой.

В системе смазки двигателей в качестве маслофильтров грубой очистки для предварительной фильтрации масла обычно используют металлическую сетку, монтируемую на приемнике масляного насоса. Далее масло, подаваемое насосом, проходит через более совершенный фильтр грубой очистки, например, щелевого типа, состоящий из металлических дисков, или сетчатый фильтр с мелкими ячейками.

В отличие от фильтров грубой очистки, маслофильтры тонкой очистки включаются не последовательно, а параллельно в масляную магистраль. Это вызвано их малой пропускной способностью. Вследствие этого через маслофильтр тонкой очистки проходит не все масло, подаваемое в магистраль, а лишь часть его (около 10%), что позволяет применять фильтры небольших габаритов и увеличить период между сменами элементов. Эти фильтры обеспечивают более глубокую очистку проходящего через них масла.

В Эстонском пароходстве указанный процент прохождения масла через маслофильтр обеспечивается дроссельными шайбами, установленными в масляном трубопроводе перед фильтрами или клапанами в приемной системе после насоса (двигатели NVD-36 и NVD-48). Диаметр отверстия дроссельной шайбы выбирается в зависимости от давления и производительности масляного насоса и должен быть:

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Двигатель «Ганц-Ендрашик 216/310» | — диам. 2 мм |
| 2. Двигатель NVD-36 | — регулируется клапаном |
| 3. Двигатель NVD-48 | — регулируется клапаном |
| 4. Двигатель 6 ДР 30/50 завода «Русский Дизель» | — диам. = 4,5 мм |
| 5. Двигатель 4 ДР 30/50 завода «Русский Дизель» | — диам. = 3,5 мм |
| 6. Двигатель «МАК» 8ЧРН 29/42 | — диам. = 6,5 мм |
| 7. Двигатель «Шкода 160» | — диам. = 1,2 мм |
| 8. Двигатель NVD-24 | — диам. = 1,5 мм |
| 9. Двигатель «Ансальдо» | — диам. = 1,2 мм |
| 10. Двигатель «Шебенек» DM-40 | — диам. = 1,2 мм |
| 11. Двигатель ЗД6 | — диам. = 1,8 мм |

В ЭГМП нашли примененные фильтры с семью, пятью и одним фильтрующими элементами ДАСФО. Элементы применяются двух размеров. Для главных двигателей фильтр типоразмера № 1 диаметром 116 мм и высотой 206 мм. Для вспомогательных двигателей фильтр типоразмера № 3 диаметром 86 мм и высотой 134 мм.

Хотя маслофильтр тонкой очистки включен параллельно в масляной системе, непрерывная циркуляция через него масла во время работы двигателя обеспечивает достаточно быструю и эффективную очистку всего масла, находящегося в системе смазки.

Так, например, при работе без дополнительного фильтра тонкой очистки главного двигателя 4 ДР 30/50 общее количество мехпримесей в масле после 400 часов работы составляло $3,5 \div 4,00\%$. При этом неорганических веществ, т. е. собственно механических примесей (металлической пыли и других негорючих веществ) в масле содержалось $0,10 \div 0,12\%$. Остальная часть примесей представляла органические вещества, продукты «старения» самого масла—асфальтены, карбены, карбоиды и другие высокомолекулярные органические соединения. При работе с дополнительным фильтром с семью элементами ДАСФО-1 суммарное содержание мехпримесей в масле после 500 часов работы достигает лишь $0,5 \div 0,6\%$ (смена фильтрующих элементов производится через 50 часов).

Следовательно, суммарное содержание мехпримесей снизилось почти в 6 раз. Снижается, хотя и в меньшей степени, кислотное число работающего масла, так как органические соединения, имеющие кислую реакцию, частично поглощаются (адсорбируются) высокомолекулярными соединениями (углистыми частицами), задерживаемыми фильтром тонкой очистки.

При применении фильтров тонкой очистки и регулярной смене их фильтрующих элементов масло может работать значительно дольше, например, на двигателе 4 ДР 30/50 период работы между сменами увеличивается в 2 раза, оставаясь в хорошем состоянии, что обеспечивает не только более экономичное расходование его, но и большую надежность работы двигателя, меньший износ его деталей. Поэтому применение маслофильтров тонкой очистки и надлежащий уход за ними является одним из основных мероприятий в общем комплексе технического обслуживания двигателей.

До последнего времени наиболее широко использовали картонные сменные фильтрующие элементы маслофильтров тонкой очистки пластинчато-щелевого типа, модели АСФО и видоизмененной модели ДАСФО.

Фильтрующий элемент ДАСФО отличается формой картонных деталей (пластин и прокладок), при производстве которых расходуется меньше картона, чем на элементы АСФО (рис. 1).

По принципу действия фильтрующие элементы АСФО и ДАСФО близки между собой и относятся к числу щелевых фильтров-отстойников. Масло, поступающее в корпус фильтра, в котором находится фильтрующий элемент, проходит в отсеки, образуемые прокладками «2», находящиеся между пластинами «1» элемента. Далее масло через капиллярные щели между поверхностями пластин «1» и прокладок «2» и через капиллярные поры материала пластин и прокладок проникает в просечки, имеющиеся в прокладках ДАСФО, или в канавки, выштампованные в лучах прокладок АСФО, и по ним поступает к центральному каналу элемента, образуемому отверстиями «3» во всех пластинах и прокладках элементов. Находящиеся в масле примеси частично оседают в отсеках между пластинами фильтрующего элемента, а частично отфильтровываются при прохождении масла через капиллярные щели элемента и через поры материала пластин и прокладок.

Очищенное таким образом масло из центрального канала фильтрующего элемента стекает в маслопровод, по которому оно отводится в картер или рабочую цистерну двигателя.

С ростом применения фильтров тонкой очистки масла со сменными фильтрующими элементами серьезное значение приобретает вопрос о еще большей чем при производстве фильтрующих элементов ДАСФО экономии картона. Удачным решением этого вопроса явилось внедрение в производство Всесоюзной конторой «Реготмас» фильтрующих элементов нового типа, предложенных доцентом Г. Д. Берштейном и получивших наименование «Р» («Реготмас»). Эти фильтрующие элементы выпускаются тех же размеров, что АСФО и ДАСФО и являются взаимозаменяемыми с последними.

Изготавливаются элементы «Р» из картонной ленты толщиной около 0,7 мм. Лента складывается гармошкой, для чего предварительно на ней делаются неглубокие насечки на местах

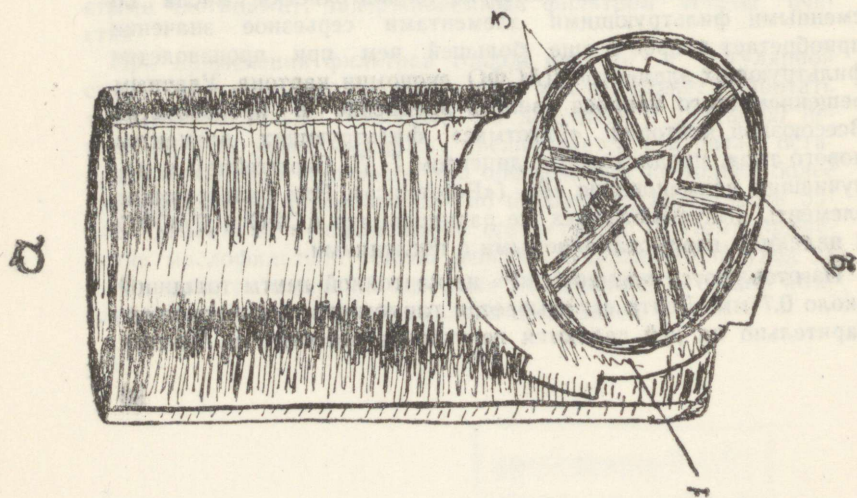
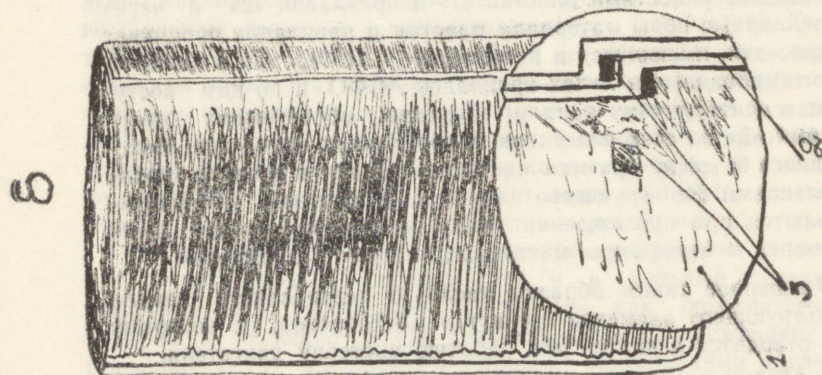
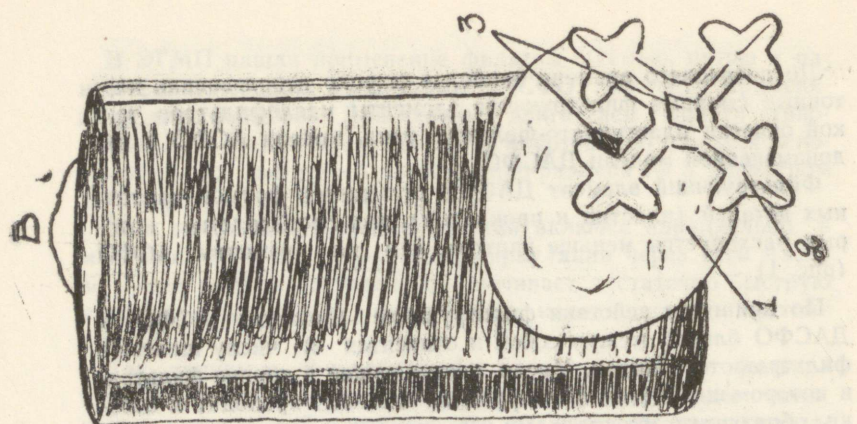


Рис. 1. Сменные фильтрующие элементы
 а—АСФО; б—ДАСФО; в—ДАСФО—ЭФА
 1—пластины; 2—прокладки; 3—центральные
 отверстия.

будущих сгибов. Сложенная таким образом лента веерообразно свертывается по окружности (рис. 2), причем внутренние края пластин плотно прилегают друг к другу, образуя центральную полость цилиндрической формы. С наружной стороны пластины образуют отсеки, в которых отлагаются загрязнения, улавливаемые элементом при фильтрации масла.

Принцип действия элементов «Р» таков: при работе двигателя масло, подаваемое насосом в корпус фильтра тонкой очистки, заполняет пространство (отсеки) между веерообразно расположенными пластинами картонной ленты элемента и проникает в картон.

Пористое строение картона позволяет маслу, находящемуся под давлением, создаваемым масляным насосом, фильтроваться через микропоры картона в радиальном направлении, т. е. по направлению к центральной перфорированной трубке элемента.

Находящиеся в масле примеси отлагаются на поверхности картонных пластин, постепенно заполняя отсеки между ними, а отфильтрованное, очищенное от примесей масло поступает в центральную перфорированную трубку элемента. Далее масло обычным путем стекает по маслопроводу в картер или рабочую цистерну двигателя. Щелевой фильтрации в элементах «Р» не наблюдается вследствие очень плотного прилегания в нем краев пластин, обращенных во внутрь элемента (к центральной перфорированной трубке): внутренние края пластин в элементе «Р» прижаты друг к другу под давлением во много раз большим, чем пластины к прокладкам в фильтрующих элементах АСФО и ДАСФО. Отстоя масла, как в отсеках, образуемых лучами прокладок элементов АСФО и ДАСФО, в элементах «Р» также не происходит.

Производительность фильтрующих элементов «Р», скорость очистки ими масла при работе двигателя примерно такие же, как и щелевых фильтров-отстойников этого же размера.

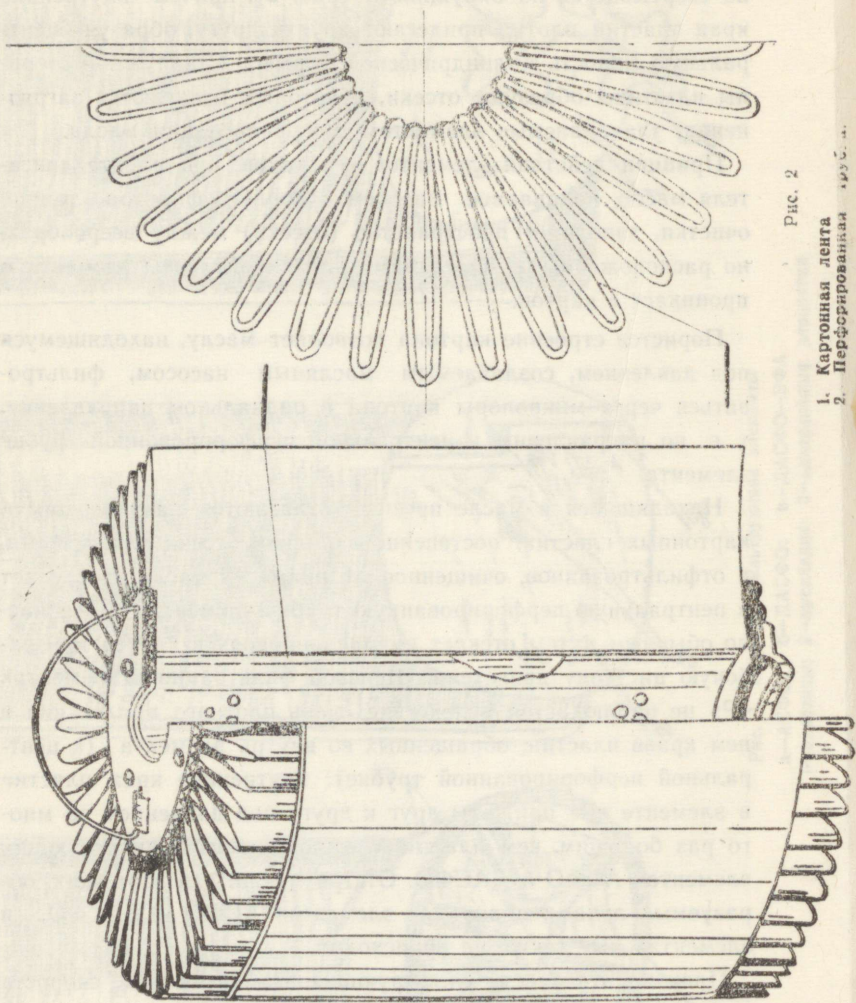


Рис. 2

1. Картонная лента

2. Перфорирующая лента

УХОД ЗА МАСЛОФИЛЬТРАМИ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Основное внимание при уходе за фильтрами тонкой очистки нужно обращать на циркуляцию масла через фильтр, так как при нарушении надежной циркуляции снижается пропускная способность фильтра, а содержание примесей в масле возрастает, т. е. при отсутствии должного ухода фильтр самопроизвольно отключается.

К причинам, вследствие которых может нарушиться надежная циркуляция масла через фильтр, относятся:

1. Несвоевременная замена фильтрующих элементов.
2. Засорение отверстия дроссельной шайбы перед корпусом маслофильтра.
3. Засорение масляного трубопровода, по которому масло поступает в корпус фильтра или отводится из него в картер двигателя (цистерну).
4. Неисправность самих сменных фильтрующих элементов.

В отношении первой из указанных причин надо отметить следующее. При работе сменные фильтрующие маслофильтры тонкой очистки все более заполняются удерживаемыми из масла примесями и количество фильтруемого масла соответственно уменьшается. Вследствие этого загрязненность масла в двигателе, после некоторого периода работы фильтрующего элемента, начинает возрастать.

При регулярной доливке свежего масла и должном уходе смена фильтрующих элементов должна производиться:

- | | |
|--|------------------|
| 1. Двиг. «Ганц-Эндрашик 216/310» | через 200 часов. |
| 2. Двиг. NVD-36 | через 100 часов. |
| 3. Двиг. NVD-48 | через 150 часов. |
| 4. Двиг. 6ДР 30/50 з-д «Русский Дизель» | через 100 часов. |
| 5. Двиг. 4 ДР 30/50 з-д «Русский Дизель» | через 50 часов. |
| 6. Двиг. «МАК» 8ЧРН 29/42 | через 200 часов. |
| 7. Двиг. «Шкода-160» | через 150 часов. |
| 8. Двиг. NVD-24 | через 100 часов. |
| 9. Двиг. «Ансальдо» | через 100 часов. |
| 10. Двиг. «Шенебек DM-40» | через 100 часов. |
| 11. Двиг. 3Д6 | через 50 часов. |
| 12. Двиг. 4Ч 10,5/13 | через 50 часов. |

Для предотвращения случаев повышения загрязнения масла необходимо внимательно следить за своевременной сменой фильтрующих элементов и масла в двигателях. Наиболее правильно и объективно о необходимых сроках смены масла можно судить по результатам анализа проб масла, отбираемого из двигателя.

Многие механики степень загрязненности масел оценивают на основании внешних признаков, в основном по цвету, а смену масла производят по установленным нормам смены. Однако необходимо иметь в виду, что, руководствуясь установленными сроками смены, мы не можем учесть всех эксплуатационных факторов и состояния двигателя, которые влияют на скорость «старения» масла, а внешние признаки, как цвет масла, не всегда позволяют правильно оценить состояние его. В частности, при использовании масел с присадками, обладающими так называемыми «моющими» свойствами, детали двигателей остаются чистыми, отложений на них не образуется, но масла быстро становятся темными. Темный цвет масла в этом случае нельзя считать показателем того, что оно отработало свой срок и его качество сильно ухудшилось. Очень часто темное, почти черное масло с присадкой, обладающей «моющими» свойствами, по качествам превосходит более светлое и прозрачное масло без присадки. Вот почему для определения степени пригодности масла необходимо иметь тесную связь с теплотехническими лабораториями пароходств.

Для проверки правильности выбранных сроков смены фильтрующих элементов и масла отбираются пробы и направляются для анализа в лабораторию.

Пробы масла отбираются из масляной магистрали при работе двигателя перед маслофильтром тонкой очистки.

Наиболее частыми причинами нарушения циркуляции масла через маслофильтр тонкой очистки являются засорение отверстия дроссельной шайбы в подводящем трубопроводе корпуса маслофильтра или засорение маслопровода, по которому масло поступает в корпус фильтра или отводится из него. Засорение маслопровода часто наблюдается у вспомогательных двигателей, где сечение их небольшое — менее 10 мм. Внешним признаком отсутствия циркуляции масла является понижение температуры маслофильтра, что проверяется на ощупь — рукой. При относительно низкой температуре машинного отделения после пуска двигателя, имеющего в системе смазки

авиамасло, маслофильтр тонкой очистки длительное время не включается в работу (это особенно наблюдается у двигателя 4Ч 10,5/13). В этом случае необходимо из корпуса фильтра спустить холодное масло, дать возможность фильтру прогреться и он включится в работу.

О засорении отверстия дроссельной шайбы можно судить по падению давления на манометре, установленном в системе после дроссельной шайбы.

Масло в двигателе может быть сильно загрязненным, а фильтрующие элементы — относительно малозагрязненными и при применении неисправных фильтрующих элементов. При установке элемента в корпус маслофильтра необходимо проверить состояние его картонных сальников, плотность прилегания прокладок и шайб, прижимаемых пружинами. При неисправных сальниках и прокладках загрязненное масло, поступающее в корпус маслофильтра, неочищенным проникает в центральный канал элемента и далее — в картер двигателя.

Фильтрующие элементы АСФО, ДАСФО и элемент «Р» в отдельных случаях могут быть недостаточно плотно собраны, иметь прогибы и коробления металлических деталей крепления, а элементы АСФО и ДАСФО, кроме того, покоробленные картонные пластины и прокладки. При наличии таких неисправностей фильтрующие элементы будут в той или иной степени пропускать загрязненное масло из корпуса фильтра в центральный канал элемента, вследствие чего повысится загрязненность масла в двигателе.

При эксплуатации двигателей для надежной работы маслофильтров тонкой очистки необходимо тщательно соблюдать правила ухода за ними.

Регулярно спускать отстой из корпусов, промывать корпусы при смене фильтрующих элементов, проверять и прочищать отверстия дроссельных шайб, маслопроводы и т. д. Надо также соблюдать правила ухода за фильтрами грубой очистки масла: регулярно провертывать рукоятку пластинчатого фильтра грубой очистки, периодически спускать отстой из корпуса, промывать пластины и корпус, поддерживать чистоту сетки фильтра приемника масляного насоса и т. д. Следует учитывать, что неисправности фильтров грубой очистки масла, неправильная регулировка перепускных клапанов, заедания их и другие дефекты в системе смазки двигателя часто отрицательно сказываются на надежности работы маслофильтров тонкой очистки.

Так, например, при неисправности фильтра грубой очистки, примеси, частицы которых имеют относительно большие размеры, попадая в корпус маслофильтра, засоряют дросселирующее отверстие в гнезде сальника фильтрующего элемента, вследствие чего он очень медленно прогревается и поэтому работает неудовлетворительно. При попадании таких примесей в отверстие дроссельной шайбы циркуляция масла через фильтр прекращается.

Поэтому для обеспечения хорошей очистки масла необходимы тщательный уход и обслуживание всех агрегатов системы смазки двигателя. При несоблюдении этого любые фильтрующие элементы маслофильтров тонкой очистки, даже самые хорошие, будут работать неудовлетворительно.

РЕКОМЕНДАЦИИ

по контролю качества масла в системе смазки двигателей

Проба, взятая для анализа, должна характеризовать качество масла, идущего на смазку. Вследствие этого при отборе обязательно соблюдение определенных условий.

1. Проба должна быть отобрана из системы смазки в период работы двигателя или при прокачивании системы после основного фильтра двигателя. Где имеются фильтры тонкой очистки, проба может быть отобрана из корпуса этих фильтров до прохождения маслом фильтрующих элементов. В этом случае проба будет удовлетворять поставленному в настоящем параграфе требованию.

2. При отборе первые 50÷100 мл масла спускаются.

3. Отбор должен производиться не раньше 4 часов после доливки свежего масла (доливки должны производиться систематически — ежедневно примерно равными порциями).

4. Отбор также должен производиться в определенное время после сепарации — через 2—3 часа.

Ввиду важности влияния условий отбора пробы на выводы о качестве масла по результатам анализа, проба должна сопровождаться характеристикой, в которой указываются:

- а) наименование судна и двигателя;
- б) сорт масла;

- в) число часов работы двигателя на данном масле и после моточистки;
- г) место отбора пробы;
- д) сколько раз и в каком количестве доливалось свежее масло;
- е) емкость системы;
- ж) сколько часов сепарировалось масло в период его работы;
- з) процентное содержание серы в топливе, на котором работал двигатель (по данным паспорта);
- и) должность и фамилия лица, производившего отбор пробы;
- к) дата отбора пробы.

Характеристика пробы подписывается лицом, производившим отбор пробы.

Периодически теплотехнической лабораторией, при переходе на новую марку масла или при получении новых типов двигателей, производятся анализы серни проб масла, отбор которых начинается со свежего масла и заканчивается пробой масла при его смене. В этом случае пробы отбираются особенно тщательно через 200 часов работы двигателя. Цель этих анализов — установить оптимальные сроки работы масла и качество работы двигателя на данном масле.

С каждого судна следует сдавать не реже одного раза в 3 месяца контрольные пробы рабочего масла двигателей. Контрольные пробы должны быть отобраны перед сменой масла.

Пробы свежего масла и топлива отбираются при наличии сомнения в их качестве. Эти пробы отбираются донные — из нижней части расходных цистерн после спуска из них отстоя.

Все указанные пробы нефтепродуктов берутся в сухие чистые бутылки емкостью 0,5 литра. Бутылки заполняются на $\frac{3}{4}$ объема, чтобы можно было легко перемешать пробу перед анализом, и плотно закупориваются.

Желательно, чтобы за результатами анализа приходили в лабораторию механики, обслуживающие данный двигатель. Совместное обсуждение результатов анализа механика и работника лаборатории легче поможет выявить недостатки эксплуатации и наметить пути для их устранения.

Для правильной оценки качества масла по результатам анализа следует напомнить определения основных показателей качества масла.

Вязкость характеризует внутреннее трение между частицами масла при относительном их перемещении.

Динамической вязкостью или коэффициентом внутреннего трения называется сила сопротивления двух слоев жидкости площадью 1 см^2 , находящихся на расстоянии 1 см друг от друга и перемещающихся друг относительно друга со скоростью 1 см/сек .

Единица измерения динамической вязкости пуаз = $1 \text{ г/см}^2 \text{ сек}$.

Кинематической вязкостью, или удельным коэффициентом внутреннего трения, называется отношение вязкости динамической к плотности масла при той же температуре.

Единица измерения кинематической вязкости — **СТОКС** и сотая часть его — **САНТИСТОКС** (сокращенно **ССТ**).

Вязкость условная по Энглеру.

Число градусов Энглера (вязкость по Энглеру), или условной вязкостью, называется отношение времени истечения из калиброванного отверстия вискозиметра Энглера 200 миллиметров испытуемого продукта при данной температуре ко времени истечения 200 мл (миллилитров) дистиллированной воды при $+20^\circ \text{C}$.

Существуют таблицы для перевода кинематической вязкости в условную по Энглеру.

Вязкость масла для быстроходных двигателей при температуре его около 100°C на работающем двигателе должна быть равна $1,7—2,0^\circ \text{E}$ (градуса Энглера). После 50 часов работы вязкость не должна изменяться более чем на $0,5^\circ \text{E}$ от начальной вязкости. Увеличение вязкости при работающем двигателе может получиться в результате испарения углеводородов, имеющих низкую температуру кипения. Испарению способствует разбрызгивание в картере. Поэтому у масел, работающих продолжительное время, вязкость повышается с одновременным образованием смол.

Понижение вязкости работающих масел говорит о разжижении их топливом.

Кислотное число масел — это количество миллиграмм едкого калия (**КОН**), требующееся для нейтрализации кислот, содержащихся в 1 грамме масла.

Повышенная температура и давление, присутствие кислорода воздуха способствуют окислению масла, при этом обра-

зуются различные продукты разложения, в том числе кислоты, которые оказывают корродирующее действие на металл.

Металл подшипников оказывает ускоряющее действие на окисление. Масло при подшипниках, залитых свинцовистой бронзой или кадмиевыми сплавами, окисляется интенсивнее, а свинец, входящий в состав сплавов, наиболее подвержен корродирующему действию. Кислотное число для двигателей, имеющих подшипники из указанных сплавов, допускается до 1,5 мгКОН/Гмасла, для двигателей, имеющих подшипники залитые белым металлом, до 2,0 мгКОН/Гмасла. Наличие одновременно кислотного числа свыше 0,5 мгКОН/Гмасла и воды, а также водорастворимых кислот («кислая реакция») и воды недопустимо. Наличие воды в маслах М-12-В, ДП-11, ДСП-11, дающих стойкую эмульсию, недопустимо. Во всех этих случаях масло необходимо подвергнуть сепарации. Если же показатели масла после этого не улучшатся или же сепарацию производить нет возможности, масло необходимо заменить. Для двигателя 5Д50, сплав БК-2 антифрикционного слоя вкладышей подшипников которого содержит 98⁰/₀ свинца, кислотное число не должно превышать значения — 0,4 мгКОН/Гмасла.

Следует отметить, что нередки случаи, когда величина кислотного числа одного и того же рабочего масла, определенная различными лабораториями, имеет значительные расхождения. Это результат отсутствия единой методики. Лаборатория Эстонского пароходства определение кислотного числа рабочих масел ведет по ГОСТу 5985-51, в качестве индикатора используется нитрозил желтый.

При анализе свежих масел и рабочих масел после работы их до 100 часов навеска для анализа берется в 10 граммов. После работы масла свыше 100 часов навеска берется в 2—5 граммов. Это позволяет произвести более полно спиртовую вытяжку содержащихся в масле кислот. Если во втором случае навеску взять в 10 граммов, будут получены заниженные результаты кислотного числа. Спирта в обоих случаях берется 50 миллилитров.

Температурой вспышки называется температура, до которой необходимо нагреть масло, чтобы пары его образовали с воздухом взрывчатую смесь, воспламеняющуюся при поднесении к ней пламени.

Существует два типа приборов для определения температуры: открытого (Бренкена) и закрытого (Мартенс-Пенского). В открытом приборе температура вспышки получается на 20—25° выше, чем в закрытом.

Температура вспышки характеризует огнеопасность масла и указывает на наличие в нем легкокипящих фракций или примеси топлива.

При проверке температур вспышки в открытом и закрытом тиглях считается, что чем меньше разность их, тем меньше количество продуктов разложения в масле и тем более стойким оно является.

Понижение температуры вспышки масла в результате его разжижения топливом не допускается больше 15⁰/₀.

Зола. Присутствие золы в смазочном масле не допускается. Наличие золы в свежем масле указывает на невысокое качество очистки нефтяного продукта или является признаком того, что в масле имеется присадка.

Механические примеси для рабочего моторного масла допускаются до 1,0⁰/₀, для авиационного и дизельных масел — до 0,7⁰/₀ (моторные масла в составе механических примесей в основном содержат карбены, более легко отделяющиеся в фильтрах и сепаратах, и меньше асфальтенов, способствующих загоранию поршневых колец).

На всех двигателях, оборудованных фильтрами тонкой очистки и сепараторами масла, мехпримеси не должны лимитировать качество масла. Их величина не должна превышать 0,4⁰/₀. При этом сепарацию масла следует производить не менее 1/3 периода его работы в системе смазки двигателя.

Водорастворимые кислоты — наиболее агрессивные кислоты. Метод их определения качественный. Для того чтобы как-то судить о величине содержания их в масле, в теплотехнической лаборатории Эстонского пароходства введены понятия «слабо-слабо-кислая реакция» (сокращенно сл. сл. кисл.), «слабо-кислая реакция» (сокращенно — сл. кисл.) и «кислая реакция» (сокращенно — кисл. р.).

При «рН» от 4,4 до 6,2 определение производится при помощи индикатора «метилловый красный» (при этом индикатор метил-оранж не показывает наличия кислот). В этом случае реакция считается «слабо-слабо-кислая» или «слабо-кислая». При «рН» ниже 4,4 наличие кислот показывает метил-оранж (рН 3,2÷4,4) и реакция считается кислая.

ТАБЛИЦЫ

основных технических характеристик главных и вспомогательных двигателей и некоторые данные по главным и вспомогательным двигателям судов ЭГМП, необходимые при регулировке.

Характеристика	Размерность	МАК			Буква-Вольф 6NVD-48
		Герлицер 8 SV 55 μ A	MAU 423A	MSu 423	
Число оборотов вала	об/мин.	333	320	340	275
Номинальная мощность на фланце кол. вала	э. л. с.	1250	640	360	400
Основные размеры					
Диам. цилиндра	мм	365	290	290	320
Ход поршня	„	550	420	420	480
Число цилиндров	—	8	8	6	6
Средняя скорость поршня	м/сек.	6,1	4,48	4,75	4,4
Среднее эффективное давление	кг/см ²	7,34	8,11	5,72	5,66
Максимальное давление цикла	„	54	54	45	52
Сред. темпер. отходящих газов по цилиндрам при номин. мощности	°C	460	365		088
Давление сжатия	кг/см ²	40÷42	38—41	32÷33	38
Способ распыливания топлива	—	струй- ный	струй- ный	струй- ный	струй- ный
Наддув	АТИ	0,3	0,38	—	—
Давление распыла	кг/см ²	220	270		270
Передаточное отношение редуктора		3,17:1			

Примечание.

1. Температура выхлопных газов двигателя MAU 423A дана для
2. Характеристики двигателя «Ланг» даны для 100% нагрузки в
3. Передаточное отношение редуктора главного двигателя «Ланг» судами типа «Эльва».

главных двигателей судов ЭГМП

ЗД 12А	Русский дизель				ЗД6	Ганц-Ендра- шик 216/310	Букан-Вольф 8NVD-36	Ланг 8LD315RF
	Интерпрайс DMG-6	6ДР 30/50	4ДР-30/50					
1500	400	300	300	1500	800	360	400	
300	400	600	400	150	400	300	1000	
150	305	300	300	150	216	240	315	
180	380	500	500	180	310	360	450	
186,7 12	6	6	4	6	8	8	8	
9,0	5,0	5,0	5,0	9,0	8,27	4,32	6,0	
4,74 4,6	5,41	4,25	4,25	4,74	4,95	5,02	8,04	
75	48÷50	62	62	70	55	52	54±2	
	380	290	290		420		450	
34÷35	33	35	35	34÷35	35	38	36±1,0	
струйный	струйный		струйный		пред- камер- ный		струйный	
—	—	0,2 200	0,2 200	—	— 100÷120	— 280÷300	0,4 220	
					2,7:1		2,53:1 1,984:1	

двигателя, оборудованного воздухоохладителем. соответствию с инструкцией завода-изготовителя двигателя. судов типа «Тарту» имеет большее значение по сравнению с

Основные технические характеристики

Характеристика	Генераторы Размер- ность	4Ч	2Ч	1Ч
		10,5/13	10,5/13	10,5/13
Число оборотов	об/мин.	1500	1500	1500
Номинальная мощность	э. л. с.	40	20	10
Диаметр	мм	105	105	105
Ход поршня	„	130	130	130
Число цилиндров	—	4	2	1
Средняя скорость поршня	м/сек.	6,5	6,5	6,5
Среднее эффективн. давление	кг/см ²	5,34	5,34	5,34
Максимальное давление цикла	„	65	65	65
Давление сжатия	„	37	37	37
Способ распыла топлива		Вихрекамерный струйный		
Мощность генератора	квт	25	12,5	6,5
Напряжение	вольт	220	220	220

*) Данные, полученные вычислением.

тики дизель-генераторов судов ЭГМП

Шкода		Ансаль- до 150 Q $\frac{3}{3}$	5NVD-36	NVD-24	Ганц-Ендрашик	
3S160	2S110				130	160
750	1500	750	500	750 <u>25 элс</u>	1000	1000
67,5	30	46	250	цил	24	80
160	110	150	240	175	130	160
225			360	240		
3	2	3	5	4	2	4
5,62			6,0	6,0		
5,97*			5,53	5,25*		
64÷65				52		
37÷39				35		
			Струйный		Предкамерный	
40	10	30		<u>16 кВт</u>	15	50
220	220	220	400	цилиндр 220	220	220

Некоторые данные главных двигателей,

Характеристика	Размер- ность	8SV 55иА	МАК 423А	МАК MSu423	6NVD 48
Высота камеры сжатия	мм	5	22÷26		10,8÷11,8
Степень сжатия	—	13,2	12,5*		14,2
Углы опережения впрыска топлива на передн. ход	гр.		8÷12	12*	
Зазор в приводе клапана	мм	0,5/0,7	1,0/10	0,5/0,4	0,5/0,5
Всасывание до начала ВМТ	гр.	75	91*	12*	20
конец после НМТ	„	35	46*	50*	40
Общий угол всасывания	„	290	317*	242*	240
Выхлоп—начало до НМТ	„	50	50*	50*	40
Выхлоп—конец после ВМТ	„	60	61*	28*	20
Величина общего угла выхлопа	„	290	291*	258*	240
Угол перекрытия клапанов	гр.	135	152*	40*	40
Угол начала открытия пускового клапана	„	4	5		5
Порядок работы цилиндров на ПХ		1-2- 4-6- 8-7- 5-3	1-3-5- 2-8-6- 4-7	1-4-2- 6-3-5	1-2- 3-6- 5-4 пр. вр.
Порядок нумерации цилиндров		пр. дв.	от ма- ховика	от ма- ховика	от ма- ховика

*) Средние значения, определенные путем замера.

необходимые при регулировке

ЗД12А	DMG-6	6ДР 30/50	4ДР 30/50	ЗД6	Ганц- Ендра- шик 216/310	8NVD 36	8LD 315RF
	21÷21,5	1,7÷3,0	1,7÷3,0		3,5÷4,9		4,0±0,5
14÷15		12,9	12,9	14÷15	14,0	14,4	12,5
24÷26	8÷12	25	25	24÷26	16÷22		20
2,34±1				2,34±1			
20±3				20±3	10÷11	20	75
48±3				48±3	35	40	22
248				248	225	240	277
48±3				48±3	55	40	45
20±3				20±3	7÷10	20	75
248				248	245	240	300
40				40	20	40	150
6±3		5,0	5,0	6±3		5	5
		1-5-3- 4-2-6 пр. вр.	1-3- 2-4 пр. вр.	1-5- -3-6- 2-4	1-6-2-4- -8-3-7-5 пр. дв.		1-6-2- 5-8-3- 7-4 пр. вр.
		с носа в корму		от вер- тик. пере- дачи к ма- ховику	с носа в корму		от ма- ховика в нос судна

Некоторые данные вспомогательных двигателей.

Характеристика	Марка	4Ч	2Ч	1Ч
	двигателя	10,5/13	10,5/13	10,5/13
	Размер- ность			
Высота камеры сжатия	мм			
Степень сжатия	—	17÷18	17÷18	17÷18
Углы опережения впрыска топлива на ПХ	градус	18÷24	18÷24	18÷24
Зазор в приводе клапанов	мм	0,2÷0,5	0,2÷0,5	0,2÷0,5
Начало всасывания до ВМТ	градус	10	10	10
Конец всасывания после НМТ	градус	29	29	29
Общий угол всасывания	„	219	219	219
Начало выхлопа до НМТ	„	32	32	32
Конец выхлопа после ВМТ	„	7	7	7
Общий угол выхлопа	„	219	219	219
Угол перекрытия кла- панов	„	17	17	17
Открытие/закрытие пу- скового клапана до ВМТ/после ВМТ	„	Стартерный пуск		
Порядок работы цилин- дров	—			
Порядок нумерации	„			

*1) Средние значения, определенные путем замера.

необходимые при регулировке

Шкода		Ансальдо Q 150	5NVD 36	NVD-24	Ганц-Ендрашик	
3S-160	2S-110				130	160
3,5*	1,0÷1,3 16		6÷8 14,4	3,0	3,4÷4,2 13,5	
19÷26	25			18	16	
0,3÷0,45*			0,5/0,5	0,3÷0,4	0,3	
10	14		20	20	10	
48	44		40	40	35	
238	238		240	240	225	
51	44		40	40	50	
6÷9	12		20	20	5	
238	236		240	240	235	
17	26		40	40	15	
			5/135			
1—3—2			1—3—5— 4—2		1—2	1—2— 4—3

от маховика (генератора)

ОБРАБОТКА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ ДВС

Для предотвращения накипеобразования и коррозионных разъеданий в замкнутых системах охлаждения ДВС в настоящее время на флоте применяется ряд препаратов (эмульсолы, нитритно-хроматные присадки, антидепон, присадка ВНИИНП-117, присадка ИНК-8). В Эстонском пароходстве на ряде вспомогательных двигателей испытывается магнитный метод обработки охлаждающей воды. В 1962 году на т/х т/х «Кихну» и «Найссаар» на двигателях 4 ДР 30/50 испытана присадка ИНК-8. Результаты получены положительные — отсутствует накипеобразование, значительно снизились коррозионные разъедания цилиндрических блоков и втулок. Присадка эта изготавливается еще лишь в небольших количествах, поэтому в 1963 году она будет внедряться в пароходстве только на двигателях ДР 30/50. Ниже приведена инструкция по применению присадки «ИНК-8», составленная работниками лаборатории коррозии ЦНИИМФ.

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ АНТИКОРРОЗИЙНОГО ПРЕПАРАТА ИНК-8 В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

1. Назначение препарата.

Препарат ИНК-8 предназначен для предотвращения коррозии поверхностей цилиндрических втулок, блоков, холодильников и трубопроводов, а также накипеобразования в системе охлаждения ДВС.

2. Механизм действия препарата ИНК-8 сводится к созданию на поверхности металла прочной, плотной пленки, которая предохраняет металл от коррозии и кавитационных разрушений. Препарат ИНК-8 относится к замедлителям коррозии смешанного действия, тормозящим как анодный, так и катодный процессы.

3. Состав препарата ИНК-8.

Препарат ИНК-8 состоит из двух компонентов: 80⁰/₀ силиката натрия и 20⁰/₀ органического полимера под названием ингибитора ПБ 8/2, состоящего из 8 частей этаноламина и 2 частей анелина.

Примечание. Силикат натрия и ПБ 8/2 хранятся отдельно. Силикат натрия (Na_2SiO_3) вводится в виде 20%-го водного раствора (продажное жидкое стекло).

4. Требования к составу воды.

Вода, применяемая для охлаждения двигателя, должна удовлетворять следующим требованиям:

- а) жесткость — не выше 5 мг — экв./л (15°H);
- б) содержание хлоридов не выше 500 мг/л (хлор иона).

5. Дозировка.

Начальное количество каждого компонента, вводимого в пресную воду, берут из расчета:

ПБ 8/2 — 1 кг на 1 тонну воды.

Жидкого стекла (20% — Na_2SiO_3) 20 кг на 1 т. воды. Это соответствует 0,5%-ной концентрации препарата «ИНК-8» в воде.

Найденное из этого расчета количество компонентов присадки вводится отдельно в расходный бачок.

6. Порядок заполнения системы водой и препаратом:

а) заполняют на 50% всего объема системы охлаждающей водой без присадки;

б) перекрывают кран, сообщающий цистерну (бачок) с системой охлаждения, заполняют цистерну (бачок) водой и вводят в нее любой компонент—либо ПБ 8/2, либо жидкое стекло, перемешивают и опускают в систему, затем снова перекрывают кран, заполняют цистерну (бачок) водой, вводят второй компонент, перемешивают и сливают также в систему, заполняют полностью систему водой;

в) после введения препарата в систему, прокачать охлаждающую воду в системе в течение одного часа. При пополнении системы пресной водой необходимо корректировать ее состав путем ввода недостающего количества ингибитора ПБ 8/2 и жидкого стекла по количеству добавленной в систему воды.

7. Контроль за количественным изменением состава препарата в охлаждающей воде производится в химлаборатории по содержанию в воде силиката натрия. В судовых условиях — визуально: охлаждающая вода должна быть желто-оранжевого цвета, или измерением «рН». «рН» должно быть не ниже $10,5 \div 11$. В судовых условиях «рН» определяется при помощи индикаторной бумаги.

8. Отбор пробы.

Через спускной кран предварительно сливают 1—2 литра воды, затем отбирают для анализа 0,5—0,6 литра воды. Первая проба отбирается через 10 часов после начала работы двигателя, последующие — через каждые 100 часов.

Отобранную пробу воды доставляют в химическую лабораторию для анализа.

На посуду с отобранной пробой наклеивают этикетку со следующими сведениями:

- а) название объекта;
- б) количество часов работы двигателя с момента ввода препарата;
- в) дата отбора пробы;
- г) кто отобрал пробу.

9. Определение концентрации препарата в охлаждающей воде.

В мензурку емкостью 150 мл с помощью пипетки с резиновым баллончиком емкостью 5 мл отбирают предварительно отфильтрованную воду, разбавляют до 100 мл. дистиллятом, вводят 2—3 капли индикатора метилоранжа. Титруют 0,1 раствором кислоты, при постоянном перемешивании палочкой до перехода окраски с желтой в красную. Концентрация препарата в воде определяется по следующей формуле:

$$C = \frac{0,5 \cdot a}{b} \%$$

где: 0,5 — исходная концентрация препарата в ‰;

а — количество 0,1 раствора кислоты, пошедшее на нейтрализацию пробы испытуемой воды в мл;

б — количество 0,1 раствора кислоты, пошедшее на нейтрализацию 0,5 мл эталонной 0,5%-ной воды в мл;

С — искомая концентрация препарата в ‰.

10. Дозировка препарата ИНК-8 в охлаждающую воду в период работы двигателя.

В период эксплуатации двигателей по разным причинам происходит убыль воды, которую восполняют добавлением свежей, при этом, естественно, изменяется концентрация препарата ИНК-8.

Изменение концентрации препарата может происходить также за счет образования из компонентов, входящих в состав препарата, пленки на охлаждающих поверхностях.

Снижение рабочей концентрации препарата ИНК-8 в период эксплуатации допускается до 0,25%. Это соответствует наличию в воде 10 кг жидкого стекла и 0,5 кг ингибитора ПБ 8/2.

При снижении концентрации препарата ниже 0,25% необходимо добавить препарат до указанного предела.

Расчет количества добавляемого препарата производится по формуле:

$$Q_d = \frac{0,25 - q_n}{100} G \quad \text{кг} \quad (2)$$

где:

Q_d — количество добавляемого препарата, в кг;

0,25 — допускаемая концентрация препарата ИНК-8, в %;

q_n — концентрация препарата, найденная в результате анализа, в %;

G — количество воды в системе, в кг.

Пример. В результате анализа было найдено, что концентрация препарата в воде $q_n = 0,18\%$.

Количество воды в системе 15000 кг.

Подставляя полученное значение в формулу (2), найдем количество препарата, которое необходимо дополнительно ввести в воду.

$$Q_d = \frac{0,25 - 0,18}{100} \cdot 15000 = 10,5 \text{ кг.}$$

Из них на долю ПБ 8/2 приходится 20%, а на силикат натрия — 80%. Следовательно, ПБ 8/2 надо добавить:

$$\frac{10,5 \cdot 20}{100} = 2,1 \text{ кг.}$$

Силиката натрия $10,5 - 2,1 = 8,4$ кг, или в пересчете на жидкое стекло — 42 кг, исходя из того, что в жидком стекле содержится 20% силиката натрия. Следует помнить, что дополнительное количество препарата вводится в охлаждающую воду также раздельно.

11. Промывка системы охлаждения.

Замкнутые системы охлаждения должны периодически промываться для предупреждения накопления отложений.

При применении препарата ИНК-8 промывка системы охлаждения производится во время проведения ППР и ППО.

Промывка системы проводится в следующем порядке:

- 1) Сливают охлаждающую воду из системы охлаждения.
- 2) Заливают систему охлаждения чистой водой и промывают ее путем прокачивания в течение одного часа, затем вновь сливают воду из системы.
- 3) Заполняют снова систему водой и вводят компоненты препарата ИНК-8 в количествах и порядке, указанных в п.п. 4, 5.

В силу наличия эрозийных разъеданий цилиндрических блоков и втулок двигателя ДР 30/50 ЦНИИМФ рекомендовал для этого типа двигателя увеличить по сравнению с данными настоящей инструкции количество вводимого жидкого стекла в 1,5-2,0 раза, т. е. вводить его 30-40 кг на тонну воды.

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ДИЗЕЛЬНОГО МАСЛА М12-В НА СУДАХ ЭСТОНСКОГО ГОСМОРПАРОХОДСТВА

После проведения ряда сравнительных испытаний различных масел в 1962 году началось широкое внедрение в пароходстве масла М12-В. Это масло в 1962 году поставлялось по техническим условиям нефтяной промышленности № 80—60. Масло М12-В производится из сернистых нефтей. По вязкости оно соответствует известным дизельным маслам Д-11, ДП-11, ДСП-11. При 100°С она равна $12 \pm 0,5$ сантистокс.

В масло введено 8% комплексной присадки ВНИИ НП-360.

Опыт использования на судах пароходства масла М-12В показал его высокие противонагарные свойства и, как следствие этого, противоишносные свойства.

Так, например, при переходе с масла МС-20 на масло М12-В на двигателях «Ганц-Ендрашик» износ первых компрессионных колец уменьшился примерно в два раза, износы других деталей также уменьшаются, но в несколько меньшей степени. Период между моточистками увеличился на 50%.

Таким образом с переходом на работу на этом масле имеется реальная возможность сокращения объема профилактических вскрытий и ремонтов и продления эксплуатационного периода судов.

Среди механиков пароходства, использовавших масло М12-В в 1961-62 гг., оно завоевало уже неоспоримую популярность.

Но это масло обладает и рядом особенностей, которые необходимо знать и учитывать при эксплуатации:

1. С 1963 года масло М12-В выпускается по МРТУ 12Н № 3-62. По этим техническим условиям предусмотрен ввод противопенной присадки ПМС-200А на нефтеперерабатывающем заводе.

2. Из всех применявшихся в пароходстве масел для смазки двигателей внутреннего сгорания масло М12-В обладает самыми низкими деэмульсионными свойствами. При попадании воды в масло образуется стойкая эмульсия, которая может нарушить процесс смазки деталей и привести к аварии. Вследствие этого требуется особое внимание к плотности маслоохладителей, зарубашечного пространства и системы охлаждения двигателей.

Кроме того, при наличии воды возможно образование некоторых вредных соединений. Сепарацию масла необходимо производить без ввода воды в сепаратор.

3. Рост кислотного числа масла «М12В» по сравнению с другими маслами идет медленно, в то время как на экспериментальном масле Д-11 с присадкой ВНИИНП-360 оно росло очень интенсивно. Как видно, в данном случае лучше подобрано базовое масло, в котором по мере «старения» одновременно с кислотами образуются и антиокислители.

Масла с присадками обладают высокими диспергирующими свойствами, т. е. способностью удерживать во взвешенном состоянии продукты разложения (чем и объясняются моющие противонагарные свойства этих масел). Последние же обычно являются катализаторами окисления. Особенно интенсивно рост кислотности идет при попадании в масло металлических частиц (железо, свинец, медь). Они являются активными катализаторами окисления. В пароходстве при работе с присадкой ЦИАТИМ-339 наблюдались случаи — на т/х «Прангли» после задира поршня и на т/х «Сааремаа» после разрушения рамсвого подшипника — роста кислотного числа в течение 400. 200 часов соответственно до 2,8 и 1,8 мгКОН на грамм масла. На т/х «Прангли» в результате недостаточной внимательности со стороны машинной команды это привело к появлению коррозионных разъеданий головных втулок. При указанных случаях т/х «Прангли» использовал масло ДСП-11, т/х «Саа-

ремаа» масло МС-20 с присадкой. Оба масла были с присадкой ЦИАТИМ-339. Следовательно, при попадании в масла с присадками металлических частиц масло должно быть заменено и система смазки по возможности очищена от продуктов разложения масла. На т/х «Сааремаа» даже после производимых смен масла через 300–400 часов кислотность масла интенсивно росла до тех пор, пока не были произведены переборка двигателя и замена дефектного рамового подшипника. Причем в результате смешения масла кислотность масла росла и на другом двигателе, но в несколько меньшей степени. В местах излома рамового вкладыша двигателя т/х «Сааремаа» свинец, входящий в состав материала вкладыша, был почти полностью вымыт, излом имел характерный красный цвет меди, в то время как свежий излом имеет серый характерный цвет свинца.

Для предупреждения коррозионных разъеданий масло М12-В должно меняться после 800–1000 часов работы. Кислотное число при этом не должно превышать 1,5 мгКОН на грамм масла, наличие воды недопустимо. Увеличение срока работы масла должно производиться с разрешения теплотехнической лаборатории. (Указанная норма относится к двигателям «Ганц-Ендрашик», «Герлицер», «Ланг», «ДР 30/50», «Букау-Вольф»).

Для накопления данных о качестве масла перед каждой сменой в лабораторию пароходства должна представляться проба.

На масле М12-В в пароходстве в июле 1963 г. эксплуатировались все двигатели «Ганц-Ендрашик 216/310», двигатели «Ланг» и «Букау-Вольф», двигатели ДР 30/50 и «Герлицер». Двигатели 5Д-50.

Перевод других двигателей будет осуществляться после предварительного опробования на отдельных судах по выбору ССХ.

При пополнении запасов масла М12-В необходимо учитывать, что это масло пароходство будет в основном иметь в Таллине и Вентспилсе.

ИНСТРУКЦИЯ

по применению присадки аммиака к дизельному топливу на судах Эстонского Госморпароходства

I. Назначение присадки и механизм ее действия

Присадка предназначена для предохранения прецизионных элементов топливной аппаратуры двигателей от коррозионных повреждений.

Антикоррозийная присадка представляет собой 20%-ный водный раствор аммиака. Введение его в концентрации 0,001% по весу уже практически достаточно для эффективного замедления коррозии прецизионных деталей. Механизм действия присадки состоит в том, что введенный в топливо ингибитор нейтрализует агрессивные соединения, содержащиеся в сернистом и обводненном топливе и образует на поверхности прецизионных пар защитные пленки, предохраняющие детали от коррозии и усиленного износа.

Применение аммиака в такой концентрации не влияет на рабочий процесс двигателя и, являясь щелочью, может способствовать уменьшению коррозионного износа деталей цилиндро-поршневой группы при эксплуатации на сернистом топливе.

Присадка аммиака, кроме того, защищает от коррозии цистерны, трубопроводы и др. стальные детали топливной системы, что предохраняет топливо от загрязнения механическими примесями, а, следовательно, дополнительно способствует снижению износа и коррозионных повреждений прецизионных пар топливной аппаратуры дизелей.

II. Применение присадки

Применение присадки обязательно при обнаружении в топливе ГОСТ 4749-49 воды или применении сернистого дизельного топлива ГОСТ 305-58. Введение в топливо присадки не требует специальных устройств.

Присадка вводится в топливные цистерны после бункеровки в количестве 50 гр. 20%-го раствора аммиака на 1 тн. топ-

лива. Удельный вес 20%-го раствора аммиака = 0,923 г/см³. Введенная в топливо присадка будет оседать вниз, растворяясь в воде, находящейся в топливе, вследствие меньшего удельного веса дизтоплива (0,84 г/см³). Равномерное перемешивание присадки может быть достигнуто циркуляцией топлива.

Количество присадки, подлежащей введению в топливо, подсчитывается по следующей формуле:

$$g = \frac{Q}{a} - \text{кг}$$

где: Q — вес топлива в тоннах;

a — содержание аммиака в растворе в процентах (см. таблицу).

Примеры расчета:

а) пусть концентрация раствора аммиака равна $a=20\%$, емкость топливной цистерны $Q=30,9$ тн., тогда количество вводимой присадки будет: $g=30,9 : 20=1,55$ кг. раствора;

б) концентрация раствора $a=18\%$, количество заправляемого топлива $Q=18,2$ тн., тогда:

$$g=18,2 : 18=1,01 \text{ кг раствора};$$

в) $a=22\%$, $Q=17,5$ тн., тогда:

$$g=17,5 : 22=0,8 \text{ кг раствора};$$

г) $a=20\%$, $Q=12,86$ тн., тогда:

$$g=12,86 : 20=0,64 \text{ кг раствора}.$$

При наличии на судне сепаратора и содержания в дизельном топливе значительного количества морской воды (более 1%) раствор аммиака целесообразно вводить в цистерну очищенного топлива. При этом расход присадки уменьшается на 50%, т. е. на каждую тонну топлива добавляется по 20-25 гр. раствора.

При отсутствии на судне топливного сепаратора и значительном обводнении топлива до введения присадки аммиака необходимо дать топливу отстояться (насколько это возможно по условиям эксплуатации). Удалить отстойные осадки, а затем ввести присадку в большей концентрации. В таких случаях на каждый процент морской воды, находящейся в топливе, добавляется 0,001% аммиака к весу топлива. Например, если в топливе содержится (ориентировочно) 2% воды, то на

каждую тонну топлива вводится не по 40—50 гр. раствора, а по 80—100 гр.

Во избежание аммиачной коррозии при применении присадки латунные фильтрующие сетки, имеющиеся в некоторых конструкциях топливных фильтров, необходимо заменить элементами из других материалов (сталь, фетр, алюминий и т. д.).

III. Приготовление и хранение присадки

Раствор аммиака готовится в теплотехнической лаборатории парохозяйства. Он готовится путем ввода в дистиллированную воду газообразного аммиака. Аммиак вводится с помощью трубки из стандартного баллона.

Концентрация водного раствора аммиака может быть проверена ареометром, согласно данным следующей таблицы:

Плотность водного раствора аммиака г/см ³ при 20° С	Содержание аммиака в 100 гр. раствора или концентрация (а) в %
0,936	16
0,930	18
0,923	20
0,916	22
0,910	24

Готовая присадка хранится на судне в стеклянной бутылке или в стальной или алюминиевой канистре. Во избежание улетучивания аммиака, раствор заливается дизельным топливом слоем в 50 мм. Присадку следует хранить в защищенном от теплового воздействия месте, с температурой помещения не выше 30° С. Бутылка с раствором должна иметь прочный стеллаж, предохраняющий ее от опрокидывания. Необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с аммиачным раствором — не вдыхать пары раствора и защищать глаза от попадания в них присадки.

IV. Наблюдение за эффективностью действия присадки

В ЭГМП уже проводилось внедрение ряда новшеств, при этом многие механики показали свою зрелость при их внедрении и выявление эффективности. Необходимо и в этом случае

привести наблюдения и результаты их отразить в годовых отчетах об эксплуатации судовых силовых установок. При этом следует обратить внимание на случаи заедания прецизионных пар (их причины, количество, наличие потемнения поверхностей, уменьшились или нет эти случаи с применением присадки). Необходимо также отражать, на каком топливе работали двигатели, имелись ли случаи обводнения топлива, что замечено в изменении коррозии топливных трубопроводов, танков, цистерн. Какие замечены изменения в нагарообразовании на головках поршней, крышках, выхлопном тракте.

Примечание. Настоящая инструкция разработана на основании лабораторных и стендовых испытаний, выполненных преподавателем Таллинского политехнического института тов. СОСКИНД Г. Л., и двухгодичного опыта использования присадки на судах рыбопромыслового флота Эстонской ССР.

Инструкция составлена:

Преподавателем Таллинского политехнического института тов. СОСКИНД Г. Л.

и

Начальником теплотехнических партий Эстонского пароходства тов. ПОПОВЫМ С. К.

Инструкция согласована с инженером по технике безопасности ЭГМП тов. ХЮПЛЕ И. И.

ВОДООБРАБОТКА И ВОДОКОНТРОЛЬ

Введение

Одним из важных условий экономичной, длительной и безаварийной эксплуатации судовых паровых котлов является поддержание правильных водных режимов, обеспечивающих безнакипную работу паровых котлов, отсутствие в них коррозии, вспенивания котловой воды и уноса влаги и солей с паром.

Все эти вопросы разрешаются водообработкой, которая на морских судах имеет свои особенности, зависящие от типа и состояния судовой паросиловой установки, рабочих параметров пара и от качества заборной и пресной воды.

Водообработку подразделяют на докотловую, внутрикотловую и комбинированную. Докотловая водообработка заключается в освобождении воды от всех вредных примесей до поступления ее в паровой котел.

При внутрикотловой водообработке имеющиеся в воде вредные примеси либо выделяются, либо превращаются в такую форму, которая не опасна для работы котла.

Комбинированная (коррекционная) водообработка сочетает в себе оба принципа. Она заключается в том, что вода до поступления в паровой котел подвергается очистке от вредных примесей, а затем ее химический состав дополнительно корректируется путем введения в паровой котел незначительных количеств различных присадок.

На морском флоте докотловая водообработка может осуществляться в порту или на самом судне.

Докотловая водообработка в порту может заключаться в освобождении воды от механических примесей, в умягчении воды и обессоливании ее. Докотловая водообработка на судне может состоять в освобождении воды от механических примесей, масла, растворенных газов, в умягчении и обессоливании.

Внутрикотловая водообработка заключается в ведении реагентов через питательную систему в паровой котел и в устройстве внутрикотловых приспособлений, улучшающих водный режим паровых котлов.

Водный режим котла обеспечивается поддержанием определенных норм качества воды и пара, соблюдением режимов

продувок, сроков осмотров, очистки и промывки паровых котлов, соблюдением правил эксплуатации водоподготовительных устройств, своевременным и правильным дозированием реагентов.

Для проверки качества воды и пара, правильности дозировки реагентов, режимов продувок, работы водоподготовительных установок на морских судах осуществляется систематический водоконтроль.

Таблица № 1

Наименование вод, применяемых в судовых парокотельных установках.

Наименование воды	Определение и назначение
Котловая	Вода, находящаяся в паровом котле.
Конденсат	Вода, полученная в результате конденсации отработанного пара.
Дистиллят	Вода, полученная в результате конденсации вторичного пара судовых испарителей.
Пресная котельная	Береговая или забортная вода (речная, озерная) несоленая на вкус.
Умягченная	Вода, подвергнутая термической или химической обработке на специальных водоумягчающих установках.
Добавочная	Вода, предназначенная для пополнения потерь конденсата и котловой воды, может быть дистиллятом, умягченной или пресной водой.
Питательная	Вода, поступающая в паровой котел; состоит из конденсата и добавочной воды.

Показатели качества воды

Показателями качества воды для морских судовых котельных установок являются:

1. Содержание хлоридов. Хлоридами называются содержащиеся в воде хлористые соли (хлористый натрий, хлористый

магний и др.). Концентрацию хлоридов выражают в миллиграммах хлор-иона, содержащихся в одном литре воды.

2. Жесткость воды. Жесткостью воды называется содержание в ней растворенных солей кальция и магния, выраженное в миллиграмм-эквивалентах на литр воды.

Жесткость воды с низким значением (конденсат, дистиллят, умягченная вода) выражают в микрограмм-эквивалентах (тысячных долях миллиграмм-эквивалента).

Различают следующие виды жесткости воды:

Общая жесткость — характеризуется общим содержанием растворенных в воде солей кальция и магния.

Временная жесткость (карбонатная или устранимая жесткость) — характеризуется содержанием в воде бикарбонатов (двууглекислых солей) кальция и магния — $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Постоянная жесткость — характеризуется общим содержанием в воде некарбонатных солей кальция и магния (CaSO_4 ; CaCl_2 ; MgSO_4 ; MgCl_2).

Постоянная жесткость плюс временная жесткость равна общей жесткости воды.

3. Щелочность воды:

а) щелочность природной воды (пресной или морской) — характеризуется содержанием в ней двууглекислых солей натрия (NaHCO_3), магния $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Щелочность пресной воды выражается в миллиграмм-эквивалентах на литр воды.

В связи с тем, что во многих природных водах содержится сравнительно небольшое количество двууглекислого натрия, практически можно принять, что щелочность природной воды численно равна ее временной жесткости;

б) щелочность (щелочное число) котловой воды — характеризуется содержанием в ней следующих соединений: гидроксида натрия NaOH , карбоната натрия Na_2CO_3 , фосфата натрия Na_3PO_4 ; эти вещества входят в состав антидепона.

Щелочность котловой воды выражают в условных единицах, называемых щелочным числом. Щелочное число (Ащ) котловой воды численно соответствует такому содержанию в ней щелочей, которое эквивалентно содержанию в котловой воде едкого натрия в миллиграммах на литр (мг/л NaOH).

Щелочность котловой воды можно выражать также в миллиграмм-эквивалентах на литр воды. Щелочностью котловой воды, выраженной в миллиграмм-эквивалентах, удобно пользоваться при расчете дозировки противонакипинов.

4. **Фосфатное число.** Фосфатным числом называется содержание в котловой воде растворимых солей фосфатной кислоты, фосфатов). Фосфатное число (Φ_2) выражают в миллиграммах фосфатных ионов (PO_4) в литре воды.

5. **Плотность воды.** Удельный вес воды при 20°C , отнесенный к весу дистиллированной воды при 4°C .

6. **Масло** — содержание масла в воде. Содержание масла выражают в миллиграммах на литр (мг/л).

7. **Взвешенные вещества.** — Содержание в воде нерастворимых веществ. Содержание взвешенных веществ обычно выражают в миллиграммах взвеси, содержащихся в литре воды.

Требования, предъявляемые к воде судовых паросиловых установок.

Технические условия на качество конденсата и дистиллята котловой и пресной воды определяют те величины значений хлоридов, жесткости и щелочного числа, поддержание которых в заданных пределах способствует нормальной эксплуатации морских судовых паровых котлов и соблюдению таких водных режимов, которые обеспечивают безаварийную работу котлов и отсутствие в них накипеобразования, коррозии и вспенивания.

Технические условия на воду для котлов, работающих при давлении до 16 кг/см^2

Таблица 2

Наименование показателя	Размерность и форма выражения	в огне- в водо- трубных трубных котлах котлах	
Конденсат и дистиллят			
Хлориды (не более)	мг/л хлор-иона	60	15
Пресная вода			
Общая жесткость (не более)	мг-экв. градусы	8,6 24	0,7 2
Хлориды (не более)	мг/л хлор-иона	80	40

Наименование показателя	Размерность и форма выражения	в огне-	в водо-
		трубных котлах	трубных котлах
Котельная вода			
Хлориды (не более)	мг/л хлор-иона	8000	2000
Щелочное число	мг/л NaOH	150—200	150—200
Плотность (не более)	Удельный вес при 20° С	1,0075	1,001

Питательная вода

Качество питательной воды зависит от качества конденсата и добавочной воды.

а) Качество конденсата зависит от чистоты пара, то-есть от степени уноса капелек котловой воды с паром и от протечек забортной воды в конденсаторе. (Увеличению влажности пара способствуют повышенная щелочность и наличие масла совместно с мелковзвешенным шламом).

б) Качество добавочной воды зависит от источника ее происхождения, способа ее обработки, от протечек забортной воды в трубопроводы и запасные цистерны.

Качество природной воды, идущей для питания паровых котлов, оценивается по величине жесткости этой воды. По признаку общей жесткости природные воды можно условно разбить на следующие 5 групп.

Таблица 3.

Группа	Название группы воды	Общая жесткость	
		мг экв/л	градусы
1.	Очень мягкая	до 0,7	до 2
2.	Мягкая	0,7—2	2—6
3.	Средне-жесткая	2—4	6—12
4.	Жесткая	4—8,6	12—24
5.	Очень жесткая	свыше 8,6	свыше 24

Попадание забортной воды даже в незначительном количестве в конденсатор или в добавочную воду особенно резко сказывается на ухудшении качества питательной воды.

Влияние забортной воды на увеличение содержания хлоридов в конденсате или добавочной воде можно установить из таблицы 4.

Таблица 4.

Протечки забортной воды в процентах	0,03	0,05	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0
Хлориды в забортной воде в мг/л	Приращение хлоридов в мг/л						
1000	0,3	0,5	1	2	3	5	10
2000	0,6	1	2	4	6	10	20
3000	0,9	1,5	3	6	9	15	30
5000	1,5	2,5	5	10	15	25	50
10000	3	5	10	20	30	50	100
15000	4,5	7,5	15	30	45	75	150
20000	6	10	20	40	60	100	200

Питательная вода должна содержать возможно меньшее количество накипеобразователей, растворенных и нерастворенных веществ, так как все, что попадает в паровой котел с питательной водой, в том или ином виде остается в котле, ухудшает качество котловой воды и может нарушать работу котла, ухудшать водокотловые режимы.

Необходимо строго следить и добиваться, чтобы конденсат и добавочная вода были возможно лучшего качества, чтобы они соответствовали техническим условиям.

Приемка на судно запасной воды для питания паровых котлов

Вода, принимаемая на судно в запасные котельные танки, должна отвечать установленным техническим условиям (нормам).

Перед началом приемки воды механик должен получить от порта данные химического анализа воды: при отсутствии их, либо при неуверенности в правильности полученных сведений в порту, механик обязан сделать анализ воды с помощью судовой лаборатории.

Механик должен учитывать, что выражение жесткости воды в миллиграмм-эквивалентах принято не во всех странах.

При необходимости в зарубежных портах переходить от выражения жесткости воды в градусах в миллиграмм-эквиваленты, надлежит пользоваться прилагаемой таблицей.

Таблица 5.

Единица измерения	Милли- грамм экви- валент	Градус жесткости			
		не- мец- кий	фран- цуз- ский	ан- глий- ский	амер- икан- ский
Один миллиграмм эквивалент в 1 л воды.	1	2,8	5	3,5	50
Один немецкий градус в 1 л. воды	0,36	1	1,78	1,25	17,85
Один французский градус в 1 л. воды	0,2	0,56	1	0,70	10
Один английский градус в 1 л. воды	0,28	0,80	1,42	1	14,2
Один американский градус в 1 л. воды	0,02	0,056	0,1	0,07	1

Пример: Жесткость воды равна двум немецким градусам. Жесткость этой же воды будет $2 \times 0,36 = 0,72$ мг-экв. $2 \times 1,25 = 2,5$ английских градусов и т. д.

Перед приемкой воды надлежит:

а) проверять воду, которая имеется в котельных танках, на содержание в ней хлоридов и на жесткость, замерив при этом объем воды, оставшейся в каждом танке;

б) свободные танки, в которые намечается приемка воды, должны быть тщательно очищены от ила и грязи и проверены, не осталась ли в них морская вода, принятая в качестве балласта.

При необходимости перекачать пресную воду из одного танка в другой — трубопровод должен быть предварительно проверен на содержание в нем остатков морской воды.

Пресная вода, принимаемая на судно для питания паровых котлов, должна храниться только в котельных танках.

Данные о качестве и количестве воды, принятой в запас, должны быть вписаны в журнал по водообработке и водоконтролю.

Котельные танки должны очищаться не реже одного раза в год.

Если перед чисткой в котельных танках будет обнаружено отслаивание цемента, то надлежит простучать стенки и дно котельного танка, отбить слабо приставший цемент, зачистить эти места и заново их зацементировать.

Количество отложений и их характер зависят от происхождения воды и ее характеристик.

Абсолютно чистой воды в природе нет, даже дистиллят, полученный из пресной береговой воды, содержит в себе растворенные соли. При эксплуатации паровых котлов далеко не безразлично, какие соли и примеси содержатся в питательной воде и в каких количествах. Так, например, присутствие хлористого натрия в воде, предназначенной для питания огнетрубных котлов, допускается в относительно больших количествах (до нескольких десятых долей грамма на литр), а предельное содержание масла ограничивается тысячными долями грамма на литр.

Содержание масла, кислорода и различных солей в питательной воде обычно принято оценивать в тысячных долях грамма — в миллиграммах на литр воды (мг/л).

Отрицательное влияние на работу котла оказывают соли, образующие плотную накипь, имеющую плохую теплопроводность.

К основным накипеобразователям относятся соли кальция (Ca) и магния (Mg). Растворимость этих солей уменьшается с повышением температуры. Поэтому при попадании в котел воды, содержащей соли Ca и Mg, эти соли выпадают в осадок. Вода, содержащая соли Ca и Mg, получила название жесткой.

Жесткость воды по ГОСТу 6055-51 принято оценивать в миллиграмм-эквивалентах на литр (мг-экв./л). Эта единица измерения в 2,8 раза больше применявшегося ранее немецкого градуса жесткости (°Н), т. е. 1 мг-экв/л равен 2,8°Н.

Таким образом жесткость воды характеризуется содержанием в ней растворенных солей кальция и магния, выраженным в миллиграмм-эквивалентах на литр воды.

Содержание любой соли в воде можно выразить в мг-экв. один миллиграмм-эквивалент будет равен химическому эквиваленту вещества, выраженному в миллиграммах. Например, для CaCO_3 один миллиграмм-эквивалент будет равен:

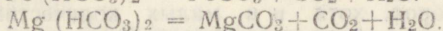
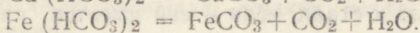
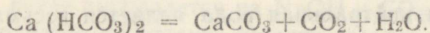
$$\frac{\text{молекулярный вес}}{\text{валентность}} = \frac{\text{Ca} \quad \text{C} \quad 3 \times \text{O}}{2} = 50 \text{ мг}$$

Если в 1 л. воды содержится 100 мг CaCO_3 , то жесткость ее будет равна $100 : 50 = 2$ мг-экв/л.

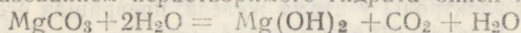
Процесс образования накипи в котле.

Образование накипи в котле идет в основном следующими путями:

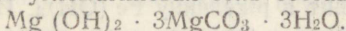
1) Разложение солей временной жесткости при нагревании с образованием нерастворимых углекислых соединений, выпадающих в виде сравнительно рыхлой накипи или в виде шлама. Процесс разложения идет по следующей схеме:



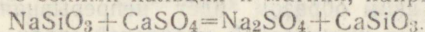
Карбонат магния, взаимодействуя с водой, гидролизует с образованием нерастворимого гидрата окиси магния:



в качестве промежуточного продукта образуется нерастворимая основная углемагниева соль состава



2) Образование нерастворимых силикатов кальция и магния в результате взаимодействия растворимых солей кремниевой кислоты с солями кальция и магния, например:



Силикатная накипь отличается особенной твердостью и весьма трудно удаляется при чистке котла.

3) Выделение веществ в результате увеличения концентрации солей в котле, когда предел растворимости этих веществ бывает перейден и вещества выделяются на нагреваемых поверхностях котла. В этой группе веществ основными являются сернокислый кальций (гипс), растворимость которого понижается с повышением температуры. По своему характеру гипсовую накипь следует отнести к разделу сравнительно плотных и трудно удаляемых при чистке котла накипей.

Все инструкции по водоподготовке требуют постоянного поддержания щелочности котловой воды в пределах от 80—120 мг/л в водотрубных и до 150—200 мг/л — в огнетрубных котлах. Это необходимо не только для устранения накипобразования, но также и для защиты металла котла от коррозии, на анализе которой мы и остановимся.

Если котел работает даже на чистом дистилляте, то через несколько месяцев металл будет сильно корродирован. Эта коррозия имеет довольно сложную электрохимическую природу. В несколько упрощенном виде ее схему можно предста-

вить в следующем виде. При обычной температуре (20—25° С) одна из десяти миллионов молекул воды находится в ионном состоянии, т. е. электрически нейтральная молекула H_2O разделяется на два иона: положительный ион водорода H^+ и отрицательный — гидроксила OH^- . Так как на каждый положительный ион водорода H^+ в воде имеется один отрицательный ион гидроксила OH^- , то общая реакция воды будет нейтральной.

Однако такая нейтральная вода является весьма агрессивной по отношению к стали, если в ней имеется кислород. На практике кислород, хотя и в малых количествах, всегда имеется в питательной и котловой воде. В этом случае процесс коррозии происходит следующим образом. Ионы водорода H^+ забирают электроны у атома железа, превращая его в ион железа Fe^{++} , который активно вступает в реакцию с ионом гидроксила OH^- и в присутствии кислорода O_2 в конечном итоге переходит в ржавчину $Fe(OH)_3$. Ион водорода H^+ , получив электрон с отрицательным зарядом, превращается в атомарный водород H . Этот нейтральный атом активно вступает в соединение с имеющимся в воде кислородом, образуя воду. Таким образом идет непрерывная реакция, сопровождающаяся интенсивной коррозией стали.

Чтобы избежать коррозии, надо уменьшить число положительных ионов. Для этого в воду добавляют щелочь, дающую избыток отрицательных гидроксидов OH^- . Эта щелочь нейтрализует активность положительных ионов водорода и не дает им возможности возбуждать коррозионные реакции.

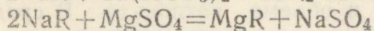
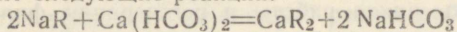
Опыт показал, что электрохимическая коррозия фактически не наблюдается уже при щелочности котловой воды свыше 8—10 мг/л. Обычно щелочность котловой воды поддерживают в 10—20 раз больше, чтобы не допустить отложения накипи в котле.

На-катионирование питательной воды

Сущность На-катионирования заключается в замене накипесобразующих ионов кальция (Ca) и магния (Mg) ионом натрия (Na), образующим легко растворимые соли, не дающие накипи внутри котла.

Для осуществления такого ионного обмена береговая вода пропускается через особые материалы, склонные к такому об-

мену. Если условно обозначить формулу Na-катионита через NaR, то при проходе через катионит жесткой воды происходят следующие реакции:



и т. д.

При этом в катионите остаются ионы Ca и Mg, а в котел поступают растворимые соли Na. Соединение NaHCO₃ при нагревании в котле распадается на NaOH и CO₂, создавая тем самым необходимую щелочную защиту котла, т. е. заменяя собой антинакипин.

Жесткость воды после пропускания через катионит не превышает 0,03—0,04 мг-экв/л.

В качестве катионитов применяют естественный глауконитовый песок или искусственные материалы — сульфоуголь и всфатит.

Характеристики этих катионитов представлены в табл. 6.

Таблица 6.

Наименование величин	Единица измерения	Вид катионита		
		глауко- нит	сульфо- уголь	всфатит II (смо- ла)
Размер зерен	мм	0,2—0,7	0,3—1,2	0,6—1,0
Насыпной удельный вес во влажном со- стоянии	т/м ³	1,4	0,55	0,62
Емкость	г-экв/м ³	100—150	280—360	280—260
Верхний предел тем- пературостойкости	°C	35	70	70
Годовой износ	%	5—10	10—15	2—5

Емкость катионита измеряют в грамм-эквивалентах (г-экв) на 1 м³ насыпного объема, т. е., например, если емкость катионита равна 300 г-экв/м³, это значит, что он может произвести катионный обмен 300 т воды с жесткостью 1 мг-экв/л, так как 1 г-экв т равнозначен 1 мг-экв/л.

Как видно из табл. 6, глауконит истощается в 2 раза быстрее, чем сульфоуголь или всфатит. После истощения катионит подвергают регенерации (возобновлению его обменной способности). При регенерации через слой катионита пропускают 5—10-процентный раствор поваренной соли. В результате этого ионы Ca и Mg вновь заменяются ионами Na. Промывоч-

ная вода удаляется за борт. После регенерации фильтр промывают пресной водой, и он опять готов к работе.

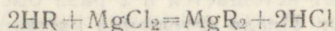
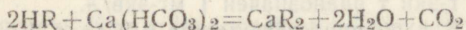
Продолжительность цикла работы и регенерации фильтра зависит от жесткости воды и объема катионита. В среднем фильтр работает от 12 до 24 час., а в течение 1,5—2 час. регенерируется и промывается. Для непрерывной работы надо иметь два фильтра или один фильтр и запасную емкость для умягченной воды.

За последнее время на некоторых стационарных установках стали применять двойное последовательное Na-катионирование. Этот опыт представляет интерес и для судовых котлов. Для последовательного Na-катионирования устанавливаются два катионитовых фильтра, причем умягченная вода из первого фильтра направляется во второй фильтр. Помимо глубокого умягчения воды, такая схема имеет то преимущество, что не требует строгого соблюдения сроков регенерации и промывки фильтров. Действительно, даже если первый катионитовый фильтр будет полностью истощен, то соли жесткости будут задержаны во втором фильтре, который даже в этом случае может давать умягченную воду в течение нескольких часов. При своевременной регенерации первого (основного) фильтра второй фильтр может работать без регенерации в течение многих суток, так как в него поступает вода из первого фильтра с очень малой жесткостью.

При большой жесткости воды в котел будет поступать большее количество щелочи, так как на одну молекулу соли жесткости получаются две молекулы щелочи. Избыток щелочи в котле приводит к вспениванию воды и ухудшению качества пара.

Для уменьшения щелочности умягченной воды применяют совместное H-Na-катионирование.

При H-катионировании происходят обменные реакции вида:



и т. д.

Регенерация H-катионита производится 2-процентным раствором серной кислоты (лучше применять соляную, но она дороже серной).

При давлении пара в котле менее 28 кг/см^2 и общей жесткости воды, не превышающей $1-1,5 \text{ мг-экв/л}$, достаточно осуществлять простое Na-катионирование, обеспечивающее в этих условиях безнакипный режим работы котлов.

Взятие пробы воды для анализа

Место и способ взятия пробы воды для анализа имеют большое значение для правильного суждения о качестве воды, поэтому при взятии пробы необходимо соблюдать установленные требования, так как несоблюдение их может повлечь за собой искажение результатов анализа воды.

При взятии пробы воды для анализа должны выполняться следующие требования:

1. Место взятия пробы должно обеспечивать получение воды, соответствующей действительному ее составу.

2. Отбор пробы воды для анализа должен вестись из точно установленных мест, указанных в водном режиме котельной установки.

3. Если проба берется из трубопровода, то перед взятием ее следует дать стечь воде, застоявшейся в трубопроводе или в отрезке трубопровода; для этого открывают пробный кран и спускают воду в течение $2-3$ минут. Особенно важно обращать внимание на то, чтобы до взятия пробы из трубопровода была удалена скопившаяся грязь.

4. Посуда, в которую берут пробу воды, должна быть чистой и не содержать остатков промывной воды, ее следует $1-2$ раза сполоснуть водой из краника, из которого берется проба.

5. Для защиты от случайного загрязнения, посуда, в которую берется проба воды, должна быть закрыта: бутылка — пробкой, бидон или кружка — крышкой.

6. Котловую воду рекомендуется брать через специальный холодильник. Перед взятием пробы холодильник должен быть продут в течение не менее минуты.

Если пробу из котла берут не через холодильник, то за счет частичного испарения воды концентрация солей во взятой пробе оказывается более высокой, чем действительная концентрация их в котловой воде. Для устранения погрешности из-за частичного испарения котловой воды при взятии пробы, которая тем больше, чем температура (давление) воды в котле выше, должна быть внесена поправка. Величину по-

правки определяют по таблице. Найденная по таблице поправка, размер которой зависит от температуры (давления) пара в котле в момент взятия пробы воды из котла, должна быть учтена при расчете всех произведенных определений умножением полученных результатов на поправочный множитель.

Пример. В момент взятия пробы воды из котла давление было 12 кг/см². Из таблицы находим поправочный множитель, равный 0,81. Таким образом, конечные цифры щелочного числа, хлоридов и общего содержания, которое находят по плотности котловой воды, надо помножить на 0,81.

7. За 10 минут до взятия пробы конденсата на анализ надлежит прекратить поступление в конденсатор добавочной воды (дистиллята или пресной воды).

8. Количество воды, которое надо брать для анализа на судне, должно быть 0,5 л; количество воды, которое надо брать для анализа в лаборатории пароходства, должно быть не менее 1 л. для сокращенного анализа и не менее 2,5 л — для полного анализа.

9. Проба воды, отправляемая на анализ в лабораторию пароходства, должна быть перелита в чистую бутылку (одну или несколько) и плотно закупорена корковой или резиновой пробкой.

Т а б л и ц а 7

поправочных множителей для подсчета результатов анализов котловой воды, пробы которой взяты без холодильника

Давление в котле кг/см ²	Поправочный множитель К	Давление в котле, кг/см ²	Поправочный множитель К
4	0,92	20	0,74
6	0,88	22	0,725
8	0,85	24	0,71
10	0,83	26	0,70
12	0,81	28	0,69
14	0,79	30	0,67
16	0,77	32	0,66
18	0,755	34	0,65

На каждой бутылке должны быть этикетки с указанием: названия судна, даты взятия пробы воды, наименования воды, места взятия пробы, должности и фамилия лица, отобравшего пробу воды.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА ВОДЫ

I. Определение хлоридов

Метод определения содержания хлоридов в воде основан на образовании в нейтральной среде водонерастворимого осадка в результате взаимодействия хлоридов, находящихся в воде, с раствором азотнокислого серебра.

Определение хлоридов в котловой воде. Для определения хлоридов в котловой воде необходимо из отобранной пробы котловой воды налить в мерный стакан точно 10 мл котловой воды, затем ее нейтрализовать. Для этого в мерный стакан, куда налито 10 мл котловой воды, добавляется 40 мл конденсата или дистиллята (для облегчения титрования в большем объеме воды), прибавляют 2—3 капли фенолфталеина, который окрашивает воду в малиновый цвет. Затем добавляют в стакан по каплям 0,1 N серной кислоты до исчезновения малиновой окраски, что указывает на нейтрализацию воды. После этого к воде добавляют 10 капель раствора хромовокислого калия, хорошо размешивают и из бюретки осторожно по каплям приливают в стакан титрованное азотнокислое серебро, все время осторожно помешивая воду стеклянной палочкой. Добавку раствора азотнокислого серебра ведут до тех пор, пока в воде не появится не исчезающая буро-красная окраска.

Содержание хлоридов в воде, выраженное в миллиграммах хлориона в 1 л воды, равно количеству миллилитров израсходованного титрованного раствора азотнокислого серебра. Для определения количества хлоридов в 1 л. результат умножается на 100.

Пример. На 10 мл. котловой воды пошло 9,5 мл. титрованного раствора азотнокислого серебра.

Содержание в воде хлоридов, выраженное в хлорионах, равно $9,5 \times 100 = 950$ мг/л.

Определение хлоридов в конденсате и дистилляте. Для определения хлоридов в конденсате и дистилляте пробу

воды не нужно предварительно нейтрализовать. Принимая во внимание, что содержание хлоридов в этих водах во много раз меньше, чем в котловой воде, для анализа берут пробу объемом не 10 мл, а 100 мл, затем добавляют 10 капель хромовокислого калия и воду титруют раствором азотнокислого серебра до появления не исчезающей буро-красной окраски.

Вычисление результатов проводится так же, как и в предыдущем случае, только результат помножается на 10, а не на 100.

Пример. На 100 мл конденсата пошло 1,2 мл титрованного раствора азотнокислого серебра.

Содержание в воде хлоридов, выраженное в хлорионах, равно $1,2 \times 10 = 12$ мг/л.

2. Определение щелочного числа

Метод определения щелочного числа основан на том, что котловая вода, содержащая щелочи, в присутствии фенолфталеина окрашивается в малиново-красный цвет. При добавлении кислоты вода нейтрализуется. Конец реакции устанавливается в момент добавки последней капли кислоты, когда малиново-красная окраска исчезает и вода принимает свой первоначальный цвет.

Если котловая вода мутная, то пробу предварительно фильтруют. В мерный стакан наливают точно 100 мл отфильтрованной, если это требуется, котловой воды и к ней добавляют из капельницы с этикеткой «фенолфталеин» 2 капли раствора, отчего вода, при наличии щелочности, окрасится в малиново-красный цвет.

Затем осторожно по каплям в воду добавляют титрованный раствор серной кислоты, одновременно помешивая ее стеклянной палочкой. Добавку кислоты прекращают с последней каплей, от которой исчезает малиновая окраска и вода примет свой первоначальный цвет.

Щелочное число котловой воды равняется числу миллилитров кислоты, затраченной на титрование 100 мл котловой воды, помноженному на 40.

Пример. На титрование 100 мл котловой воды пошло 5,3 мл кислоты. Щелочное число котловой воды $5,3 \times 40 = 212$ мг/л.

Для облегчения подсчета можно пользоваться следующей таблицей.

Таблица для подсчета щелочного числа по расходу кислоты на титрование.

Таблица 8

Объем пробы титруемой воды 100 мл

Десятые доли миллилитра

Числа
миллилитров
титрованной
кислоты

	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
2	80	84	88	92	96	100	104	108	112	116
3	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156
4	160	164	168	172	176	180	184	188	192	196
5	200	204	208	212	216	220	224	228	232	236
6	240	244	248	252	256	260	264	268	272	276
7	280	284	288	292	296	300	304	308	312	316
8	320	324	328	332	336	340	344	348	352	356
9	360	364	368	372	376	380	384	388	392	396

3. Определение щелочности (карбонатной жесткости) пресной воды

Метод определения карбонатной жесткости воды основан на том, что бикарбонаты (двууглекислые соли) разлагаются при добавлении в воду серной кислоты, в результате чего соли, образующие щелочность воды, нейтрализуются. Момент нейтрализации узнается по изменению окраски воды, к которой добавлен индикатор метилоранж, от желтой к оранжевой.

В мерный стакан наливают 100 мл испытуемой воды и к ней добавляют из капельницы с этикеткой «метилоранж» 2 капли раствора, отчего вода окрасится в соломенно-желтый цвет.

Затем осторожно по каплям в воду добавляют титрованный раствор серной кислоты, одновременно помешивая ее стеклянной палочкой. Добавку кислоты прекращают с последней каплей, от которой соломенно-желтая окраска воды перейдет в оранжевую.

Карбонатная жесткость пресной воды, выраженная в миллиграмм-эквивалентах, равняется выраженному в миллилитрах объему израсходованной кислоты, пошедшей на титрование 100 мл испытуемой воды.

Пример. Взято 100 мл воды, для определения в ней щелочности. Израсходовано 1,7 мл серной кислоты, жесткость воды будет равна 1,7 мг-экв.

4. Определение общей жесткости воды.

Метод основан на том, что в пробу испытуемой воды вводят индикатор, который в присутствии накипеобразующих веществ окрашивает воду в определенный цвет, затем воду титруют раствором трилона «Б», который соединяется с накипеобразующими веществами. Конец титрования узнается по изменению окраски индикатора.

В мерный стакан отбирают 100 мл испытуемой воды, добавляют 5 мл аммиачного раствора и 7—8 капель химического индикатора хром темно-синий, при этом вода окрашивается в розово-красный цвет, затем из бюретки прибавляют по каплям раствор трилона «Б», все время интенсивно перемешивая воду в стакане стеклянной палочкой, до перехода цвета раствора из розово-красного в сине-сиреневый.

Следует особенно интенсивно перемешивать воду в стакане к концу определения, так как переход окраски наступает не мгновенно, а постепенно, и последние капли раствора трилона «Б» нужно добавлять медленно, с некоторыми промежутками, не прекращая перемешивания воды в стакане.

Жесткость испытуемой воды, выраженной в миллиграмм-эквивалентах, равна числу израсходованных миллилитров раствора трилона «Б».

Пример. Взято на определение жесткости воды 100 мл. Израсходовано 8,7 мл раствора трилона «Б», жесткость воды в мг-экв. будет равна 8,7 мг-экв.

5. Наименование, концентрация и назначение растворов химических реактивов, применяемых для анализа.

Таблица 9

Наименование	Концентрация		Для какого определения применяется
	нормальная или процентная	расчетная	
Серная кислота	0,1 Н	1 мл раствора соответствует 4 единицам щелочного числа.	Щелочного числа
Азотнокислое серебро (ляпис)	0,027 Н	1 мл раствора соответствует 1 мг хлор-иона	Хлоридов
Трилон Б	0,1 Н	1 мл раствора соответствует 0,1 мг-экв.	Общей жесткости
Фенолфта-ленн	10/0-й спиртовый раствор		Щелочного числа
Хромово-кислый калий	10%-й водный раствор		Хлоридов
Метилоранж	0,0050/0-й водный раствор		Масла и щелочности
Камфора	—		Масла
Хром темно-синий	0,50/0-й спиртовый раствор		Общей жесткости
Буферный раствор (аммиачный)			Общей жесткости

6. Общие правила обращения с судовой лабораторией, посудой и реактивами.

Судовой лабораторией и запасной посудой судно обеспечивается через заготснабконтору своего пароходства. Титрованными и другими растворами, а также реактивами судно обеспечивается теплотехнической лабораторией пароходства по месту приписки судна.

Теплотехнические лаборатории отвечают за точность приготовления титрованных и других растворов, применяемых в судовой химической лаборатории.

Со всеми предметами судовой лаборатории надлежит обращаться бережно и осторожно. Запрещается употреблять отдельные предметы и посуду судовой лаборатории не по назначению.

На склянках (бутылках) с реактивами должны быть этикетки с указанием названия реактива, титра или крепости раствора и даты его приготовления.

Посуда перед началом работы должна быть вымыта конденсатом. После проведения анализа посуду тщательно моют. Вымытую посуду вытирают полотенцем только снаружи, изнутри посуду, применяемую для анализа, не вытирают, а для просушки переворачивают дном вверх и дают оставшейся воде стечь по стенкам.

**Объяснение значения некоторых слов, встречающихся
в инструкции**

- Миллилитр** — одна тысячная часть литра; сокращенное обозначение мл (равен 1 см^3).
- Миллиграмм** — одна тысячная часть грамма; сокращенное обозначение мг.
- Микрограмм** — одна тысячная часть миллиграмма; сокращенное обозначение мкг.
- Миллиграмм на литр** — количество миллиграммов вещества, содержащееся в одном литре раствора; сокращенное обозначение мг/л.
- Эквивалент** — количество вещества, которое нацело (без остатка) реагирует с эквивалентом какого-либо другого вещества. За единицу эквивалента принята одна весовая часть водорода или 8 весовых частей кислорода.
- Грамм-эквивалент** — вес вещества в граммах, численно равный эквивалентному весу данного вещества (1 г водорода, 8 г кислорода, 20 г кальция и т. д.).
- Миллиграмм-эквивалент** — вес вещества в миллиграммах, численно равный эквивалентному весу данного вещества (1 мг водорода, 8 мг кислорода, 20 мг кальция и т. д.). 1 грамм-эквивалент содержит 1000 миллиграмм-эквивалентов.
- Микрограмм-эквивалент** — вес вещества в микрограммах, численно равный эквивалентному весу данного вещества (1 мкг водорода, 8 мкг кислорода, 20 мкг кальция и т. д.). 1 миллиграмм-эквивалент содержит 1000 микрограмм-эквивалентов.

Титрованный раствор — точно подготовленный раствор, 1 мл которого содержит строго определенное количество какого-либо вещества.

По расходу титрованного раствора судят о количестве вещества, содержащегося в титруемой воде.

Титрование — прибавление из бюретки по каплям к испытуемой воде титрованного раствора. Расход титрованного раствора выражается в миллилитрах и десятых долях миллилитра.

Индикатор — вещество, при помощи которого определяется момент окончания титрования (по появлению, исчезновению или изменению окраски индикаторов, находящихся в испытуемой воде).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Предисловие	3
2. Принцип действия топливных насосов двигателей з-да им. Карла Либкнехта и некоторые особенности их регулировки	5
3. Особенности регулировки двигателя ДР 30/50	10
4. Памятка по регулировке топливного насоса двигателя «Ганц-Эндрашик 216/310» судов типа «Углегорск»	12
5. Модернизация форсунок двигателя NVD-48 з-да им. Карла Либкнехта	23
6. Особенности регулировки двигателя «МАК»	28
7. О величине камеры сжатия двигателя «МАК»	32
8. Топливный насос фирмы «БОШ» типа «PF»	34
9. Памятка по индицированию	43
10. О замере давления в цилиндрах двигателя «Ганс-Эндрашик»	49
11. Фильтры тонкой очистки масла	49
12. Масляные фильтры и их значение	50
13. Уход за маслофильтрами тонкой очистки двигателей	57
14. Рекомендации по контролю качества масла в системе смазки двигателей	60
15. Таблицы основных технических характеристик главных и вспомогательных двигателей и некоторые данные по главным и вспомогательным двигателям судов ЭГМП, необходимые при регулировке	65
16. Обработка охлаждающей воды д. в. с.	74
17. Инструкция по применению антикоррозийного препарата ИНК-8 в замкнутых системах охлаждения д. в. с.	74
18. Инструкция по применению дизельного масла M12-B на судах Эстонского Госморпароходства	78
19. Инструкция по применению присадки аммиака и дизельному топливу на судах Эстонского Госморпароходства	81
20. Водообработка и водоконтроль	85
21. Методика проведения анализа воды	99

Печатных листов 6,75. Учетно-издательских листов 5,52.
Авторских листов 5,42, из них текста 4,75 авт. л.,
рисунки 0,67 а. л.

Цена 65 коп.

XI

1 A-105

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00549463 0