

Г.С.БАБИЧ

РЕМОНТ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

**M** 50Ф  
400  
401

Г. С. Бабич

РЕМОНТ  
БЫСТРОХОДНЫХ  
ДИЗЕЛЕЙ  
М50Ф, М400, М401



Москва «Транспорт» 1974

Ремонт быстроходных дизелей М50Ф, М400, М401.  
Бабич Г. С. Изд-во «Транспорт», 1974, стр. 1—264.

Рассматриваются конструктивные особенности быстроходных дизелей М50Ф, М400, М401, организация и технология их ремонта в условиях судна, ремонтного предприятия и специализированных мастерских; приводятся данные, необходимые для правильной эксплуатации быстроходных дизелей на речных судах на подводных крыльях.

Предназначается для инженерно-технических работников занимающихся эксплуатацией и ремонтом дизелей М50Ф, М400 и М401.

Рис. 163. табл. 28, библи. 3.

В  $\frac{31807(334) - 1427}{049(01) - 74} 312-73$

$$\underline{1 \text{ мм рт.ст} = 133 \text{ Па} \approx 100 \text{ Па}}$$

$$1 \text{ кг/см}^2 \approx 760 \text{ мм} = 101300 \text{ Па} = 101,3 \text{ кПа}$$

$$\approx 100 \text{ кПа}$$

$$1 \text{ кг/см}^2 = 760 \text{ мм} \approx$$

Георгий Семенович Бабич

## РЕМОНТ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ М50Ф, М400, М401

Редактор З. В. Шленникова

Переплет художника А. С. Завьялова

Техн. редактор Л. Г. Дягилева

Корректоры: В. П. Ефимова, В. Г. Комарова

Сдано в набор 4/V 1973 г. Подписано к печати  
24/VI 1974 г. Бумага 70x108<sup>1/8</sup>, типографская № 3.  
Печатных листов 16,5 (условных листов 23,1).  
Учетно-изд. листов 24,33. Тираж 3000 экз. Т03831.  
Изд. 1-3-1/13 № 4009. Зак. тип. 4019. Цена 1 р. 35 к.

Изд-во «Транспорт», Москва, Басманный туп., 6а  
г. Куйбышев (обл.), пр. Карла Маркса, 201.  
Типография изд-ва «Волжская коммуна».

**КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОВЫХ  
БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ М50Ф, М400, (12СН 18/20),  
М401 (12СН 18/20)**

**§ 1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О СУДОВЫХ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЯХ**

Судовые легкие быстроходные дизели М50Ф, М400 и М401 устанавливаются в качестве главных двигателей на судах на подводных крыльях и на воздушной подушке. Дизель М50Ф является базовым для дизелей М400 и М401.

Дизели М50Ф и М400 (рис. 1 и 2) конструктивно одинаковы, отличаются они регулировкой по мощности и частоте вращения. Дизель М50Ф — двенадцатицилиндровый, V-образный, четырехтактный, с водяным охлаждением, с наддувом от приводного центробежного нагнетателя и с реверсивной муфтой.

У дизеля М401 (рис. 3) по сравнению с базовым имеется ряд конструктивных усовершенствований. Он оборудован газотурбонаддувом, что позволило значительно снизить термическую и механическую напряженность деталей, а это способствовало увеличению срока его службы более чем в 2 раза. Кроме того, газотурбонаддув обеспечивает большую экономичность дизеля.

Дизель М50Ф (рис. 4 и 5) выпускается двух моделей: правой и левой. Направление вращения фланца вала реверсивной муфты на переднем ходу, если смотреть на дизель со стороны нагнетателя

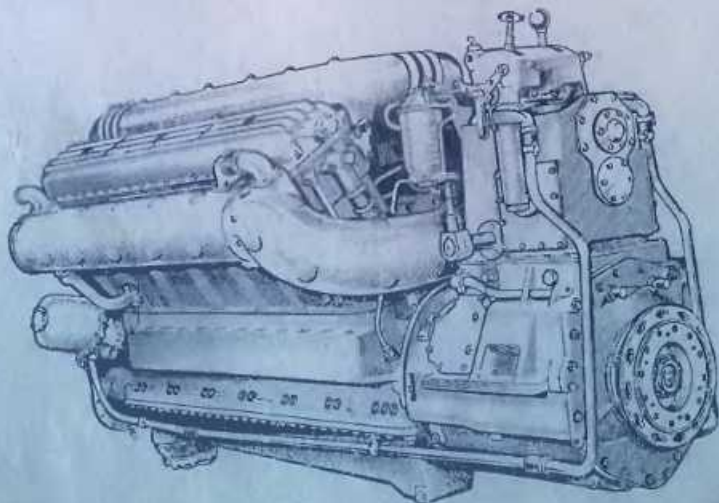


Рис. 1. Судовой дизель М50Ф (12СН 18/20), вид со стороны реверсивной муфты

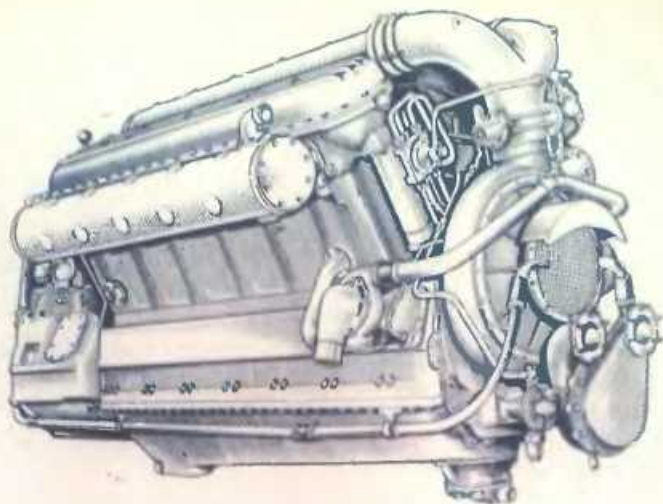


Рис 2. Судовой дизель М400 (12411 18/20). Вид со стороны  
вытесателя

(для дизеля М401 — со стороны турбокомпрессоров): дизеля правой модели — по часовой стрелке, а дизеля левой модели — против часовой стрелки.

Каждый дизель имеет заводскую табличку с указанием года и месяца выпуска, модели — правая или левая. Например, обозначение дизеля 7108—4237 расшифровывается так: первые две цифры — год выпуска, вторые две — месяц выпуска, последние четыре — условный порядковый номер дизеля (у дизеля правой модели он является нечетным, а у дизеля левой модели — четным).

На чертежах и в спецификации детали, являющиеся общими для дизелей правого и левого вращения, обозначаются индексом 1М или 11М, узлы и детали дизеля левого вращения — 2М или 12М, а узлы и детали дизеля правого вращения — 3М или 13М.

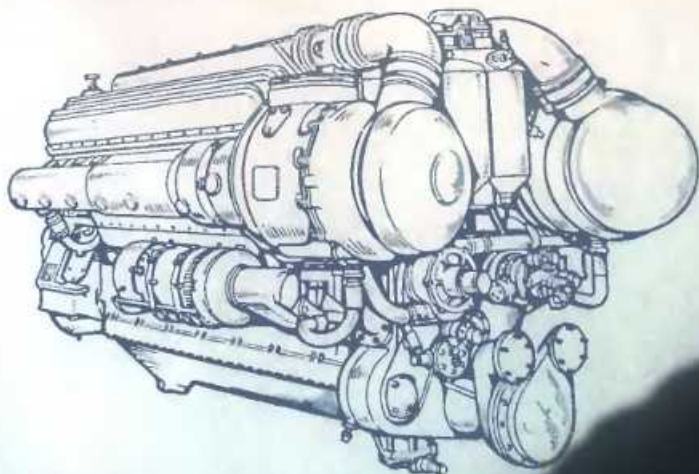


Рис 3. Судовой дизель М401 (124СН 18/20)  
турбокомпрессоров

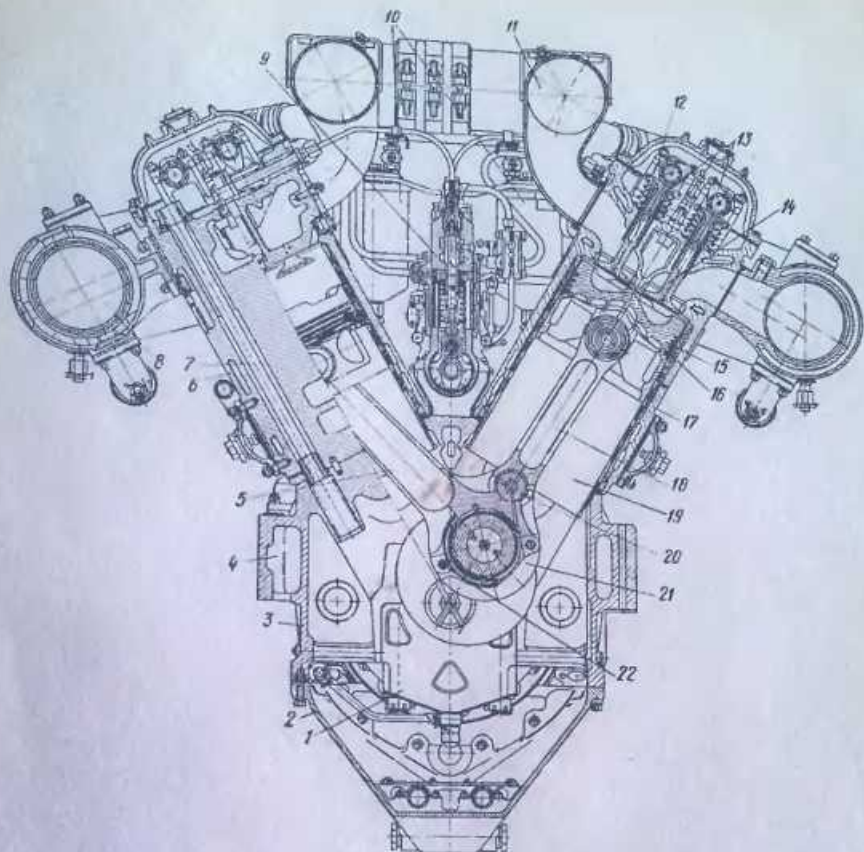


Рис. 4. Поперечный разрез дизеля М50Ф

Дизель правого вращения отличается от дизеля левого вращения внешним видом реверсивной муфты, нагнетателя, насоса забортной воды, выпускной системы, а также расположением насоса пресной воды и маслонагнетающего насоса с центрифугой. Размещение этих агрегатов на дизеле левого вращения по отношению к агрегатам дизеля правого вращения зеркальное.

Рассмотрим основные узлы, детали, системы и агрегаты дизеля.

**Картер** отлит из алюминиевого сплава АЛ4, вследствие чего дизель имеет очень малый удельный вес и обеспечивается хороший отвод тепла от коренных вкладышей. Он состоит из двух частей: *верхней 3* (см. рис. 4), несущей нагрузку, и *нижней 2*. Плоскость разъема их проходит ниже оси коленчатого вала. Силовая линия верхней части замыкается подвесками *1*, монтируемыми в пазах и крепящимися к ней силовыми шпильками. При ремонте дизеля следует строго соблюдать точность затяжки гаек силовых шпилек крепления подвесок (см. § 18), так как она определяет геометрию коренных вкладышей, а значит и надежность работы дизеля.

Каждая подвеска стягивается двумя шпренгельными шпильками, что предотвращает деформацию верхней части картера от действующих на нее сил, а также возможное раскрытие паза. Шпильки проходят через отверстия подвесок *14* (см. рис. 5) и верхней части картера.

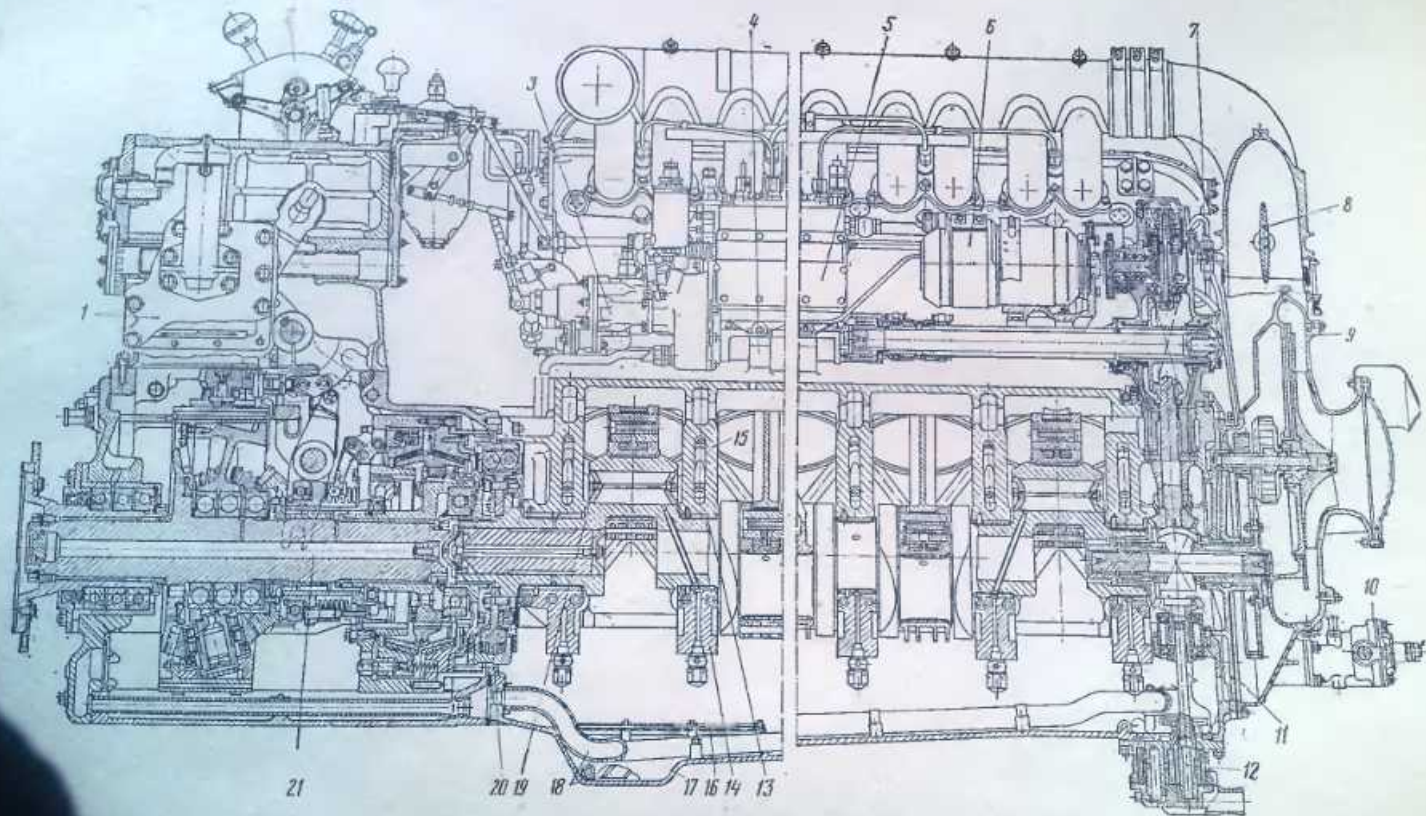


Рис. 5. Продольный разрез дизеля М50Ф

и выходят наружу под опорами коробчатого сечения 4 (см. рис. 4). Картер имеет семь подвесок, седьмая широкая подвеска стягивается тремя шпирнтельными шпильками. При ремонте дизеля надо обращать внимание на затяжку гаек шпирнтельных шпилек (см. § 18).

По бокам верхней части картера расположены опоры коробчатого сечения 4, обеспечивающие жесткость в продольном направлении и используемые для крепления дизеля к подmotorной раме. При ремонте дизеля нужно следить за плоскостью нижних частей опор. Коробление их не должно превышать 0,1 мм на всей длине. Если оно больше, опоры подвергают шабровке. В противном случае при затяжке гаек болтов крепления дизеля к подmotorной раме произойдет изгиб оси коренных вкладышей, что может быть причиной разрушения вкладышей, поломки коленчатого вала и аварии дизеля.

Плоскость опор находится на уровне оси коленчатого вала. Семь двойных поперечных перегородок 15 (см. рис. 5) внутри картера придают ему необходимую жесткость, а также служат для размещения и крепления подвесок 1 (см. рис. 4), обрабатываемых совместно с верхней частью картера для монтажа взаимозаменяемых коренных вкладышей 13 (см. рис. 5), являющихся подшипниками скольжения коленчатого вала 19.

На верхней горизонтальной плоскости картера установлены четыре опоры 4 для крепления топливного насоса 5 высокого давления и две опоры под кронштейны генератора 6. Следует иметь в виду, что алюминиевые опоры заменены стальными и усилены шпильками крепления с резьбой М10.

Верхняя часть картера имеет две чисто обработанные плоскости под моноблоки 6 и 17 (см. рис. 4) цилиндров, расположенные одна к другой под углом 120°. В каждой из них расточено шесть отверстий, в которые с зазором входят выступающие из моноблока нижние части гильз 19. Моноблоки фиксируются на картере двумя установочными штифтами и крепятся к нему четырнадцатью силовыми шпильками 7. В передней части картера расточено пять отверстий под стаканы шестерен передач.

К переднему торцу картера, имеющему центрирующий пояс, на шпильках крепится центробежный пагнетатель (у дизеля М401 — корпус привода агрегатов) 9 (см. рис. 5). На заднем торце выполнен центрирующий буртик для установки реверсивной муфты 21, крепящейся к фланцу картера четырнадцатью шпильками. В верхней части реверсивной муфты и фланца верхней части картера под углом обработано коническое отверстие под штифт, фиксирующий от углового разворота реверсивную муфту. Это предотвращает смещение нижних опорных плоскостей муфты от опорных плоскостей верхней части картера.

У дизеля М401 на левой опоре коробчатого сечения 4 (см. рис. 4) установлен кронштейн, к которому стальными лентами прикреплен генератор.

Нижняя часть картера 2 является маслосборником и непосредственно не воспринимает усилия от шатуно-поршневого механизма. Она соединяется с верхней частью с шпильками болтами, ввертываемыми в пистоны. На дне нижней части картера находятся маслостойник 17 (см. рис. 5), закрытый пеногасительной сеткой 16, и две маслооткачивающие трубы 18. К фланцу, прилитому к торцовой стенке картера со стороны пагнетателя, крепится привод 11 маслооткачивающего насоса, а снизу картера имеется чисто обработанный фланец для крепления маслооткачивающего насоса 12.

По торцам нижняя часть картера обрабатывается совместно с верхней, при этом ось привода 11 располагается на одной линии с осью вертикальной передачи верхней части картера. Фланцы маслоотка-

чивающих труб 18 и нижней части картера должны прилегать герметично, в противном случае возможен подсос воздуха и маслооткачивающий насос не будет откачивать масло.

**Коренные вкладыши 13** разъемные и взаимозаменяемые. Основа их стальная, залита тонким слоем оловянисто-свинцовой бронзы Бр. ОС 1-22. Внутренняя рабочая поверхность расточена по гиперболе со стрелой прогиба  $0,025 \pm 0,005$  мм и покрыта свинцово-оловянистым сплавом. Зазор между вкладышем и шейкой коленчатого вала выдерживается в пределах  $0,075-0,130$  мм, допускается  $0,065-0,180$  мм, для обеспечения давления масла рекомендуется до  $0,160$  мм. Такая конструкция вкладышей при правильном их монтаже и надежной смазке, строгом выполнении требований инструкции по эксплуатации обеспечивает надежную работу подшипников и сводит до минимума их износ. После отработки дизелем установленного моторесурса на вкладышах сохраняется слой свинцово-оловянистого покрытия, толщина которого при изготовлении вкладыша равна  $0,015-0,020$  мм.

**Кривошипно-шатунный механизм** состоит из коленчатого вала, шатунов, поршней с кольцами и поршневым пальцем.

**Коленчатый вал 19** выполнен из высококачественной легированной стали 18Х2Н4ВА. Для повышения усталостной прочности и износостойкости он азотирован кругом на глубину  $0,25-0,40$  мм. Твердость азотированной поверхности не ниже 600 по Виккерсу. Азотирование поверхности вала при высокой чистоте и геометрической точности обработки шеек исключило поломку его, износ коренных и шатунных шеек. При повреждении шеек (глубокие кольцевые риски, задиры или прижоги вследствие разрушения коренных и шатунных вкладышей, забояны и др.) их шлифуют так, как указано в § 19.

Шесть колен вала расположены одно относительно другого под углом  $120^\circ$ , при этом попарно в одной плоскости находятся первое — шестое, второе — пятое, третье — четвертое колена. Коренные и шатунные шейки вала пустотелые, щеки кривошипов круглой формы. Коленчатый вал статически и динамически балансируется. В первую коренную шейку его запрессован шлицевой хвостовик, в который входит рессора, передающая вращение центральной шестерне привода передач и ступице ведущей шестерни нагнетателя (у дизеля М401 — приводу агрегатов).

Со стороны реверсивной муфты коленчатый вал имеет фланец и центрирующий пояс, на который устанавливается пружинный амортизатор 20, предназначенный для уменьшения шк крутящего момента. С целью устранения поломок его пружины в дизелях последних выпусков вместо двенадцатипрожкового амортизатора применяется семипрожковый с усиленными пружинами (рис. 6). На ранее выпущенных дизелях, находящихся в эксплуатации, при ремонте следует заменять амортизатор новым. Кроме того, при текущем или среднем ремонте необходимо частично разбирать дизель для осмотра состояния пружин амортизатора. Работа дизеля с поломанными пружинами амортизатора может привести к его аварии, так как при этом значительно увеличиваются крутильные колебания валопровода.

**Шатуны** у дизеля шесть главных 5 и шесть прицепных 18 (см. рис. 4). Каждый прицепной шатун соединяется с главным пальцем 20. Шатуны и пальцы штампованные из легированной стали 18Х2Н4ВА.

В верхних головках главных и прицепных шатунов и в нижних головках прицепных шатунов запрессованы втулки из высокооловянистой бронзы Бр. ОФ 7-0,2, подвергающейся уплотнению нагортовкой и последующей специальной термической обработке.

Нижняя головка главного шатуна имеет проушину под палец прицепного шатуна и съемную крышку 21, которая крепится пазовым сое-

днейшем с двумя коническими самотормозящими штифтами 22. В эти же головки с натягом устанавливаются разъемные вкладыши. Для предотвращения контактной эрозии наружная поверхность вкладыша омеднена. Внутренняя же поверхность его залита тонким слоем свинцовой бронзы. Рабочая поверхность вкладышей в дизелях последних выпусков расточена по гиперболе со стрелой  $0,025 \pm 0,005$  мм. Вкладыши окончательно обрабатываются в штатуне и не являются взаимозаменяемыми. С целью повышения усталостной прочности главного шатуна применена новая конструкция стопорения

верхних половин вкладыша, предотвращающая появление трещин в ложе шатуна в районе отверстий под стопор (см. § 21). Шатуны старой и новой конструкций взаимозаменяемы только в сборе с вкладышами.

**Поршень 15** штампованный из дюрала. Его днище, являющееся нижней частью камеры сгорания цилиндра, снаружи снабжено специальным профилем, способствующим эффективному сгоранию впрыскиваемого топлива. Вследствие неравномерного термического расширения боковая поверхность поршня имеет неодинаковую форму и различные по поясам диаметры, что позволяет обеспечить необходимый зазор между гильзой и поршнем. Юбка поршня цилиндрическая. В средней части у отверстий под подшиповый палец она выполнена с овальными выемками. Головка поршня представляет собой сходящийся к днищу конус. Таким образом зазоры при неработающем поршне увеличиваются по направлению к днищу. Внутри поршня, в средней части, находятся бобышки с отверстиями, в которые запрессованы втулки из бронзы Бр. ОФ 7-02. Поворот втулок предотвращается стопорами. В этих втулках монтируется поршневой палец плавающего типа.

С наружной стороны поршня над поршневым пальцем имеются четыре канавки для поршневых колец 16. В нижней канавке и под ней, а также в третьей перемычке поршня между третьим и четвертым поршневыми кольцами выполнены отверстия для отвода масла в полость поршня. При длительной работе эти отверстия закоксовываются, вследствие чего их периодически очищают при разборке дизеля.

У поршня четыре (на дизеле М401 — пять) поршневых кольца. Два верхних кольца являются уплотнительными. Они изготовлены из стали, прилегающая к гильзе поверхность цилиндрическая с покрытием пористого хрома (у дизелей М400 и М401 второе кольцо с конической поверхностью прилегания к гильзе не хромировано). Уплотнительные кольца, так же как и канавки поршня, трапециевидного сечения. При такой форме сечения предотвращается пригорание колец в канавках.

Два нижних кольца — маслосъемные. Они изготовлены из чугуна и имеют прямоугольное сечение. Поверхность прилегания к гильзе имеют прямую и имеют прямоугольное сечение. Поверхность прилегания

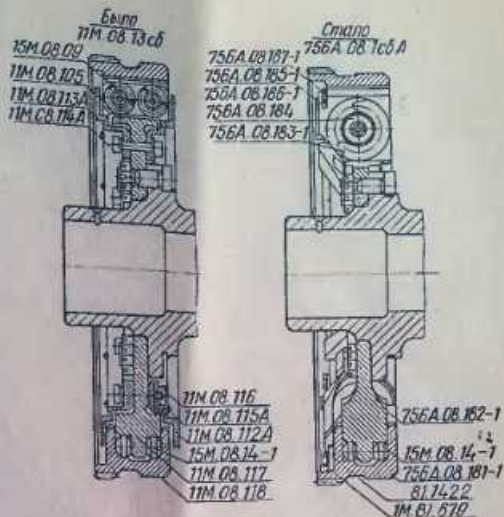


Рис. 6. Замена двенадцатипружинного амортизатора на семипружинный с усиленными пружинами

к гильзе копическая. У дизеля М401 масляеъемных колец три. Третье и четвертое — чугунные прямоугольного сечения с конусной образующей. Пятое кольцо стальное с вырезами для прохода масла, также имеет прямоугольное сечение с конусной образующей и устанавливается в четвертую канавку вместе с четвертым кольцом.

Копические кольца размещают на поршне так, чтобы основание конуса было обращено вниз, в сторону поршневого пальца. Для этого на торце кольца, обращенном в сторону вершины конуса, нанесен знак В (верх). Замки колец косые со срезом под углом  $45^\circ$  с целью уменьшения прорыва газов в картер. При сборке дизеля они располагаются под углом  $180^\circ$  один относительно другого. Хорошо приработавшиеся кольца прелотвращают прорыв газов из камеры сгорания в полость картера и препятствуют проникновению масла в камеру сгорания. При ремонте дизеля рекомендуется заменять все поршневые кольца. Ремонт дизеля без замены поршневых колец считается некачественным, такой дизель долго работать не сможет.

Поршневой палец плавающего типа изготавливается из легированной стали, наружная поверхность его цементируется и полируется. Палец полый, с твердым закаленным слоем стали кругом. Восстановить изношенную наружную поверхность пальца хромированием с последующей шлифовкой невозможно, так как после нескольких часов работы на ней появляются трещины и палец ломается. На ремонтном предприятии следует организовать производство пальцев по технологии завода-изготовителя дизелей.

С обеих сторон торцов пальца поставлены алюминиевые заглушки, предохраняющие зеркальную поверхность гильзы цилиндра от повреждения поршнем. Поверхность заглушки, соприкасающаяся со стенками гильзы, обработана по сфере. В заглушках имеются отверстия для выхода воздуха из внутренней полости пальца. Посадка заглушки в палец должна быть обеспечена строго с допустимым зазором. При больших зазорах заглушка будет вращаться в пальце, в результате чего она быстро изнашивается, ломается и попадает между поршнем и гильзой, приводя к задиру поршня и аварии дизеля.

Блоки цилиндров применяются как разъемные, так и моноблоки. До 1971 г. дизель М50Ф выпускался с разъемными блоками цилиндров. Каждый блок состоит из рубашки, шести гильз и головки. Рубашка и головка отливаются из алюминиевого сплава и соединяются сшивными шпильками. Между стенками рубашки и гильзами расположена водяная полость, соединяющаяся с водяной полостью головки блока водоперепускными трубками. Газовый стык между головкой блока и гильзами уплотняется общей для всех шести цилиндров алюминиевой прокладкой.

Конструктивными недостатками такого блока являются: кавитационное разрушение гильз цилиндров и водяных полостей рубашки, разгерметизация газового стыка между головкой и рубашкой, приводящая к прорыву газов из камеры сгорания, нарушение водяного уплотнения гильз цилиндров и др.

Отмеченные недостатки разъемного блока цилиндров не позволяли увеличить моторесурс дизеля более 1000 ч работы. Замена разъемного блока цилиндров моноблоком и регулировка дизеля М50Ф на мощность 808048,9 Вт вместо 882598,8 Вт позволили создать новый судовой дизель М400 с моторесурсом в 2 раза большим, чем дизеля М50Ф.

Разъемный блок цилиндров на вновь выпускаемых дизелях не устанавливается из-за отмеченных выше недостатков. В течение более чем двадцатипятилетней эксплуатации дизелей с разъемными блоками на всех ремонтных заводах был освоен их ремонт, поэтому конструктивные особенности дизелей с разъемным блоком цилиндров и ремонт последних здесь не рассматриваются.

На дизеле М400 устанавливаются два моноблока: правый 17 и левый 6 (см. рис. 4), представляющие жесткую отлитую из алюминиевого сплава АЛ4 деталь, объединяющую головку и блок цилиндров в одно целое. В шесть отверстий в нижней части моноблока запрессовываются гильзы 19 цилиндров, изготовленные из стали 38ХМЮА. Внутренняя поверхность гильзы азотирована, а на наружную напрессована рубашка из углеродистой стали. На наружной же поверхности гильзы под углом  $30^\circ$  к ее оси нарезаны тридцать винтовых канавок, обеспечивающих равномерный поток охлаждающей воды в гильзе во время работы дизеля. Гильза с напрессованной рубашкой устанавливается в моноблок, что исключает ее вибрацию при работе дизеля. Равномерный поток воды в гильзе и устранение вибрации позволили предотвратить кавитационные разрушения гильз и водяных полостей моноблока, что обеспечило значительное повышение моторесурса дизеля.

Каждый цилиндр имеет два впускных 12 и два выпускных 14 клапана, открывающихся кулачками 13, расположенными на распределительных валиках. Кулачки непосредственно действуют на тарелки клапанов. Закрываются последние тремя цилиндрическими пружинами.

С целью уменьшения износа направляющих клапанов и их рабочих фасок, а также исключения прогара впускных клапанов, в узел моноблока внесены следующие конструктивные изменения: брововые направляющие клапанов заменены стальными азотированными внутри, седло впускного клапана с узкой рабочей фаской седлом с более широкой рабочей фаской (по размерам седла выпуска), направляющие впускных и выпускных клапанов снабжены хромированными стержнями. Для повышения надежности, а также предотвращения трещин клапанов по стержню в районе паза применена новая конструкция стопорения тарелки относительно клапана (без паза на стержне). Замок клапанной тарелки фиксируется на трех лысках и связан с ней торiovыми шлицами. Клапаны с новой конструкцией стопорения в сборе с тарелками и замком полностью взаимозаменяемы со старым клапаном. При замене клапанов, во избежание их задиров и последующего заклинивания, в моноблоки со стальными направляющими следует устанавливать только клапаны с хромированными стержнями.

Чтобы повысить надежность работы дизелей с моноблоками, плоское дно камеры сгорания выполнено сферическим (рис. 7). На четырех вы-



Рис. 7. Камера сгорания со сферическим дном

ступях поршня сделаны скосы под углом  $5^\circ 20'$ . Высота верхней точки выступов от оси поршневого пальца  $80,4 \pm_{-0,06}^{+0,10}$  мм. В случае необходимости замены надо использовать поршни только со скосами. Поршни без скосов допускается дообрабатывать по размерам (рис. 8). Была установлена также трубка отвода просочившегося топлива от форсунок с выводом ее через заднюю стенку моноблока. Это позволило предотвратить разжижение масла просочившимся топливом.

На наружной стороне моноблоков крепятся газовыпускные коллекторы 8 (см. рис. 4), охлаждаемые пресной водой. Они изготовлены из алюми-

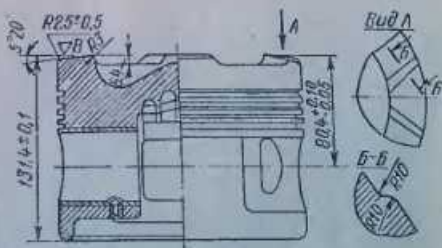


Рис. 8. Дообработка поршня для установки его в моноблок с камерой сгорания, имеющей сферическое дно

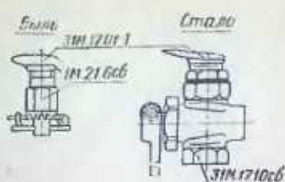


Рис. 9. Измененная конструкция крана слива воды из газовыпускного коллектора

кранов с 20 до 36 мм). Устанавливать новый кран на старом коллекторе так же, как и старый кран на новом коллекторе, нельзя. Для повышения надежности газовыпускного коллектора увеличена толщина экранирующих труб с  $73 \times 1,5$  до  $73 \times 2,5$  мм и соответственно изменена расточка в нем.

На дизеле М401 устанавливают газовыпускные коллекторы с переменным сечением, обеспечивающие более равномерный подвод выпускных газов к турбокомпрессорам. Коллекторы выполнены из алюминиевого сплава и имеют двойные стенки, между которыми циркулирует охлаждающая вода. В корпусе их сделаны узкие кольцевые опоры, на которые эксцентрично насажены две трубы из жаропрочной стали, входящие одна в другую. Газы в трубы поступают из трех цилиндров и подводятся к турбине. При ремонте газовыпускные коллекторы разбирают, проверяют герметичность водяных полостей и состояние внутренних труб.

С внутренней стороны моноблоков крепятся впускные неохлаждаемые коллекторы 11, соединяющиеся переходником с агрегатом наддува. В переходнике смонтирован автомат предельных оборотов 8 (см. рис. 5), предохраняющий дизель от «разноса» в случае отказа в работе регулятора.

Топливная система дизеля состоит из: топливоподкачивающего насоса, топливных фильтров, топливного насоса высокого давления с все-режимным регулятором оборотов и форсунок.

Топливоподкачивающий насос 10 (см. рис. 4) шестеренчатого типа устанавливается на корпусе нагнетателя и обеспечивает подачу топлива из топливной системы через фильтры в насос высокого давления. Привод насоса от коленчатого вала через промежуточную передачу, расположенную в корпусе нагнетателя. Вращение ведущей шестерни передается от шестерни привода через рессору. Направление вращения ведущей шестерни насоса дизеля правого вращения — по часовой стрелке, дизеля левого вращения — против часовой стрелки, если смотреть на насос со стороны крышки.

В соответствии с различным направлением вращения шестерен топливоподкачивающие насосы дизелей правого и левого вращения отличаются расположением приемного и подающего штуцеров и крышки насоса с редукционным клапаном, который всегда должен находиться со стороны подводящего штуцера. Все детали насосов дизелей правого и левого вращения одинаковые. Это обстоятельство надо учитывать при ремонте. Насос с дизеля правого вращения можно переделывать для дизеля левого вращения и наоборот. Такая переделка позволяет после ремонта использовать неработающие стороны зубьев шестерен, а изношенные стороны поставить в неработающее положение.

На дизеле М401 топливоподкачивающий насос устанавливается на корпусе привода агрегатов с левой стороны. Приводится он от коленчатого вала через промежуточную передачу, находящуюся в корпусе привода агрегатов.

**Топливный фильтр 10** служит для дополнительной фильтрации топлива перед поступлением его в насос высокого давления. Применяются два фильтра, включаемые параллельно. Крепятся фильтры к крышке цилиндра супорта реверсивной муфты. На дизеле М401 устанавливается один сдвоенный топливный фильтр 2ТФ-4.

**Топливный насос 9 высокого давления** с всережимным регулятором оборотов двенадцатиплунжерный с двусторонней отсечкой и с раздельным всасыванием. Диаметр плунжера 13 мм, ход 12 мм. Кулачки валика насоса симметричного профиля. Предназначен топливный насос для подачи в форсунки в определенный момент строго дозированных порций топлива. Подается оно под большим давлением при возрастающих скоростях движения плунжера. Порядок подачи топлива плунжерами насоса: 2—11—10—3—6—7—12—1—4—9—8—5, считая от конца валика со стороны привода.

Необходимо помнить, что от правильной работы топливного насоса с форсунками зависит надежная и длительная работа всего дизеля. При регулировке в процессе эксплуатации или неправильной регулировке во время ремонта топливного насоса и форсунки происходит неравномерная подача топлива по цилиндрам, что нарушает процесс сгорания и увеличивает крутильные колебания. Все это приводит к износу деталей, а иногда к их поломке и аварии дизеля.

Собранный с всережимным регулятором и масляным фильтром регулятора топливный насос устанавливается на четырех опорах в развале блоков дизеля. Кулачковый валик насоса приводится от большой конической шестерни его привода через рессору, соединенную одним шлицевым концом со шлицами шестерни привода, а другим — со шлицами муфты кулачкового валика. Особое внимание следует обращать на износ шлицевого соединения, который влияет на опережение подачи топлива и на правильность его впрыска.

Вращение конической шестерни привода насоса передается от центральной шестерни через промежуточную передачу. Передаточное число от коленчатого вала к кулачковому валику насоса 0,5. Направление вращения кулачкового валика против часовой стрелки, если смотреть со стороны привода.

От кулачкового валика через толкатели с роликами на игольчатых подшипниках движение передается плунжерам насоса, которые при этом поднимаются вверх. Опускаются плунжеры вниз под действием цилиндрической спиральной пружины, сжимаемой при перемещении их вверх.

На дизеле правого и левого вращения устанавливаются одинаковые топливные насосы, отличаются они последовательностью подключения плунжеров (пл) к форсункам цилиндров (ц). На дизеле правого вращения она следующая: 1 пл—1 пр. ц., 2 пл—1 л. ц., 3 пл—2 пр. ц., 4 пл—2 л. ц., 5 пл—3 пр. ц., 6 пл—3 л. ц., 7 пл—4 пр. ц., 8 пл—4 л. ц., 9 пл—5 пр. ц., 10 пл—5 л. ц., 11 пл—6 пр. ц., 12 пл—6 л. ц., а на дизеле левого вращения — 1 пл—1 л. ц., 2 пл—1 пр. ц., 3 пл—3 л. ц., 4 пл—3 пр. ц., 5 пл—2 л. ц., 6 пл—2 пр. ц., 7 пл—5 л. ц., 8 пл—5 пр. ц., 9 пл—4 л. ц., 10 пл—4 пр. ц., 11 пл—6 л. ц., 12 пл—6 пр. ц.

Всережимный регулятор 3 (см. рис. 5) непрямого действия крепится к заднему торцу топливного насоса. Он приводится через упругую шестерню, сидящую на конце кулачкового валика насоса. Регулятор поддерживает любую заданную частоту вращения дизеля от минимальной до максимальной с колебанием, не превышающим  $\pm 20$  об/мин при работе с нагрузкой и  $\pm 50$  об/мин при работе на холостом ходу. При сбросе нагрузки со 100 % до 0 он ограничивает частоту вращения дизеля до 2000 об/мин.

Для ограничения «заброса» частоты вращения при пуске дизеля регулятор снабжен гидравлическим упором пуска. Регулятор включается только в том случае, если давление масла, поступающего в него, достигает  $(1,47 \div 1,96) \cdot 10^5$  Па. При падении давления масла ниже указанной величины он автоматически выключает подачу топлива и дизель останавливается.

Форсунка закрытого типа с гидравлически управляемой иглой предназначена для впрыска топлива в камеру сгорания цилиндра дизеля. Она распыливает топливо на мельчайшие частицы и равномерно распределяет их в сжатом воздухе, заполняющем камеру сгорания. Давление в момент начала впрыска топлива составляет  $196 \cdot 10^5$  Па. Форсунка находится в центре камеры сгорания моноблока между впускными и выпускными клапанами. Нарушение правильной работы даже одной форсунки приводит к резкому изменению крутильных колебаний вала привода, что является причиной поломки деталей дизеля и его аварии. Поэтому ремонтировать и регулировать форсунки надо очень тщательно. Неправильный монтаж форсунки приводит к засорению или зависанию иглы распылителя даже на хорошо отремонтированной форсунке.

Система смазки дизеля — циркуляционная, под давлением, обеспечивающая непрерывную подачу масла к трущимся деталям.

Масло из масляного бака по трубопроводу через кран поступает в масляный фильтр. Из последнего оно разветвляется на две ветви: по одной направляется в маслонагнетающий насос с центрифугой, установленный на дизеле, а по другой перед пуском дизеля — в агрегат прокачки, расположенный вне дизеля. Из агрегата прокачки очищенное масло подается к пусковому клапану, смонтированному на масляной трубке (у дизеля М401 — на крышке маслонагнетающего насоса с центрифугой), и далее к клапану фильтра на регуляторе и к гидравлическому упору пуска регулятора и параллельно, открыв пусковой клапан, — на смазку дизеля.

После пуска дизеля агрегат прокачки останавливается, а клапаны закрываются автоматически. Масло поступает в маслонагнетающий насос с центрифугой, который подает его в главную масляную магистраль дизеля и параллельно на смазку всех движущихся агрегатов и деталей. На магистрали к двигателю установлен датчик дистанционного термометра. Для замера давления масла в масляной магистрали на верхней части картера смонтирован датчик дистанционного манометра.

Из дизеля масло откачивается маслооткачивающим 12 насосом (см. рис. 5), установленным на нижней части картера. Из него масло направляется в масляный фильтр. Отсюда оно подается в холодильник и регулятор температуры, от которого расходится по двум ветвям: по одной проходит через водомасляный холодильник, а по другой — при прогреве дизеля отводится, минуя холодильник, в масляный бак.

Для откачки масла из картера реверсивной муфты и нижней части картера дизеля используется агрегат откачки, установленный вне дизеля. Предназначен агрегат для откачки масла из дизеля после трех несостоявшихся пусков, чтобы предотвратить течь масла по сальнику реверсивной муфты, а также для отвода его из дизеля при замене после работы, согласно инструкции по эксплуатации.

Чтобы можно было отводить газы и пары масла из картеров дизеля и реверсивной муфты, на последней установлено два суфлера. От них пары масла и газы отводятся по трубкам на вход в нагнетатель, откуда вместе с воздухом направляются в цилиндры дизеля. Пары масла, попадая на фаски впускных клапанов, уменьшают их износ. У дизеля М401 суфлер расположен на корпусе привода агрегатов. От суфлера пары масла и газы отводятся за машинное помещение. Трубка, соединяющая масляный бак со штуцером на картере реверсивной муфты, служит для отвода паров масла из масляного бака.

При работе дизеля масло из бака поступает в масляный фильтр на входной магистрали и затем в маслонагнетающий насос с центрифугой. Очищенное масло из центрифуги направляется в полость крышки нагнетающего насоса, а из него по каналам — в главную масляную магистраль дизеля и по наклонному каналу в верхней части картера — в канал перегородки нагнетателя (у дизеля М401 — корпуса привода агрегатов) и далее на смазку дизеля.

Из главной масляной магистрали масло подводится к подвескам (7 шт.) верхней части картера и по каналам в них поступает к коренным и шатуновым вкладышам, шейкам коленчатого вала, а также к пальцам и втулкам нижних головок прицепных шатунов.

По отверстию масло из канавки на наружной поверхности вкладыша 7-й коренной шейки подводится к свернутому в верхнюю часть картера штуцеру, к которому присоединяется приемник дистанционного манометра. Из полости седьмой коренной шейки коленчатого вала масло через трубку поступает в полость вала реверсивной муфты и через отверстие в нем к трущимся поверхностям муфты. Через отверстие в верхней части картера, совпадающее с отверстием в картере реверсивной муфты, оно из главной масляной магистрали подается в суппорт гидравлического управления реверсивной муфты.

Масло, поступающее в канал стешки нагнетателя (у дизеля М401 — в канал корпуса привода агрегатов), направляется в кольцевой канал его корпуса и по девяти другим каналам на смазку подшипников шестерен: привода насоса забортной воды, топливонакачивающего насоса, насоса пресной воды (у дизеля М401 — еще на смазку гидронасоса и валика дополнительного отбора мощности).

Одновременно масло по двум каналам в промежуточной стенке нагнетателя (у дизеля М401 — корпуса привода агрегатов), совпадающим с двумя каналами верхней части картера, поступает на смазку нижних стаканов и шестерен наклонных и промежуточных передач и подшипников привода топливного насоса (у дизеля М401 — автомата предельных оборотов).

По двум каналам в промежуточной стенке нагнетателя (у дизеля М401 — в корпусе привода агрегатов), расположенным в передней ее части и совпадающим с каналами верхней части картера, масло подводится с одной стороны к трущимся поверхностям привода генератора, а с другой — к передаче маслонагнетающего насоса с центрифугой.

Из распределительного канала в промежуточной стенке нагнетателя масло по сверлению в картере направляется к свернутому во фланец кронштейна насоса пресной воды штуцеру и по соединенной с ним трубке — в головку моноблока. От этой трубки ответвляется трубка, подводящая масло в другую головку моноблока. Маслом, подведенным к головкам моноблоков, смазывается механизм распределения, подшипники наклонных валиков и червячные пары привода воздухораспределителей. Скапливающееся под крышками моноблоков масло по двум трубкам стекает в картер дизеля.

У дизеля М401 по каналам корпуса привода агрегатов масло поступает к двум штуцерам, укрепленным на корпусе привода агрегатов, от которых по трубкам оно подается на смазку двух турбин. Из полостей турбин масло по трубкам отводится в полости кронштейнов, поддерживающих турбины, откуда стекает в полость привода агрегатов, а из нее — в нижнюю часть картера дизеля. Отсюда маслооткачивающий насос откачивает его в масляный бак.

Масло, выдавливающееся из зазоров между шейками коленчатого вала и вкладышами и зазоров между пальцами и втулками прицепных шатунов, разбрызгивается шатунами внутри картера, смазывая стенки гильз цилиндров, втулки верхних головок шатунов и поршневые пальцы. Стекающее по стенкам верхней части картера и картера реверсив-

ной муфты масло проходит через пеногасительные сетки и собирается в маслоотстойниках нижней части картера и картера реверсивной муфты. Из маслоотстойников по двум трубкам насосом оно откачивается в масляный бак, проходя при этом через масляный фильтр на выходной магистрали и водомасляный холодильник.

При длительной эксплуатации дизеля в масляных каналах и масляных полостях деталей образуются значительные коксовые отложения, уменьшающие проходные сечения для масла, что ухудшает смазку дизеля. Поэтому надо тщательно промывать масляные каналы и трубки.

Система охлаждения дизеля предназначена для отвода тепла от деталей, подвергающихся действию горячих газов, с целью поддержания температуры их в допустимых пределах, обеспечивающих надежную и длительную работу дизеля.

Надежность и долговечность работы дизеля с водяным охлаждением зависит от стойкости гильз цилиндров и блоков против кавитационно-эрозийного разрушения. Поверхности их, омываемые водой, часто имеют накипь, раковины, каверны и даже сквозные свищи или трещины. Разрушение этих деталей является следствием кавитации и эрозийной коррозии металла. Исследованиями установлено, что на интенсивность разрушения металла блоков и гильз цилиндров влияют конструктивные, технологические и химические факторы. Подробно о кавитационном и эрозийном разрушении гильз см. § 17.

Система пресной воды предназначена для отвода тепла от деталей, подверженных действию горячих газов, с целью поддержания их температуры в определенных пределах. Эта система обеспечивает постоянный подвод охлаждающей воды в моноблоки, в выпускные коллекторы и непрерывную ее циркуляцию. В системе охлаждения для циркуляции пресной воды используется насос пресной воды, устанавливаемый на верхней части картера со стороны нагнетателя сбоку. Насос центробежного типа с приводом от коленчатого вала через пару конических шестерен. Производительность его 670 л/мин при 3450 об/мин и противодавлении на выходе  $1,7 \cdot 10^5$  Па.

Насос пресной воды претерпел ряд конструктивных усовершенствований. Основными из них являются следующие.

С целью увеличения срока службы насос пресной воды 1М.14с6В старой конструкции заменен насосом 1М.14с6Д с усиленным подшипником, с беззаклепочной посадкой крыльчатки, с усиленным валиком и рессорой привода. Насосы 1М.14с6Д могут быть установлены на дизели выпуска до мая 1966 г. при замене рессоры 1М.21.25-1 рессорой 1М.21-25А, а насосы 1М.14с6В и 1М.14с6Г — на дизели выпуска с мая 1966 г. при замене рессоры 1М.14.12 рессорой Р14.12 (ремонтной).

Для улучшения условий смазки подшипников насоса с июня 1968 г. крошштейн 1М.14.2сб-2 заменен крошштейном 1М.14.2сб-2А, мембранное уплотнение — монтажным (рис. 10).

Чтобы улучшить условия работы шлиц на валике 1М.14с6Д насоса, с сентября 1968 г. к ним дополнительно подводится смазка через отверстие диаметром 4 мм, высверленное в валике 1М.14.06-5 и в распорной втулке 1М.14.45-1 (рис. 11).

На всех дизелях М401 указанные конструктивные улучшения насоса пресной воды внедрены.

В отдельных пароходствах во время эксплуатации дизеля очень часто ремонтируют насос пресной воды. Объясняется это тем, что при плохой фильтрации в охлаждающую воду попадает песок или взвешенные частицы. Они приводят к износу манжеты из графитизированного материала и бронзовой втулки уплотнения, в результате чего нарушается уплотнение и наблюдается течь воды из контрольного отверстия насоса. Закрывать контрольное отверстие при течи воды нельзя, так как через подшипники она попадает в масло.

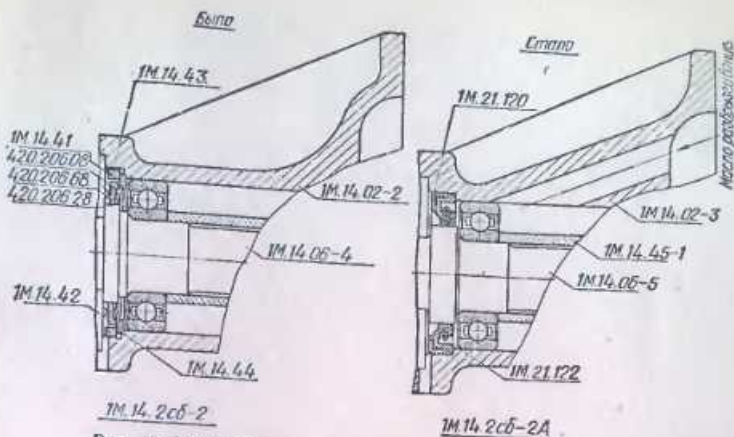


Рис. 10. Улучшенная конструкция крыльчатка насоса пресной воды

При небольшой течн воды снимать насос и ремонтировать его не следует, надо эксплуатировать дизель до слива или замены охлаждающей воды. При каждом снятии насоса пресной воды из системы сливают воду и заполняют ее свежей, насыщенной кислородом. Последний вызывает точечную коррозию гильз моноблока, а частая смена воды приводит к образованию трещин в гильзах из-за интенсивного разрушения их точечной коррозией. При вынужденном снятии насоса из системы сливают воду в отдельную емкость. После контроля ее вновь заливают, что увеличивает надежность и долговечность моноблока.

Система забортной воды служит для охлаждения пресной воды и масла, поступающих из дизеля в водоводяной и водомасляный холодильники забортной воды, подаваемой насосом забортной воды, установленным на корпусе нагнетателя (у дизеля М401 — на корпусе приводов). Забортная вода поступает в насос через фильтр, а из холодильников по рубашкам газовыпускных трубопроводов она отводится за борт. Насос забортной воды волокольцевой, самовсасывающий, работает по принципу гидравлического поршня и обеспечивает подсос воды на высоту до 1,5 м. Производительность его 430 л/мин при 1700 об/мин коленчатого вала и противодавлении на выходе  $1,47 \cdot 10^5$  Па. Вращение валу крыльчатки насоса передается от шестерни привода через ресор. Направление вращения крыльчатки насоса дизеля правого вращения — по часовой стрелке, дизеля левого вращения — против часовой стрелки, если смотреть со стороны крышки насоса.

Вследствие различного направления вращения крыльчатки имеются две модификации насоса забортной воды: правого и левого вращения. Подсос воды на высоту 1,5 м и ее подачу насос обеспечивает только в случае, если его корпус предварительно заполнен водой. Чтобы при остановке дизеля или при обнажении приемного трубопровода в насосе всегда оставалось необходимое количество воды, приемный и отводный патрубки расположены выше полости крыльчатки.

С целью увеличения срока

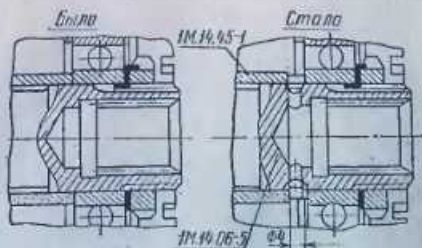


Рис. 11. Конструктивное улучшение валика насоса пресной воды

службы с июля 1968 г. насос заборной воды ЗМ.21сб-1А (2М.21сб-1А) заменен насосом ЗМ.21сб-2А (2М.21сб-2А) с усиленными подшипником привода и креплением крыльчатки насоса. Для смазки подшипников привода насоса применяется дизельное топливо; периодически набивать смазку в корпус подшипников не требуется.

Для увеличения срока службы шестерни и рессор приводов насосов пресной воды, заборной воды, маслооткачивающего с центрифугой и топливоподкачивающего установлены шестерни с внутренними эвольвентными шлицами вместо шестерен с прямыми шлицами и рессоры с эвольвентными шлицами с обоих концов и азотированные вместо рессор с прямыми шлицами с одного конца. Необходимо иметь в виду, что рессоры 1М.21.25-1, 1М.42.90-1 и 1М.53.01-1 взаимозаменяемые с рессорами 1М.21.25А, 1М.14.12, 1М.42.90 и 1М.53.01А (изменена конструкция шлицевого соединения); шестерни 1М.09.05-1, 1М.02.07-2, 1М.24.65-1, 1М.24.90-1 — с шестернями 1М.09.05, 1М.02.07-1, 1М.24.65 и 1М.24.90 (изменена конструкция шлицевого соединения: на старых было прямобочное с шестью шлицами, на новых эвольвентное с двенадцатью шлицами). Эти изменения были внесены в дизель М401.

Системой наддува оборудуются все дизели М50Ф, М400 и М401, что позволяет значительно увеличить их литровую мощность. Для наддува дизелей М50Ф и М400 используется приводной центробежный нагнетатель 9 (см. рис. 5). При этом более 10% мощности дизеля расходуется на привод нагнетателя, что приводит к повышенному удельному расходу топлива и напряженности цилиндро-поршневой группы, значительному износу деталей. Наддув приводным нагнетателем является устаревшим. На современных легких быстроходных дизелях он не применяется.

На дизеле М401 для наддува установлено два турбокомпрессора ТК-18, имеющие осевую турбину и подшипники по концам ротора. В турбокомпрессоре используется энергия выпускных газов. При таком наддуве не происходит повышения мощности дизеля, она сохраняется прежней, но зато значительно снижается удельный расход топлива и термическая напряженность цилиндро-поршневой группы. Так, например, у дизелей М50Ф и М400 мощностью 735499 Вт при 1700 об/мин с приводным центробежным нагнетателем удельный расход топлива составляет 0,26 г/Вт·ч и срок службы до капитального ремонта 3000 ч, а у такого же типа дизеля с турбокомпрессором они соответственно равны 0,24 г/Вт·ч и 4500 ч до капитального ремонта.

Следует отметить, что дизели М50Ф и М400 оборудовать турбонаддувом нецелесообразно, так как это потребует большого конструктивного изменения машинного отделения.

У дизелей М50Ф и М400 приводной нагнетатель установлен на передней части (со стороны передачи). Крыльчатка нагнетателя приводится от коленчатого вала через рессору и шестеренчатую передачу. Направление вращения крыльчатки нагнетателя такое же, как и коленчатого вала, поэтому нагнетатели дизелей правого и левого вращения различны. В нагнетателе монтируются приводы насосов заборной воды и топливоподкачивающего. У дизеля правого вращения привод насоса заборной воды находится в нагнетателе с левой стороны, а привод топливоподкачивающего насоса — с правой. В нагнетателях дизеля левого вращения расположение приводов обратное. Все шестерни нагнетателя цилиндрические.

На ремонтных заводах целесообразно заменять шестерни нагнетателя дизеля правого вращения шестернями нагнетателя дизеля левого вращения, и наоборот. При этом рабочая сторона зубьев будет рабочей, и наоборот.

Следует также отметить, что в эксплуатации наблюдались поломки привалов на корпусе нагнетателя для крепления насоса заборной воды

ды. Для устранения их к корпусу нагнетателя крепится стальной переходник, на котором монтируется насос заборной воды.

С целью увеличения срока службы нагнетателя усилена конструкция фрикционного узла (увеличена рабочая поверхность штифтов сухарей и пазов шестерен, штифты азотируют, пазы шестерен цементируют) и обоймы лабиринта; регулировочная шайба валика нагнетателя заменена регулировочной шлицевой шайбой.

Турбокомпрессоры устанавливаются непосредственно на коллекторы газопроводов по одному на каждый коллектор. Снизу и сбоку турбокомпрессоры поддерживаются дополнительно кронштейнами, укрепленными на корпусе привода агрегатов дизеля. Для этого к каждому корпусу турбины снизу и сбоку прикреплены фланцы, в которые входят шайбы, имеющие шаровые поверхности для устранения перекосов.

Система пуска дизеля состоит из двух воздухораспределителей 7 (см. рис. 5) золотникового типа, установленных на фланцах верхних стаканов наклонных передач правого и левого блоков, воздухопроводных трубок, двенадцати автоматических пусковых клапанов, предназначенных для впуска в цилиндры сжатого воздуха из воздухораспределителей и препятствующих проникновению газов из цилиндров в воздухопроводные трубки.

Дизель запускается сжатым воздухом давлением  $(74 \div 98) \cdot 10^5$  Па. Из пускового баллона воздух подводится по трубке с ниппелем к тройнику и далее по двум трубкам — к воздухораспределителям, которые поочередно в соответствии с порядком работы цилиндров направляют его по воздухопроводным трубкам к пусковым клапанам. Отсюда сжатый воздух по отверстиям в моноблоках поступает в цилиндры дизеля, давит на поршни, которые, перемещаясь в цилиндрах, передают поступательное движение кривошипно-шатунному механизму, где оно превращается во вращательное.

Для судового дизеля, работающего на винт в нормальных условиях, нагрузка, т. е. режим, определяется частотой вращения коленчатого вала, замеряемой электротаксометром. Повышению частоты вращения соответствует увеличение мощности, а понижению — ее уменьшение. Для повышения частоты вращения необходимо увеличить подачу топлива в цилиндры дизеля, а для понижения ее и уменьшения мощности — сократить.

На дизелях М50Ф, М400 и М401 количество топлива, подаваемого топливным насосом в цилиндры, определяется положением рейки насоса, на которую воздействует всережимный регулятор. Поэтому рычаг управления всережимным регулятором по существу является рычагом управления дизелем. Каждому положению этого рычага соответствует вполне определенный режим работы дизеля. В требуемое положение рычаг управления всережимным регулятором устанавливается механизмом управления. Рычаг управления заблокирован с рычагом гидравлического управления реверсивной муфты так, что реверсирование может производиться только на упоре реверсирования при частоте, не превышающей 850 об/мин холостого хода дизеля.

Механизм управления 2 (см. рис. 5) монтируется на суппорте 1 реверсивной муфты и крепится к нему на четырех шпильках.

Следует тщательно проверять состояние деталей управления и заменять изношенные, особенно в тягах, состоящих из стержней, на концах которых накручены наконечники с шаровыми сухарями, соединенные с шаровыми поводками рычагов. Шаровые поверхности обычно подвергаются повышенному износу. Детали с такими поверхностями могут быть изготовлены на любом ремонтном заводе.

Генератор типа ГСК-1500Ж6, установленный на дизелях М50Ф и М400, представляет четырехполюсную машину постоянного тока с шумовым возбуждением. Он предназначен для питания двухпроводной.

Узеламкнутой на массу бортовой сети судна. Монтируется генератор на специальном кронштейне, размещенном на двух опорах верхней части картера, и крепится к нему за фланец корпуса шпильками. Кроме того, он дополнительно фиксируется к кронштейну специальной шестерней с хомутом. Генератор приводится от большой конической шестерни привода топливного насоса через коническую передачу с фрикционным устройством.

Для поддержания постоянного напряжения независимо от нагрузки и частоты вращения (в определенных пределах) генератор имеет автоматический регулятор напряжения (с регуляторной коробкой типа РК-1500Р), отрегулированный на 1000 Вт. Регуляторная коробка поддерживает постоянное напряжение в пределах 26,5—28,5 В при изменении частоты вращения генератора от 3800 до 5900 об/мин и нагрузки от холостого хода до нормальной, ограничивает силу тока генератора, выключает генератор в сеть и отключает от нее, а также обеспечивает параллельную работу двух и более генераторов. У генератора есть сетевой фильтр СФ-1А, снижающий уровень высокочастотных помех радиоприему.

С целью предотвращения поломки сепаратора шарикоподшипник № 206 (дет. 1М.70.004) в приводе генератора дизеля М400 заменен шарикоподшипником 7П206БТ (с дюралюминиевым сепаратором). Можно использовать шарикоподшипник 7В206БТ.

На дизеле М401 установлен генератор мощностью 3 кВт и напряжением 28 В, рассчитанный на работу с реле-регулятором по однопроводной схеме с присоединением минуса к массе. Генератор включается параллельно с аккумуляторными батареями и служит для их подзарядки, а также для питания электроэнергией потребителей на судне. Такой генератор представляет шестиполосную машину постоянного тока с самовозбуждением и внутренним поддувом воздуха. На дизеле генератор размещается в кронштейне, находящемся сбоку верхней части картера, и крепится к нему двумя стальными лентами.

Генератор приводится от коленчатого вала через систему конических и цилиндрических шестерен, а также рессоры, передающие движение фрикциону, через который генератор соединен с приводом. Так как частота вращения дизеля во время эксплуатации может меняться, то для поддержания постоянного напряжения независимо от нагрузки и частоты вращения генератор имеет автоматический регулятор напряжения с реле-регулятором, а также фильтр, снижающий уровень высокочастотных помех радиоприему.

При ремонте дизелей генераторы должны проверяться и при необходимости ремонтироваться. Их целесообразно ремонтировать на специализированном заводе или в мастерских по ремонту электрооборудования.

Агрегат предварительной прокачки топлива и масла, устанавливаемый вместе с электродвигателем МПБ-53 вне дизеля, подает топливо к топливному фильтру и далее в насос высокого давления и масло к пусковому клапану, откуда оно поступает к гидравлическому упору пуска регулятора и через клапан на смазку всех частей и агрегатов. Он поставляется вместе с дизелем. Для обеспечения пуска холодного дизеля агрегат необходимо размещать в непосредственной близости от него с возможно более короткими трубопроводами.

В агрегат прокачки входят два прокачивающих насоса, один из которых подает топливо, а другой — масло, понижающий редуктор и электрических насосов используются топливоподкачивающие насосы дизеля при вращении. Вместо них можно применять один из прокачивающих насосов агрегата прокачки, так как он обычно незначительно изнашивается из-за малой длительности работы. Топливоподкачивающий на-

сос с повышенными износами деталей используют для прокачки масла, которое имеет большую вязкость, чем топливо.

Гидронасос плунжерного типа с изменяемым ходом плунжеров имеет только на дизеле М401. Он предназначен для создания давления в гидросистеме судна, для дистанционного управления рулями и др. Устанавливается гидронасос на корпусе привода агрегатов: на дизеле правого вращения — справа вверх, а на дизеле левого вращения — слева внизу относительно его вертикальной оси. Направление вращения гидронасоса правое, если смотреть со стороны привода. Рабочей жидкостью является масло АМГ-10. Давление на входе в гидронасос от 2 до 2,5 м столба рабочей жидкости. Рабочее давление в зависимости от типа гидросистемы судна  $(63,7 \div 138) \cdot 10^5$  Па. Производительность не менее 24 л/мин. Температура рабочей жидкости на входе в насос от 0 до 70°C, а окружающей среды от 0 до 60°C.

Реверсивная муфта является соединительным звеном между коленчатым валом дизеля и валом гребного впитя. Она передает вращение от коленчатого вала дизеля гребному валу без изменения направления вращения (передний ход), отключает гребной вал от коленчатого вала дизеля (холостой ход), передает вращение от коленчатого вала дизеля гребному валу с изменением направления вращения гребного вала на обратное (задний ход). Передаточное отношение на переднем ходу 1, на заднем — 0,8. Реверсивная муфта может быть правого и левого вращения. Вал реверсивной муфты правого вращения на переднем ходу вращается по часовой стрелке (если смотреть на муфту со стороны дизеля), а муфты левого вращения — против часовой стрелки.

Крепится реверсивная муфта 21 (см. рис. 3) к заднему фланцу картера дизеля и имеет самостоятельный картер, закрываемый сверху суппортом 1. В картере и суппорте размещен механизм реверсивной муфты, основными узлами которого являются: вал реверсивной муфты, синхронизатор с жесткой кулачковой муфтой, редуктор заднего хода, механизмы гидравлического и ручного управления. Кроме того, на суппорте монтируется пульт гидравлического управления 2 муфтой. На этом же пульте находится рукоятка управления дизелем. С целью повышения надежности и увеличения срока службы в реверсивную муфту внесен целый ряд конструктивных усовершенствований (см. гл. VIII).

## § 2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЕЙ

В таблице I приведены основные характеристики быстросходных дизелей.

Таблица I

Наименование	Марка дизеля		
	М500 (124Н 18/20)	М400 (124СН 18/20)	М401 (124СН 18/20)
Назначение . . . . .	Главный судовой		
Тип дизеля . . . . .	Четырехтактный с водяным охлаждением и наддувом		
Число цилиндров . . . . .	12		
Расположение цилиндров . . . . .	V-образное, под углом 60°		
Порядок нумерации цилиндров . . . . .	От нагнетателя к реверсивной муфте		
Диаметр цилиндров, мм . . . . .	180		
Ход поршня, мм:			
в цилиндре с главным шатуном . . . . .	200		
»  »  с  присоединенным шатуном . . . . .	209,8		
Рабочий объем цилиндров, л . . . . .	62,4		

Наименование	Марка дизеля		
	M50Ф (12ЧН 18/20)	M400 (12ЧСПН 18/20)	M401 (12ЧСН 18,20)
	13,5 ± 0,5		
Степень сжатия	8,46		9,31
Среднее эффективное давление при номинальной мощности, Па · 10 <sup>5</sup>	11,3		10,3
Средняя скорость поршня при номинальной частоте вращения, м/сек	78,4—93,1		
Максимальное давление сгорания, Па · 10 <sup>5</sup>			
Модель дизеля в зависимости от направления вращения коленчатого вала	Правая или левая		
Направление вращения фланца реверсивной муфты (если смотреть на дизель со стороны нагнетателя):			
у дизеля правой модели	По часовой стрелке		
» » левой	Против часовой стрелки		
Срок работы дизеля до первой переборки (подъема блоков), ч	600	1000—1500	2000
Срок работы дизеля до капитального ремонта (при двух полных переборках дизеля), ч	3000	4000	4500
Вес дизеля (сухой), кг	1700	1800	2000
Габариты дизеля, мм:			
длина	2600		2810
ширина	1220		1252
высота	1250		1225
Порядок работы цилиндров:			
на дизеле правого вращения	1л—6пр—5л—2пр—3л—4пр—6л—1пр— 2л—5пр—4л—3пр		
» » левого	1пр—6л—4пр—3л—2пр—5л—6пр—1л— 3пр—4л—5пр—2л		
Общий уровень воздушного шума, дБ	Не выше 125		
Уровень вибрации, дБ	Не выше 115		
Амплитуды низкочастотной вибрации дизеля, замеряемые на реверсивной муфте и нагнетателе (для дизеля M401 — на корпусе привода агрегатов) по трем направлениям, мм	Не более 0,25		
Соединение дизеля с гребным валом	Непосредственное, через жесткий фланец		
Надежная работа дизеля обеспечивается	При постоянном наклоне продольной оси дизеля в сторону реверсивной муфты на 15° и при периодическом (кратковременном) крене до 45° и дифференте до 15° на нос или корму		
Мощность дизеля на переднем ходу (на выходном фланце реверсивной муфты), отнесенная к нормальным внешним условиям (температура 20°С, барометрическое давление 101325 Па, относительная влажность 70%), Вт:			
Максимальная	882599		809049
Частота вращения при максимальной мощности, об/мин	1850	1800	1600
Продолжительность непрерывной работы на максимальной мощности	Не более 1 ч		
Суммарное время работы на данной мощности	Не более 5% от установленного срока службы дизеля		
Номинальная при противодавлении на выпуске 25331,2 Па, замеренном у выпускного патрубка 1-го цилиндра (для дизеля M401 9332,5 Па замеренном за выпускными патрубками турбокомпрессоров)	809 049		735 499

Наименование	Маяк дизель		
	M50Ф (12°СН 18/20)	M400 (12°СГ11 18/20)	M401 (12°СН 18/20)
Частота вращения при номинальной мощности, <i>об/мин</i>	1700		1550
Продолжительность непрерывной работы на номинальной мощности	Не более 15 ч		
Суммарное время работы на этой мощности	Не более 40% от установленного срока службы дизеля		
Мощность на заднем ходу при 750 <i>об/мин</i> , Вт	183 875		
Продолжительность непрерывной работы на заднем ходу	Не более 1 ч		
Частота вращения холостого хода на упоре реверсирования, <i>об/мин</i>	850		
Продолжительность непрерывной работы на холостом ходу	Не более 1 ч		
Минимально устойчивая частота вращения гребного винта при мощности 22065 Вт, <i>об/мин</i>	500		
Мощность дизеля на переднем ходу в условиях повышенных температур (температура воздуха при 45°С и относительная влажность воздуха 95% при 35°С), Вт	90000		70000
Частота вращения при указанной мощности, <i>об/мин</i>	661 949		735 499
Топливо:			
основное	1700		1600
заменитель	Дизельное марки ДС (ГОСТ 4749—49)		
удельный расход при номинальной мощности, <i>г/Вт·ч</i>	0,262		0,224
Масло:			
основное	МС-20П (МРТУ 38-1-156—65) или авиационное МС-20 (ГОСТ 1013—49) с добавлением присадки ЦИАТИМ-339 (ГОСТ 8312—57) в количестве 3% по весу		
заменитель	МК-22П (МРТУ 38-1-204—66) или авиационное МК-22 (ГОСТ 1013—49) с добавлением присадки ЦИАТИМ-339 (ГОСТ 8312—57) в количестве 3% по весу		
удельный расход при номинальной мощности, <i>г/Вт·ч</i> 10 <sup>-2</sup>	13,6	8,15	6,8
срок службы до замены, ч	120 при емкости системы смазки не менее 150 л		
температура:			
на входе в дизель	Не ниже 40°С и не выше 70°С, рекомендуемая 55—60°С		
» выходе из дизеля	от 50 до 67°С		
давление в главной магистрали на установившемся режиме, Па:			98 ± 2°С
на режиме номинальной мощности	(5,88 ± 8,82) · 10 <sup>5</sup>		
» » максимальной	4,9 · 10 <sup>5</sup>		
» » минимально устойчивой частоте вращения	2,94 · 10 <sup>5</sup>		
вес масла в дизеле, кг	25		
Система смазки:	Ше теренчатый с центрифугой		
нагнетающий насос			
производительность насоса при 3000 <i>об/мин</i> ведущего валика или 1600 <i>об/мин</i> коленчатого вала и при противодавлении на выходе 5,88 · 10 <sup>5</sup> Па, <i>л/мин</i>	150		
маслооткачивающий насос	естеренчатый с двумя полостями отсасывания		

Наименование	Марка дизеля		
	АУБОФ (124СН 18/20)	М400 (124СН 18/20)	М401 (124СН 18/20)
производительность при 3000 об/мин ведущего валика или 1600 об/мин коленчатого вала и при противодавлении $1,96 \cdot 10^5$ Па А/мин фильтры	215		
агрегат предварительной прокачки масла и топлива	Страты, сложенные, переключаемые, установленные на входной и выходной магистрали системы смазки		
Система охлаждения	Шестеренчатый с приводом от электродвигателя МПБ-53 (напряжение 24 В) Двухконтурная, принудительная с автоматическими регуляторами температуры РТВ-52 (МРТУ 586-9195-63)		
Насос пресной воды	Центробежный, производительность 670 л/мин при 3450 об/мин и противодавлении на выходе $1,76 \cdot 10^5$ Па		
Охлаждение дизеля и выпускных коллекторов	Принудительное, пресной водой с доведением 1,1% хромпика		
Охлаждение пресной воды	Забортной водой		
Насос заборной воды	Водокольцевой, самовсасывающий, производительность 430 л/мин при 1700 об/мин коленчатого вала и противодавлении на выходе $1,47 \cdot 10^5$ Па		
Температура воды: на входе в дизель » выходе из дизеля	Не ниже 55°C » выше 85°C		
Перепад температуры охлаждающей воды	Не более 20°C		
Вес воды в дизеле, кг	32		
Топливная система: топливонагревающий насос	15°C 56		
топливный насос типа ТН-12М	Шестеренчатый, высота всасывания 1 м, производительность 16—17 л/мин при 1650 об/мин коленчатого вала и давлении $2,94 \cdot 10^5$ Па		
форсушка	Двенадцатиплунжерный, диаметр плунжера 13 мм и ход плунжера 12 мм, давление топлива за насосом $(686 \div 980) \times 10^5$ Па		
топливные фильтры	Закрытого типа с гидравлически управляемой иглой и распылителем, имеющим восемь отверстий диаметром 0,35 мм, расположенных под углом 140°		
регулятор	Фетровые, работающие параллельно		
ограничение частоты вращения дизеля, которое при внезапном сбросе нагрузки со 100% до 0 не выше, об/мин	Всережимный непрерывного действия с упруго присоединенным катарактом и гидравлическим упором пуска, ограничивающим заброс частоты вращения при пуске дизеля; обеспечивает поддержание любой заданной частоты вращения от минимальной (500 об/мин) до максимальной (1850 об/мин) с колебанием, не превышающим $\pm 20$ об/мин при работе с нагрузкой, $\pm 30$ об/мин при минимально устойчивой частоте вращения, $\pm 50$ об/мин при работе на холостом ходу		
начало подачи топлива в градусах угла поворота коленчатого вала до в. м. т.	2050	2000	1750
давление топлива на входе в топливный насос, Па	29—31°		26—29°
	$(1,47 \div 3,43) \cdot 10^5$		

Наименование	Марка дизеля		
	M50F (12 <sup>1</sup> /H 18/20)	M-100 (12 <sup>1</sup> /СПН 18/20)	M401 (12 <sup>1</sup> /СПН 18/20)
Наддув дизеля: тип компрессора . . . . .	Центробежный с механическим приводом		Газотурбинный (для ТК-18 с водяным охлаждением)
давление наддува, Па . . . . .	1,52 · 10 <sup>5</sup>		1,56 · 10 <sup>5</sup>
Ревёрсивная муфта . . . . .	С синхронизатором и жестким кулачковым сцеплением на переднем ходу и конической передачей на заднем. Отношение частоты вращения гребного вала к частоте вращения дизеля на переднем ходу — 1, на заднем — 0,8. Обеспечивает абсолютный холостой ход и свободное вращение гребного вала при неработающем дизеле		
Управление . . . . .	Гидравлическое от масляной магистрали дизеля, при неработающем дизеле — ручное		
Давление масла в главной магистрали дизеля во время реверсирования при 700 об/мин и температуре до 70°С на входе в дизель, Па . . . . .	Не менее 5,39 · 10 <sup>5</sup>		
Максимально допустимое давление гребного вала на упорные подшипники реверсивной муфты, кгс . . . . .	4000		
Система пуска и остановки дизеля: пуск дизеля . . . . .	Сжатым воздухом при температуре воды и масла в дизеле не ниже 15°С и давлении воздуха в баллоне не ниже 73,5 × 10 <sup>5</sup> Па		
момент начала подачи пускового воздуха в градусах угла поворота коленчатого вала)	10—12° после в. м. т. на рабочем ходу поршня		
премиюемость дизеля . . . . .	Полностью прогретый дизель допускает прием нагрузки от минимальной до номинальной за время не более 10 сек (по моменту)		
емкость пускового баллона, л . . . . .	Не менее 40		
давление пускового воздуха в баллоне, Па	(73,5 ÷ 133) · 10 <sup>5</sup>		
число последовательных пусков дизеля от одного баллона (ρ=133 · 10 <sup>5</sup> Па; V=40 л): холодного дизеля . . . . .	Не менее 6		
горячего » . . . . .	25—30		
автомат предельных оборотов . . . . .	Предохраняет дизель от разноса, автоматически останавливает его при частоте вращения 1900—2100 об/мин, закрывая заслонками доступ воздуха в дизель		
быстрая остановка дизеля . . . . .	В экстренных случаях вручную за рычаг автомата предельных оборотов поворотом его на 90°	Обеспечивается устройством, расположенным в автомате предельных оборотов, при давлении воздуха (7,84 ÷ 11,76) × 10 <sup>5</sup> Па, поданного из баллона по трубке	

## ВИДЫ РЕМОНТА

## § 3. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ БЫСТРОХОДНЫХ ДИЗЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ОПЫТА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Судовые быстроходные дизели М50Ф, М400 и М401 номинальной мощностью 735 499 Вт имеют большие скорости взаимного перемещения трущихся поверхностей при средней скорости поршня 11,3 м/сек, повышенные переменные циклические и удельные нагрузки от давления сгорания в цилиндре, равного 931 000 Па, и высокие температуры сгорания. Поэтому конструкция деталей дизеля и технология изготовления при строгом соблюдении условий эксплуатации должны обеспечивать минимальные их износы. Завод-изготовитель гарантирует безотказную работу дизеля с сохранением всех его характеристик в течение 2500 ч. После гарантийного срока основные детали имеют значительные износы и при качественном выполнении ремонта могут работать еще продолжительное время. Если сравнить срок работы быстроходных дизелей с менее напряженными автомобильными бензиновыми двигателями, принимая среднюю скорость автомобиля 40 км/ч, то гарантийный срок дизеля составляет 100 тыс. км пробега автомобиля, а общий срок работы деталей — 300—400 тыс. км пробега автомобиля.

В эксплуатации у деталей быстроходных дизелей наблюдаются: стирание трущихся поверхностей, величина которого зависит от чистоты обработки поверхности, качества смазки и своевременной ее смены, от граничного или сухого трения, числа пусков дизеля, от работы топливной аппаратуры и др.;

разрушение в результате коррозии и кавитации поверхностей, омываемых охлаждающей водой;

разрушение от газовой коррозии поверхностей, омываемых горячими газами;

появление остаточных деформаций вследствие ухудшения прочностных и пластических свойств металла и усталости его под действием переменных циклических нагрузок или температурных напряжений; возникновение усталостных трещин.

Износ деталей приводит к изменению первоначальных размеров и геометрической формы, нарушению чертежных сопряжений (зазоров, натягов), потере ими прочности, что является причиной разрушения отдельных деталей и аварии дизеля.

Износ деталей вызывает:

разрегулирование газораспределения, подачи топлива, что нарушает тепловой процесс и равномерность распределения нагрузки по цилиндрам, а также приводит к появлению крутильных колебаний и больших резонансных нагрузок;

нарушение герметичности рабочих цилиндров, приводящее к изменению процесса сгорания и неравномерности нагрузки по цилиндрам, а также прогоранию уплотняющих поверхностей и перегреву деталей (выпускных клапанов, поршней, гильз цилиндров);

нарушение точности взаимного расположения и относительного движения поверхностей в трущихся парах, увеличение зазоров между сопряжениями их;

ослабление материальных связей сопрягаемых поверхностей в неподвижных соединениях (резьбовых, шпоночных, штифтовых и др.) и при неподвижных посадках сопрягаемых деталей, сопровождаемое уменьшением или исчезновением натягов и появлением в них зазоров.

У дизеля износ деталей нарушает нормальную работу его в целом: приводит к потере мощности, затруднению запуска, увеличению расхода топлива и смазки, уменьшению механического к. п. д.

Ремонт дизеля, как и любой другой машины, заключается в устранении нарушений во взаимодействии его частей, вызванных износом деталей, а также в удалении коксовых и масляных отложений, ухудшающих теплообмен, приводящих к ненормальному перемещению деталей (поршневых колец, игл форсунок, плунжерных пар и др.) и затрудняющих смазку, вследствие уменьшения сечения отверстий или каналов.

Количественными показателями износа являются скорость изнашивания в зависимости от продолжительности работы дизеля и абсолютная величина износа. Скорость изнашивания деталей различна; она зависит от факторов конструктивного, технологического и эксплуатационного характера.

Факторами конструктивного характера являются:

удельная нагрузка на поверхность и соответствующая ей сила трения. В быстроходных дизелях удельные нагрузки очень велики и с целью уменьшения износов от них для изготовления деталей применяют высоколегированные марки сталей с цементацией, азотированием и хромированием рабочих поверхностей, с последующей шлифовкой, хонингованием, сулерфинишированием и полировкой;

скорость взаимного перемещения трущихся поверхностей. Для уменьшения износов деталей при больших скоростях предусматриваются высокие точность геометрических форм и взаимного расположения и относительного движения трущихся поверхностей, используются высококачественные бронзы для подшипников с оцинкованием, лужением, индированием или пористым хромированием трущихся поверхностей и высокосортные марки масел с мощными присадками;

скорость возрастания нагрузки;

механические и физические свойства материала (химический состав, прочность, твердость, коррозионная стойкость поверхностного слоя, антифрикционная, усталостная прочность);

уменьшение крутильных колебаний и резонансных нагрузок.

К технологическим факторам относятся:

высокая чистота обработки трущихся поверхностей для уменьшения трения деталей с значительными нагрузками, устранение концентраторов напряжений в виде рисок;

поверхностное уплотнение деталей дробенаклепом, пакаткой роликами, азотированием, цементированием с целью повышения поверхностной твердости и напряжений, предотвращающих появление трещин при больших знакопеременных нагрузках;

обеспечение заданных чертежом точности геометрической формы деталей и взаимного расположения сопряженных поверхностей;

макроструктура детали и микроструктура поверхностного слоя металла;

чистота масляных каналов и водяных полостей деталей.

Эксплуатационными факторами являются:

степень чистоты применяемого топлива, обеспечивающая исправную работу топливной аппаратуры и заданную ее регулировку. Зависание или разрегулировка даже одного плунжера топливного насоса или зависание иглы распылителя нарушает распределение нагрузки по цилиндрам, приводит к появлению крутильных и резонансных колебаний, являющихся причинами повышенных износов и разрушений деталей;

частота остановок и пусков дизеля. В момент пуска появляется граничное или полусухое трение и нарушается тепловой режим сопрягаемых деталей, что приводит к увеличенным нагрузкам (при пуске холодного дизеля зазор между алюминиевым поршнем и стальной гильзой цилиндра значительно больший, чем при нормальном температур-

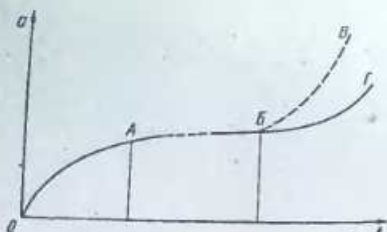


Рис. 12. График износа трущихся поверхностей сопрягаемых деталей быстрогоходных дизелей

своевременный осмотр состояния

График износа трущихся поверхностей сопрягаемых деталей быстрогоходного дизеля при соблюдении инструкции по эксплуатации показан на рис. 12, где по вертикали дана величина износа детали  $a$  в миллиметрах, а по горизонтали — продолжительность работы дизеля  $t$  в часах. Износ поверхностей деталей в зависимости от длительности работы делится на три периода. Первый из них, характеризующийся отрезком  $OA$ , представляет собой совместную приработку поверхностей двух новых деталей, при которой сглаживаются микронеровности. По мере приработки скорость изнашивания уменьшается. Продолжительность этого периода составляет около 2—4% гарантийного срока работы дизеля, а износ деталей за данный период примерно в 2 раза больше износа за весь гарантийный срок.

Для второго периода (отрезок  $AB$ ) характерен нормальный износ поверхностей после их приработки за весь гарантийный срок работы дизеля. Скорость изнашивания на всем участке примерно постоянная и имеет небольшую величину.

Третий период характеризуется двумя отрезками: кривой  $BГ$  (при проведении ремонта дизеля после отработки им гарантийного срока) и кривой  $BB$  (при работе дизеля без ремонта). По кривой  $BГ$  скорость износа примерно вдвое больше, чем по кривой  $AB$ , так как после ремонта допускаются увеличенные зазоры, менее точные геометрические формы деталей, нарушается точность взаимного расположения и относительного движения трущихся поверхностей. Все это приводит к повышению износа деталей. Кривая  $BB$  отличается прогрессивным нарастанием скоростей изнашивания вследствие дополнительных нагрузок динамического характера из-за увеличения зазоров, искажения макрогеометрии поверхностей и других факторов, связанных с износом.

Поскольку скорость изнашивания зависит от большого числа факторов, не поддающихся расчету, для практических целей пользуются средними скоростями износа, определяемыми методами математической статистики на основании обработки статистических данных наблюдений за величиной изнашивания одноименных деталей большой группы однотипных машин. Скорость изнашивания детали определяют по толщине слоя металла, на которую уменьшается ее размер (толщина, длина) за данный промежуток времени, обычно, за установленный заводом-изготовителем гарантийный срок работы дизеля, по формуле

$$v = \frac{\Delta a}{T}, \quad (1)$$

где  $\Delta a$  — изменение размера детали, мм;  
 $T$  — гарантийный срок работы дизеля, ч.

ном режиме, в результате чего во время перекладки поршня возникают большие ударные нагрузки);

тепловые режимы работы дизеля. При работе дизеля с пониженными или повышенными температурами нарушаются требуемые геометрические формы и точность взаимного расположения деталей;

качество смазки, степень ее очистки от механических примесей и коксовых отложений, а также температурный режим смазки; дизеля, промывка его и ремонт.

Для отверстия  $\Delta a = \frac{D_2 - D_1}{2}$ ; для вала  $\Delta a = \frac{D_1 - D_2}{2}$ ,  
 где  $D_1$  и  $D_2$  — диаметры соответственно новой и изношенной дета-  
 лей, мм.

По величине скорости изнашивания вычисляют продолжительность срока службы деталей и сборочных соединений до предельного износа, а на основании его устанавливают моторесурс машины и плановые сроки ремонта последней. По скоростям изнашивания определяют также величину ремонтных размеров, оценивают эффективность методов упрочнения трущихся поверхностей.

Среднюю длительность срока службы детали до предельного ее износа (в ч) находят по формуле

$$T_{\text{пр}} = \frac{\Delta a_{\text{пр}}}{v_{\text{ср}}}, \quad (2)$$

где  $\Delta a_{\text{пр}}$  — предельная величина изменения размера детали вследствие износа, мм;

$v_{\text{ср}}$  — средняя скорость изнашивания, определяемая методами математической статистики, мм/тыс. ч.

Среднюю продолжительность срока службы сборочного соединения из двух деталей до предельного его износа (в тыс. ч) находят по формуле

$$T_{\text{с.пр}} = \frac{\Delta s_{\text{пр}}}{v_{\text{ср1}} + v_{\text{ср2}}} = \frac{s_{\text{пр}} - s_{\text{ном}}}{v_{\text{ср1}} + v_{\text{ср2}}}, \quad (3)$$

где  $\Delta s_{\text{пр}}$  — предельное изменение зазора между трущимися поверхностями, мм;

$v_{\text{ср1}}$  и  $v_{\text{ср2}}$  — средние скорости изнашивания соответственно первой и второй деталей, определяемые методами математической статистики, мм/тыс. ч;

$s_{\text{пр}}$  и  $s_{\text{ном}}$  — предельный и номинальный зазоры в соединении, мм.

Износы деталей и сборочных соединений дизеля в зависимости от характера ремонтных работ разделяются на основные и второстепенные. Основными износами детали называются такие износы ее поверхностей, которые раньше других видов изнашивания достигают предельного значения и требуют замены или восстановления детали. К основным износам сборочных соединений относятся такие износы сопрягаемых поверхностей деталей, которые раньше других достигают предельного значения и вызывают необходимость разборки соединения и восстановления изношенных поверхностей или замену деталей.

Следует отметить, что одни основные износы влияют на работу дизеля, это износы поршневых колец, поршней, гильз цилиндров, впускных и выпускных клапанов с седлами, плунжерных пар топливного насоса-распылителя с иглой форсунки, другие — на надежность его работы, это износы подшипников коренных опор коленчатого вала и подшипников шатунов, коленчатого вала, шестерни передач, приводных валков и рессор, деталей водяного насоса и др.

Второстепенными износами называют все другие виды изнашивания деталей, узлов и сборочных соединений, достигающие предельного значения позднее основных износов и не влияющие на работу дизеля и его надежность. Эти износы определяют при ремонте дизеля и устраняют исправлением или заменой деталей.

Классификация основных износов деталей быстроходных дизелей, влияющих на процесс сгорания, причины возникновения, способы определения и способы их устранения, приведены в табл. 2, а классификация основных износов деталей, влияющих на надежность и долговечность работы быстроходных дизелей, — в табл. 3.

Деталь или узел	Вид износа	Причина	Определение причины		Способы устранения	Срок службы детали до замены ее с учетом ремонта
			во время работы дизеля	при ремонте дизеля		
Поршневые компрессионные кольца	Износ рабочей поверхности по образующей	Всасывание запыленного воздуха. Работа дизеля на низкосортном масле. Нарушение срока смены масла. Перегрев цилиндра из-за неисправности топливной аппаратуры	Плохой пуск дизеля. Потеря мощности. Черный дым на выпуске. Увеличение расхода топлива	Видимые следы износа на образующей кольца. Острые кромки на переходе образующей к плоскости прилегания к поршню. Увеличение стыкового зазора при рабочем положении кольца	Заменить поршневое кольцо новым	На дизелях М50Ф и М400 1000—1500 ч, на дизеле М401 2500 ч
	Износ поверхностей прилегания к канавкам поршня Потеря упругости кольца	То же Перегрев цилиндра из-за неисправности топливной аппаратуры или нарушение температурного режима работы дизеля	Повышенный расход масла и выброс его на выпуске Плохой пуск дизеля. Потеря мощности. Черный дым на выпуске. Увеличение расхода топлива	То же Уменьшение стыкового зазора кольца в свободном его состоянии	То же Заменить поршневое кольцо новым	»
Поршневые масляные кольца	Износ рабочего конуса	Плохая очистка масла во время работы дизеля. Нарушение срока его смены. Работа дизеля на перегретом масле	Повышенный расход масла. Выброс его на выпуске. Белый дым на выпуске. Неустойчивая работа дизеля на малой частоте вращения	Износ конусной рабочей поверхности кольца (более 30% по его высоте). Увеличение стыкового зазора при рабочем положении кольца	Заменить поршневое кольцо новым. Организовать изготовление поршневых колец на ремонтном или специализированном заводе	»
Впускные клапаны	Износ рабочей фаски	Всасывание запыленного воздуха. Закисание масла. Увеличения скорости посадки клапана	Плохой пуск дизеля. Потеря мощности. Дым на выпуске. Повышенный расход топлива. Вибрация дизеля	Потеря герметичности посадки клапана. Видимый ступенчатый износ фаски клапана	Отшлифовать рабочую поверхность фаски клапана с последующей притиркой ее к седлу и проверить герметичность посадки клапана на седло	7000—10 000 ч
	Прогар рабочей фаски	Работа впускного клапана с повышенным износом рабочей фаски. Изгиб толкателя вследствие попадания посторонних предметов на рабочую фаску при впуске или раз-	Хлопки во впускной системе. Перегрев патрубков впускного коллектора в районе прогара клапана. Дым на выпуске. Потеря мощности	Видимый прогар рабочей фаски клапана	Заменить впускной клапан во избежание обрыва его при дальнейшей работе	

Выпускной клапан	Износ рабочей фаски	рушении деталей в цилиндре. Нарушение регулировки газораспределения. Нарушение процесса сгорания в цилиндре в результате разрегулировки или неисправности топливной аппаратуры, применения загрязненного топлива или дефектов поршневых колец. Нарушение системы охлаждения дизеля. Работа дизеля с закоксованным маслом.	Затрудненный пуск дизеля. Потеря мощности. Дым на выпуске. Повышенный расход топлива	Потеря герметичности клапана. Видимый ступенчатый износ фаски, мелкие вмятины на ней	Отшлифовать рабочую фаску с последующей притиркой ее к седлу и проверкой герметичности посадки клапана на седло	До 15 000 ч
Седла впускных и выпускных клапанов	Износ рабочей фаски седла	Причины износа такие, как и у впускных и выпускных клапанов	Способы определения износов такие, как и при износе рабочих фасок впускных и выпускных клапанов	Видимый ступенчатый износ рабочей фаски седла	Расширить рабочие фаски седел с последующей притиркой их клапаном и проверить герметичность посадки клапана на седло	5000—8000 ч
Распылитель форсунки	Потеря натяга посадки седла клапана в моноблоке	Перегрев седла вследствие нарушения температурного режима работы	Определить нельзя	Нарушение развальцовки седла. Зазор между седлом клапана и моноблоком	Заменить седла клапана с последующей расшировкой рабочей фаски и притиркой клапана	5000—8000 ч
	Зависание иглы	Работа на загрязненном или обводненном топливе. Установка форсунки с перекосом. Перегрев распылителя из-за прорыва газов под форсунку при ослаблении ее крепления	Потеря мощности. Черный дым на выпуске. Обратная дизеля. Повышенный расход топлива	Отсутствие впрыска топлива при проверке форсунки на распыливание или течь его через отверстие распылителя	Промыть и довести иглу распылителя по диаметру и рабочему конусу. Заменить иглу распылителя	6000—10 000 ч
Плунжерная пара насоса высокого давления	Потеря плотности распылителя	Работа на загрязненном или обводненном топливе	То же	Пониженное давление впрыска, подтекание топлива, некачественное распыливание его при проверке форсунки на распыливание	Заменить иглу или распылитель	6000—10 000 ч
	Потеря плотности пары	Работа на загрязненном или обводненном топливе	Потеря мощности. Черный дым на выпуске. Обратная дизеля. Повышенный расход топлива	Разрегулировка момента и количества подачи топлива. Уменьшение времени опрессовки плунжерной пары	Заменить плунжер или гильзу плунжерной пары, плунжерную пару	8000—10 000 ч

Деталь или узел	Вид износа	Причина	Определение причины		Способы устранения	Срок службы детали до замены ее с учетом ремонта
			во время работы дизеля	при ремонте дизеля		
Нагнетательный клапан насоса высокого давления Гильза цилиндра	Зависание плунжера в гильзе	Работа на загрязненном или обводненном топливе	Потери мощности. Черный дым на выпуске. Обратная тяга. Повышенный расход топлива	Не подает топливо секция насоса высокого давления	Заменить плунжерную пару	
	Потеря герметичности клапана	Работа на загрязненном или обводненном топливе	Потери мощности. Черный дым на выпуске. Обратная тяга. Повышенный расход топлива	Нарушение герметичности клапана. Зависание клапана в седле	Притереть рабочий конус клапана к седлу и проверить герметичность	10 000—15 000 ч
Гильза цилиндра	Износ зеркала гильзы	Всасывание запыленного воздуха. Смывание масла нераспыленным топливом при неисправной форсунке. Работа на масле низкого качества. Нарушение срока смены его. Перегрев охлаждающей воды или масла во время работы дизеля. Частый пуск дизеля	Дым и выброс масла на выпуске. Потеря мощности	Ступенчатый износ главным образом в районе расположения 1-го и 2-го поршневых колец при положении поршня в в. м. т.	Шлифовать зеркало при его износе до 0,2 мм на сторону. Заменить гильзу при большом износе, так как при шлифовке снимается азотированный слой	3000—7000 ч
	Нарушение герметичности и коррозии водяной полости гильзы	Работа дизеля с охлаждающей водой без замедлителя коррозии, с повышенной или пониженной его концентрацией. Частая смена охлаждающей воды, более насыщенной кислородом	Понижение уровня воды в расширительном бачке системы охлаждения дизеля. Капли воды на сетках масляного фильтра. Течь воды из контрольных отверстий моноблока. Парообразный выпуск	Течь воды из контрольных отверстий или в камеру сгорания при опрессовке моноблока	Заменить рубашку гильзы цилиндра	3000—7000 ч

Примечания: 1. На ремонтных или специализированных заводах необходимо организовать изготовление поршневых колец, впускных и выпускных клапанов, седел с ремонтными размерами и гильз.

2. При каждом ремонте дизелей следует иметь до 30% новых впускных и до 20% выпускных клапанов, до 10% новых седел, до 40% новых распылителей, до 20% новых плунжерных пар, до 10% нагнетательных клапанов насоса высокого давления и до 50% новых гильз.

Деталь или узел	Вид износа	Причины	Определение причины		Способы устранения	Срок службы детали до ее замены с учетом ремонта
			во время работы дизеля	при ремонте дизеля		
Коленчатый вал	Износ коренных и шатунных шеек	Работа на масле низкого качества. Несоблюдение сроков смены масла. Частый пуск дизеля. Перегрузка отдельных цилиндров из-за нарушения нормальной работы топливной аппаратуры	Снижение давления масла в главной магистрали при повышенном износе	Микрометрический замер диаметра, овала конусности, корсетности и бочкообразности шеек с точностью до 0,002 мм. Замер шейки шеек вала установленные коленчатого вала на призмы на 1, 4 и 7-ю шейки	Шлифовать коленчатый вал только в крайнем случае, так как он азотирован на глубину 0,25—0,40 мм. Изменение геометрии шеек вала устранить ласкальной доводкой до получения требуемых геометрических размеров, при этом толщина снимаемого металла не должна превышать 0,15 мм	15 000—20 000 ч
	Износ шлицев хвостовика коленчатого вала, запрессованного в 1-ю коренную шейку	Большая наработка дизеля или увеличение крутильных колебаний, вызванных разрегулировкой топливной аппаратуры	Увеличение вибрации дизеля. Стальная пыль на сетках выхода масла	Визуальное определение износа шлицев хвостовика вала. Увеличение зазора по шлицам с сопряженной деталью	Заменить хвостовик коленчатого вала	5 000—10 000 ч
Амортизатор коленчатого вала	Поломка пружины амортизатора	Увеличение крутильных колебаний вследствие разрегулировки топливной аппаратуры или ненормальной подачи топлива в отдельные цилиндры	Увеличение вибрации дизеля. Стальная стружка на сетках фильтра выхода масла	Визуальное определение поломки пружин. Замер нагрузки пружин	Заменить пружины амортизатора	2500—5000 ч
Коренной вкладыш коленчатого вала	Износ рабочей поверхности (по внутреннему диаметру)	Работа на масле низкого качества. Несоблюдение срока смены его. Работа на обводненном или разжиженном топливом масле. Перегрузка отдельных цилиндров из-за нарушения нормальной работы топливной аппаратуры. Работа дизеля на повышенном температурном режиме масла	Стружка цвета красной меди на сетках фильтра выхода масла. Падение давления масла в главной магистрали (при повышенном износе)	Визуальный осмотр рабочей поверхности вкладыша. Микрометрический замер внутреннего диаметра при рабочем состоянии вкладыша с точностью до 0,002 мм	Переосцилировать внутреннюю поверхность и омеднить паружиную (при небольшом износе рабочей поверхности). Заменить коренной вкладыш новым с ремонтными размерами (при износе поверхности более 0,2 мм)	5000—8000 ч

Деталь или узел	Вид износа	Причина	Определение причины		Способы устранения	Срок службы детали до ее замены с учетом ремонта
			во время работы дизеля	при ремонте дизеля		
	Ослабление натяга вкладыша в постели картера	Работа на масле низкого качества. Несоблюдение срока его смены. Работа на обводненном или разжиженном топливом масле. Частый пуск дизеля. Перегрузка отдельных цилиндров из-за нарушения нормальной работы топливной аппаратуры. Работа дизеля на повышенном температурном режиме масла	Стружка цвета красной меди на сетках фильтра выхода масла. Падение давления масла в главной магистрали (при повышенном износе)	Микрометрический замер постели под вкладыш и математический подсчет натяга вкладыша по его наружному диаметру	Осведнить наружный диаметр или заменить вкладыш новым с ремонтными размерами	5000—8000 ч
Главный сцепной шатун	Износ рабочей поверхности шатунного вкладыша и ослабление его посадки в шатуне	То же	Стружка цвета красной меди на сетках фильтра выхода масла. Падение давления масла в главной магистрали	При визуальном осмотре видимое стирание свинцово-оловянистого покрытия и износ свинцовой бронзы. Микрометрический обмер внутреннего диаметра вкладыша при рабочем положении его в шатуне	Переоспицедать внутреннюю и переобднить наружную поверхности вкладыша. Заменить шатунный вкладыш при повышенном износе его рабочей поверхности	5000—8000 ч
Верхняя часть картера дизеля	Износ или ослабление посадки втулок верхних и нижних головок шатунов	»	Стружка цвета красной меди на сетках фильтра выхода масла	Микрометрический обмер втулок верхних и нижних головок шатуна	Установить втулки с ремонтными размерами	с 7000—10 000 ч
	Износ поверхностей под коренные вкладыши	Повышенные нагрузки в отдельных цилиндрах из-за нарушения регулировки топливной аппаратуры или ненормальная ее работа	Определить нельзя	Микрометрический обмер постелей под коренные вкладыши	Расточить постели совместно с подвесками при рабочем положении их	7000—10 000 ч

Моноблок

Обрыв силовых шпилек крепления блока	Разрегулировка работы топливной аппаратуры. Перетяжка гайки силовой шпильки и перекос последней	Течь воды и масла из контрольных отверстий блока в районе оборванной шпильки	Визуальный осмотр и простукивание шпилек	Заменить шпильками с ремонтными размерами по резьбе	15 000—20 000 ч
Трещины в камере сгорания	Нарушение температурного режима охлаждающей воды	Капли воды на сетках масляного фильтра. Парообразный выпуск	Течь воды в камере сгорания при опрессовке моноблока	Заменить моноблок. В отдельных случаях разрешается заваривать дефектные места	8 000—10 000 ч
Ослабление посадки гильзы цилиндра по наружному диаметру	Перегрузка отдельных цилиндров из-за регулировки топливной аппаратуры	Течь воды и масла из контрольного отверстия моноблока	Течь воды из контрольного отверстия гильзы при опрессовке моноблока	Расточить отверстие в моноблоке под гильзу и установить гильзы с ремонтными размерами	8 000—10 000 ч
Износ подшипников распределительных валиков	Работа на масле низкого качества. Нарушение режима температуры и давления масла. Несоблюдение срока смены масла	Алюминиевая пыль или блестяки на сетках масляного фильтра выхода масла	Микрометрический обмер подшипников распределительных валиков	Заменить подшипник	10 000—15 000 ч
Кавитационные разрушения	Работа дизеля с охлаждающей водой без замедлителя коррозии или с повышенной или пониженной его концентрацией. Частая смена охлаждающей воды, более насыщенной кислородом	Течь воды через свищи в наружных стенках моноблока	Визуальный осмотр водяных полостей. Опрессовка моноблока водой	Заварить поврежденные места	8 000—10 000 ч
Износ направляющих клапанов	Нарушение режимов охлаждения и смазки дизеля. Несоблюдение сроков смены масла. Работа на масле низкого качества или на масле, обводненном и разжиженным топливом	Повышение расхода масла, выброс его на выпуск	Микрометрически обмер направляющих клапанов	Изготовить направляющие клапанов с ремонтными размерами, запрессовать их в моноблок и развернуть до требуемого размера	3 000—5 000 ч
Свищи или трещины на наружных поверхностях моноблока	Нарушение системы охлаждения. Применение воды без замедлителя коррозии с повышенной или пониженной его концентрацией	Течь воды по наружным поверхностям моноблока	Визуальный осмотр и опрессовка моноблока водой	Заварить дефектные места	8 000—10 000 ч

Деталь или узел	Вид износа	Причина	Определение причины		Способы устранения		Срок службы детали до ее замены с учетом ремонта
			во время работы дизеля	при ремонте дизеля	Способы устранения		
Распределительные валики газораспределения	Износ кулачковых шеек валика	Работа на масле низкого качества. Несоблюдение сроков смены его. Работа на обводненном или разжиженном топливом масле. Нарушение температурного режима масла То же	Дым на выпуске. Повышенный расход топлива	Визуальный осмотр кулачков и микрометрический обмер шеек валиков	Отполировать кулачки. Отшлифовать и отполировать шейки валиков	15 000—20 000 ч	
Конические шестерни передач	Равномерный износ зубьев	Повышенные нагрузки на зубья, вызванные увеличением крутильных колебаний из-за нарушения работы топливной аппаратуры. Несоблюдение режима смазки дизеля	Снижение мощности дизеля, дым на выпуске и повышенный расход топлива вследствие изменения угла подачи топлива и нарушения газораспределения	Замер зазора в зацеплении при сохранении регулировочных шайб, работавших до ремонта дизеля	Отрегулировать зазор в зацеплении до требуемой величины установкой новых регулировочных шайб. Проверить правильность зацепления по отпечатку краски	15 000—20 000 ч	
	Выкрашивание рабочей поверхности зубьев	Повышенные нагрузки на зубья, вызванные увеличением крутильных колебаний из-за нарушения работы топливной аппаратуры. Несоблюдение режима смазки дизеля	Стальная стружка в виде небольших крупинок на сетках фильтра выхода масла	Визуальный осмотр шестерен после разборки ремонтируемого дизеля	Заменить шестерни новыми или шестернями с другого ремонтируемого дизеля	3 000—5 000 ч	
	Износ рабочих шеек шестерен	Нарушение режима смазки дизеля	Определить нельзя	Микрометрический обмер рабочих шеек шестерен	Отшлифовать шейки шестерен, хромировать их до 0,2 мм на сторону, подвергнуть чистовой шлифовке до чертежного наружного размера. Установить стаканы под шестерни с ремонтными размерами	3 000—5 000 ч	
	Износ шлицев шестерен под рессорные валики	Увеличение крутильных колебаний из-за нарушения работы топливной аппаратуры. Несоблюдение режима смазки	Снижение мощности дизеля, дым на выпуске и повышенный расход топлива вследствие изменения угла подачи топлива и нарушения газораспределения	Визуальный осмотр шлицев. Замер зазора в шлицевом соединении	Заменить шестерни новыми или шестернями с другого ремонтируемого дизеля	3 000—5 000 ч	

Продолжение табл.

Насос пресной воды	Износ деталей водяного уплотнения	Работа дизеля на воде, загрязненной песком и др.	Течь воды из контрольного отверстия насоса пресной воды	Визуальный осмотр деталей водяного уплотнения и проверка упругости пружины насоса	Притереть манжету и втулку насоса. Заменить пружину и резиновое кольцо	1 000—2 500 ч
	Износ крыльчатки насоса	Работа дизеля на воде, загрязненной песком и др.	Нарушение циркуляции охлаждаемой воды, определяемое по повышенному перепаду температуры воды на входе в дизель и выходе из него	Визуальный осмотр крыльчатки после снятия крышки насоса	Заменить крыльчатку	1 000—2 500 ч
Маслонагнетающий насос с центрифугой	Снижение производительности насоса	Работа дизеля на загрязненном масле. Несоблюдение сроков смены масла и очистки барабана центрифуги	Понижение давления масла в главной магистрали и невозможность повышения его редукционными клапаном	Проверка плоскостей уплотнения редукционного клапана. Замер торцовых и радиальных зазоров между шестернями и корпусом масляного насоса	Подторцевать плоскости корпуса насоса под тарелку редукционного клапана. Уменьшить торцовые зазоры притиркой корпуса или крышки насоса	2 500—5 000 ч
	Износ втулок корпуса под шестерни насоса	То же	Стружки или блестящий желтого цвета на сетках фильтра выхода масла	Микрометрический обмер втулок корпуса насоса	Изготовить втулки с ремонтными размерами, запрессовать в корпус и обработать в нем по рабочим диаметрам	2 500—5 000 ч
	Износ цапф шестерен насоса	»	Стальная пыль на сетках фильтра выхода масла	Микрометрический обмер цапф шестерен насоса	Отшлифовать цапфы, хромировать их не более 0,3 мм на сторону и подвергнуть чистовой шлифовке до нужного размера	2 500—5 000 ч
	Износ зубьев шестерен	»	То же	Замер зазора в зацеплении шестерен	Заменить шестерни новыми, если зазор выше допустимого	2 500—5 000 ч
	Износ или коробление фрикционных дисков центрифуги	Несоблюдение сроков очистки ротора центрифуги от отложений масла	Стальная и латунная пыль на сетках фильтра выхода масла	Визуальный осмотр и обмер коробления дисков	Рихтовать и притереть диски до обеспечения их плоскостности	2 500—5 000 ч
	Нарушение балансировки ротора центрифуги	То же	То же	Очистка ротора от масляных отложений и проверка его балансировки	Довести дисбаланс до требуемой величины	2 500—5 000 ч
Маслооткачивающий насос	Снижение производительности насоса	Металлические частицы в масле в результате износа деталей дизеля	Резкое понижение уровня масла в расходном масляном баке из-за переполнения им картера. Повы-	Замер торцовых и радиальных зазоров между корпусом и шестернями	Притереть крышку или корпус насоса. Заменить шестерни последнего	10 000—15 000 ч

Деталь или узел	Вид износа	Причина	Определение причины		Способы устранения	Срок службы детали до ее замены с учетом ремонта
			во время работы дизеля	при ремонте дизеля		
Приводной нагнетатель дизелей М50Ф и М400	Износ втулок корпуса насоса под шапфы ведущей шестерни	Несоблюдение сроков смены масла. Применение масла низкого сорта	пение температуры масла на выходе и перепада температуры на входе и выходе его. Течь масла по уплотнению вала отбора мощности	насоса, зазоров в зацеплении шестерен	Заменить втулки втулками с ремонтными размерами	10 000—15 000 ч
	Износ сухарей фрикционных	Недостаточная площадь прилегания сухарей к конусам фрикционных вследствие нарушения требований чертежа при изготовлении	Стружка или блестящий желтого цвета на сетках фильтра выхода масла	Микрометрический обмер втулок насоса	Притереть сухари к фрикционным нагнетателя	5 000—8 000 ч
	Забитые или трещины на крыльчатке нагнетателя	Засасывание посторонних предметов с воздухом	Определить нельзя	Снижение мощности дизеля. Дым на выпуске. Повышенный расход топлива	Проверка площади прилегания сухарей к фрикционам по краске	Притереть сухари к фрикционным нагнетателя
Турбокомпрессор ТК-18	Износ подшипников корпуса нагнетателя	Использование масла низкого качества. Несоблюдение сроков смены его. Вода или топливо в масле	Стружка или блестящий желтого цвета на сетках фильтра выхода масла	Микрометрический обмер подшипников корпуса нагнетателя	Зачистить и заполировать забитые с последующей балансировкой крыльчатки	10 000—15 000 ч
	Износ зубьев шестерен	То же	Стальная пыль или стружка на сетках фильтра выхода масла	Замер зазоров в зацеплении шестерен	Заменить подшипники и расточить их	8 000—10 000 ч
	Износ подшипника ротора	Использование масла низкого качества. Несоблюдение сроков смены его. Вода или топливо в масле	Стружка или блестящий желтого цвета на сетках фильтра выхода масла	Микрометрический обмер подшипника ротора	Заменить шестерни нагнетателя	8 000—10 000 ч
Забитые на крыльчатках компрессора и турбины, нарушение балансировки	Посторонние предметы на крыльчатке	Определить нельзя	Определить нельзя	Визуальный осмотр при разборке	Заменить подшипник	2 500—5 000 ч
					Зачистить забитые, проверить, нет ли трещин и отбалансировать ротор	2 500—5 000 ч

Реверсивная муфта	Износ конусов синхронизатора	Разрегулировка механизма дистанционного управления. Замедленное переключение рукоятки управления реверсом. Понижение давления масла в главной магистрали при реверсировании (ниже чем $5,4 \cdot 10^5$ Па)	Длительное реверсирование (более 6 сек). Удары в муфте. Стальная стружка или продукт асбобакелита на сетках фильтра выхода масла	Визуальное определение износа конусов синхронизатора по приколам, грубым рискам или стиранию асбобакелитовых накладок двойного конуса	Заменить накладки на двойном конусе. Проточить подшипный и неподвижный конусы синхронизатора	5 000—8 000 ч
	Износ шарнирных соединений в тяге гидравлического управления	Недостаточная смазка шарнирных соединений тяг гидравлического управления. Разрегулировка тяг из-за ослабления резьбовых соединений	Не переключается муфта гидравлическим управлением	Визуальный осмотр шарнирных соединений тяг и резьбовых ее деталей	Восстановить регулировку тяг	2 500—5 000 ч
	Износ накладок тормозной ленты, обрыв или трещины в последней	Перегрузка дизеля на заднем ходу реверсивной муфты. Разрегулировка затяжки тормозной ленты	Медленное включение заднего хода или он не включается	Проверка затяжки тормозной ленты. Визуальный осмотр ленты и ее накладок	Заменить ленту, имеющую трещину и изношенные накладки, расточить последние в сборе с лентой	2 500—5 000 ч
	Износ зубьев шестерен планетарного редуктора	Перегрузка дизеля на заднем ходу. Применение масла низкого качества, несоблюдение сроков его смены	Шум в муфте при включении заднего хода. Стальная пыль или стружка на сетках фильтра выхода масла	Визуальный осмотр шестерен и замер зазоров в их зацеплении	Обеспечить требуемый зазор в зацеплении шестерен постановкой новых шайб. Заменить шестерни планетарного редуктора	2 500—5 000 ч

Примечания: 1. Коленчатый вал приходится заменять только при грубых нарушениях инструкции по эксплуатации. На двадцать—тридцать ремонтируемых дизелей надо иметь один новый коленчатый вал.

2. На ремонтных или специализированных заводах необходимо изготовлять: ремонтные хвостовики коленчатого вала, пружины амортизаторов, коренные вкладыши, шатунные вкладыши и направляющие клапанов с ремонтными размерами, регулировочные шайбы передач, детали водяного уплотнения, крыльчатки и валики насоса, детали масляного насоса, втулки с ремонтными размерами для маслооткачивающего насоса, сухари фрикционных, подшипники корпуса нагнетателя.

3. На каждый ремонтный дизель нужно иметь новых: пружин амортизатора до 30%, коренных вкладышей до 40%, шатунных вкладышей до 50%, втулок верхних и нижних головок шатунов 35%, шпилек с ремонтными размерами по резьбе 3—4%, подшипников разного назначения 5—7%.

4. Для ремонта двух дизелей требуется: один новый насос пресной воды, один комплект конусов синхронизатора, одна тормозная лента или комплект накладок и один комплект шестерен; трех дизелей — один комплект новых моноплоков, один комплект новых конических шестерен, две новые крыльчатки с валиками и один комплект шестерен нагнетателя; для четырех дизелей — один комплект новых распределительных валиков; для пяти дизелей — один маслонагнетающий и один маслооткачивающий насосы.

5. На ремонтном заводе необходимо обеспечить механическую обработку отдельных накладок, заменяемых на тормозной ленте, и накладок, закрепленных на двойном конусе реверсивной муфты.

#### § 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ РЕМОНТА ДИЗЕЛЯ

В зависимости от особенностей конструкции, степени повреждения и износа дизелей и их составных частей, а также трудоемкости работ ремонт подразделяют на текущий (малый), средний и капитальный.

**Текущий (малый)** представляет собой минимальный по объему вид ремонта, при котором обеспечивается нормальная эксплуатация дизеля до очередного планового ремонта. При текущем ремонте заменяют или восстанавливают отдельные составные части (быстроизнашивающиеся детали), а также выполняют регулировочные работы (по газораспределению, воздухораспределению и углу подачи топлива).

На дизелях М50Ф, М400 и М401 такой ремонт производится непосредственно на судне, без их демонтажа. При этом поднимают мопоблоки, промывают и осматривают поршневую группу, заменяют изношенные или потерявшие упругость поршневые кольца, проверяют герметичность впускных и выпускных клапанов с последующей их притиркой, проверяют работу и регулировку форсунок, снимают реверсивную муфту, демонтируют амортизатор коленчатого вала, разбирают его и проверяют пружины, демонтируют насос пресной воды и разбирают при термичной воды из его контрольного отверстия, устраняют неисправности, обнаруженные при эксплуатации дизеля и записанные в его формуляре.

Выполняется текущий ремонт силами эксплуатационного персонала или ремонтными службами.

**Средний ремонт** заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик дизеля, замене изношенных или поврежденных составных частей его, проверке технического состояния других составных частей, удалении коксовых и масляных отложений и нагарообразований, приводящих к повышенным износам и нарушению эксплуатационных характеристик дизеля. Такой ремонт называют еще полной переборкой дизеля с разборкой, промывкой, дефектацией, заменой изношенных или поврежденных деталей, сборкой и полной регулировкой дизеля.

После среднего ремонта дизель испытывают на специальном стенде, а если его нет, непосредственно на судне. При среднем ремонте может производиться капитальный ремонт отдельных основных узлов или деталей дизеля.

Производится средний ремонт мастерскими порта или подвижными ремонтными службами пароходства.

Для обеспечения надежной работы в навигационный период и предотвращения простоев судна из-за неисправностей дизелей М50Ф, М400 и М401 средний ремонт их необходимо выполнять после каждого навигационного периода независимо от количества наработанных часов. В межнавигационный период можно провести средний ремонт всех дизелей мастерскими порта, в котором эксплуатируются дизели.

Средний ремонт дизелей М50Ф, М400 и М401 производится в обязательном порядке после наработки 2000 ч.

**Капитальный ремонт** включает полную разборку и дефектацию дизеля, замену всех основных частей, в том числе и базовых, проверку всех составных частей, сборку дизеля и его комплексную проверку, регулировку и испытание. Такой ремонт выполняется ремонтными заводами после выработки дизелем моторесурса, который устанавливается заводом-изготовителем и указывается в формуляре дизеля.

Данные документы разрабатывают по ГОСТ 2.602—68. К ним относятся рабочие конструкторские чертежи, предназначенные для подготовки ремонтного производства, ремонта и контроля дизеля после него. Их разрабатывают на изделия, для которых предусматривается технически возможное и экономически целесообразное восстановление параметров и характеристик, изменяющихся при эксплуатации.

Ремонтные документы составляют отдельно на текущий (малый), средний и капитальный ремонт. Для текущего (малого) ремонта разрабатывают, как правило, эксплуатационную документацию.

Все ремонтные документы делят на: документы опытного ремонта, документы установочной ремонтной серии, документы установившегося серийного или массового производства.

Документы опытного ремонта, имеющие литеру РО, составляют на ремонт заранее установленной партии дизелей или на ремонт их в течение определенного срока. Проверяют эти документы при опытном ремонте одного или нескольких дизелей (отдельных узлов и деталей) с последующим их испытанием. Проверенным документам присваивают литеры РО1, РО2 и т. д.

Литеру РА имеют документы установочной ремонтной серии. Их составляют на основании документов опытного ремонта, результатов ремонта и испытаний определенной партии (установочной серии) дизелей. Используются они для ремонта последующих партий дизелей или организации серийного и массового ремонтного производства.

Документам установившегося серийного или массового производства присваивают литеру РБ. Их окончательно отработывают и проверяют в ремонтном производстве. Для разового ремонта одного или ограниченного числа дизелей предназначены документы с литерой РИ.

Ремонтные документы разрабатывают в соответствии с предполагаемым объемом ремонтного производства (единичный, серийный или массовый), с учетом экономической целесообразности и технических возможностей предприятий. Для крупносерийного или массового производства в такой документации предусматривают поточные формы его организации с ограниченным применением пригонки деталей по месту.

В общем случае ремонтные документы разрабатывает как завод-изготовитель дизеля, так и технические службы ведомств, эксплуатирующих его, на основании: рабочей конструкторской и эксплуатационной документации, анализа пригодности дизеля и частей его, технологической документации материалов по исследованию и изучению неисправностей, возникающих при испытании и эксплуатации данного типа дизелей и аналогичных ему других типов, результатов научно-исследовательских работ по изучению технологических процессов ремонта и т. д.

Следует предусматривать в ремонтных документах в пределах экономической целесообразности максимально возможную номенклатуру восстанавливаемых при ремонте деталей дизеля. Как правило, необходимо сохранять взаимозаменяемость деталей и составных частей, предусмотренную в рабочей конструкторской документации, и разрабатывать способы ремонта, позволяющие в максимальной степени восстанавливать размеры деталей до первоначальных.

Параметры дизеля, указанные в ремонтных документах с отклонениями от рабочей конструкторской документации, не должны влиять на его эксплуатационно-технические характеристики (мощность, расход топлива и масла, давление и температуру масла, воды, топлива и др.).

В комплект документов для ремонта обычно входят: руководство по ремонту (общее, по среднему ремонту и капитальному), технические условия на капитальный или средний ремонт, чертежи, каталог дета-

лей и сборочных единиц, нормы расхода запасных частей и материалов и ремонтные ведомости. К ремонтным относятся чертежи, предназначенные для ремонта (деталей, сборочных единиц), сборки и контроля отремонтированных изделий, вновь изготавливаемых дополнительных деталей с ремонтными размерами.

Размеры, установленные для ремонтируемой детали или изготовления новой взамен изношенной и отличающиеся от аналогичных размеров рабочих чертежей, называются ремонтными. Эти размеры делятся на категоричные и пригоночные. Категоричными называются окончательные ремонтные размеры деталей, установленные для определенной группы ремонта, а пригоночными — ремонтные размеры, установленные с учетом припуска на пригонку деталей (по месту).

На габаритных и монтажных чертежах, схемах, входящих в комплект ремонтной документации, указывают только данные, отличающиеся от данных соответствующих документов, входящих в комплект рабочей документации.

Необходимо приводить на ремонтных чертежах только размеры, предельные отклонения, зазоры и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены при ремонте и сборке дизеля. На детали, которые при ремонте не могут быть разъединены (неразъемные соединения, выполненные клепкой, сваркой, пайкой и т. д.), отдельные чертежи не изготавливают. Рекомендации по ремонту таких деталей приводятся на ремонтном чертеже соответствующей сборочной единицы с добавлением отдельных изображений, поясняющих сущность ремонта.

На ремонтных чертежах (кроме чертежей на вновь изготавливаемые детали или сборочные единицы) изображают виды, разрезы и сечения, нужные для производства ремонта детали или сборочной единицы.

Как правило, на ремонтных чертежах проставляют цифровые предельные отклонения размеров. При указании предельных отклонений размеров условными обозначениями (например, А, А<sub>3</sub>, С и Н и т. д.) их числовые значения дают рядом в скобках.

Места, подлежащие ремонту, на ремонтных чертежах выполняют сплошной основной линией, остальные — сплошной тонкой линией. Если у отдельных элементов ремонтируемой детали меняется конфигурация, то измененную ее часть на чертеже изображают сплошной основной линией, а неизменную — сплошной тонкой линией.

На чертеже детали, ремонтируемой сваркой, наплавкой и т. д., рекомендуется приводить эскиз подготовки соответствующего участка ее к ремонту. При этом указывают наименование материала, марку, размеры, а также номер стандарта на него.

Если при ремонте удаляют изношенную часть детали или заменяют новой, на эскизе подготовки к ремонту ее изображают штрих-пунктирной тонкой линией. Заготовку для новой части вычерчивают отдельно.

Чертежи деталей, для которых предусмотрены пригоночные размеры, должны иметь установочные базы для пригонки (по месту). Категоричные и пригоночные размеры, а также размеры деталей, с которых снимают минимально необходимый слой материала, обозначают буквами, а их числовые величины и другие данные указывают на выносных линиях или в таблице в правой верхней части чертежа.

В сопряженных деталях с категоричными размерами на ремонтных чертежах сохраняют класс точности и посадку, предусмотренные в рабочих чертежах. Для определения способа ремонта на ремонтных чертежах деталей и сборочных единиц приводят технологические требования и указания по восстановлению эксплуатационных характеристик дизеля. Технологические требования к отдельному элементу детали или сборочной единицы помещают на ремонтном чертеже, как правило, рядом с соответствующим элементом детали или сборочной единицы. Если при ремонте в деталь необходимо ввести дополнительные

элементы (штулку, стопорный винт и т. п.), то ремонтный чертеж ее выполняют как сборочный.

На ремонтных чертежах деталей содержание графы «Материал» должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочих чертежей. Допуски на свободные размеры 7, 8 и 9-го классов точности на ремонтных чертежах округляют до десятых долей миллиметра.

К обозначению ремонтного чертежа Р добавляют обозначение детали или сборочной единицы. Шифр ремонтного сборочного чертежа РСБ. К обозначению ремонтного чертежа с пригоночным размером добавляют букву П. Ремонтный чертеж дополнительной (новой) детали обозначают буквой Н, ее добавляют к обозначению ремонтного чертежа детали, к которой относится новая дополнительная деталь. Если последняя подлежит пригонке, то вместо буквы Н ставят буквы НП. Когда для ремонта основной детали требуется не одна, а несколько дополнительных деталей, к букве Н добавляют порядковые их размеры (Н1, Н2 и т. д.). При изображении на ремонтном чертеже сборочной единицы деталей других сборочных единиц к обозначению ремонтного чертежа их добавляют буквы РА, например РАСБ.

#### § 6. ОБОСНОВАНИЕ К СПИСАНИЮ ДИЗЕЛЯ, НЕ ПОДЛЕЖАЩЕГО РЕМОНТУ

При ремонте дизеля учитывают два фактора: экономическую целесообразность и техническую возможность проведения его. На основании их определяют, можно ли дизель ремонтировать или надо списать, как не подлежащий ремонту. Чтобы установить это, нужно произвести полную разборку дизеля, дефектацию, микрометрический обмер и изучить записи в его формуляре.

Экономическая целесообразность ремонта дизеля определяется с учетом общегосударственных норм. При этом не принимают во внимание такие причины, как отсутствие запасных частей необходимого оборудования, оснастки, материалов, недостаточная квалификация рабочих и ИТР и т. д. С учетом экономического фактора дизели М50Ф, М400 и М401 подлежат к списанию только в том случае, если при дефектации бракуют их базовые (основные) узлы: верхнюю часть картера, коленчатый вал, шатуны (более трех), моноблоки и др.

Техническая возможность ремонта дизеля определяется по его общей наработке и величине износа основных деталей. Общая наработка дизеля характеризует усталостную прочность силовых деталей. У дизелей М50Ф, М400 и М401 такие детали при соблюдении инструкции по эксплуатации могут практически работать 10 000—15 000 ч. После указанной величины наработки на деталях образуются усталостные трещины, приводящие к их поломкам и аварии дизеля.

Пригодность деталей к дальнейшей работе по величине износа определяется по каждой детали в отдельности в зависимости от конструктивных особенностей, как-то: конструктивной прочности, глубины азотируемого или цементированного слоя и т. п.

Обоснование к списанию дизеля, не подлежащего ремонту, составляет техническая комиссия, назначаемая приказом начальника пароходства. На основании материала дефектации и микрометрического обмера дизеля она составляет акт, который подписывает начальник пароходства. Акт передается в бухгалтерию пароходства для списания дизеля с баланса. В нем приводится перечень забракованных основных деталей и узлов дизеля с указанием причины браковки, а также перечень годных деталей, которые можно использовать в качестве запасных при ремонте других дизелей.

Акт подписывают: начальник технического отдела, начальник отдела технического контроля и начальник ремонтного цеха. Вступает в силу акт после утверждения его начальником пароходства.

№	Деталь или узел	Количество	Причина забраковки	Рекомендации технической комиссии
1	Верхняя часть картера	1	Усталостные трещины в районе 4-й и 6-й опор коренных вкладышей. Выработка всех опор под вкладыши	Вывернуть из картера шпильки крепления блоков и подвесок и использовать их в качестве запасных при ремонте других дизелей или для изготовления запасных частей. Сдать картер в металлолом
2	Моноблок правый	1	Повреждено дно камеры сгорания 2-го цилиндра в результате обрыва впускного клапана	Снять распределительные валики с подшипниками и использовать их в качестве запасных. Выпрессовать гильзы цилиндров, произвести гидропрессовку их и замерить износ зеркала. Использовать годные гильзы в качестве запасных. Демонтировать воздухораспределитель, пусковые клапаны, воздушные трубки и наклонную передачу и использовать в качестве запасных. Сдать моноблок в металлолом
3	Главный шатун	3	Усталостные трещины в ложе под вкладыш в районе отверстия под штифт	Сдать шатуны в металлолом
4	Поршни	12	Выработка поршневых канавок	Сдать поршни в металлолом
5	Коленчатый вал	1	Задиры на 2-й шатунной шейке с цветными побежалостями в результате разрушения вкладыша шатуна	Снять амортизатор, заглушки шатунных шеек и использовать их в качестве запасных. Сдать коленчатый вал в металлолом
6	Реверсивная муфта	1	Скол зубьев храповиков и прожог всех трех конусов синхронизатора. Обрыв тормозной ленты и задиры на тормозном барабане заднего хода	Использовать годные детали в качестве запасных, сдать остальные в металлолом

### § 7. СПОСОБЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗНОСА

Замена изношенных или поврежденных деталей значительно удорожает ремонт быстроходных дизелей. Поэтому на ремонтных заводах должен быть участок по восстановлению деталей дизеля хромированием изношенных поверхностей, омеднением, освинцеванием и дужением, наплавкой или заваркой алюминиевых деталей, установкой алюминиевых или стальных втулок.

Хромирование изношенных поверхностей стальных деталей при ремонте дизелей применяется очень часто и рекомендуется в технической литературе. Поверхности деталей быстроходных дизелей хромируют только в тех случаях, если это предусматривается техническими условиями на ремонт. Детали, испытывающие большие или знакопеременные нагрузки и имеющие малые толщины, хромированию не подлежат, так как слой металла под хромом насыщается водородом, который является концентратором напряжений, что приводит к поломкам деталей после их непродолжительной работы.

Хромирование наружной поверхности гильз цилиндра с целью устранения кавитационных разрушений является причиной образования трещин, а это в свою очередь — причиной попадания воды в цилиндр, гидравлического удара и аварии дизеля. Не хромируют также зубья цилиндрических и конических шестерен.

Перед хромированием изношенную поверхность детали шлифуют до удаления следов неравномерного износа, чтобы хромированный слой имел одинаковую толщину. Затем деталь покрывают слоем хрома толщиной 0,09—0,12 мм. При большей толщине слоя хром получается неоднородным по плотности и непрочным. После хромирования наружную поверхность детали шлифуют по хрому до получения чертежного или ремонтного размера, обеспечивающего требуемую посадку или зазоры по чертежу. При сколах или пористости хрома необходимо весь слой его снять и повторить хромирование.

Омеднением, оцинкованием и лужением обеспечивается посадка в неподвижных соединениях. Подвергают омеднению наружные поверхности шатунных и коренных вкладышей, посадочные поверхности валков и цапф под внутренние обоймы шарикоподшипников. Перед омеднением поверхности тщательно зачищают крокусной бумагой и обезжиривают. Толщина слоя меди должна быть в пределах 0,002—0,015 мм. Чем меньше толщина слоя меди, тем больше прочность покрытия.

Освинцовывают или лудят внутренние рабочие поверхности шатунных и коренных вкладышей, внутренние поверхности верхних головок шатунов, рабочие поверхности нижних головок прицепных шатунов.

Ввиду того что равновесные потенциалы свинца и олова близки по величине (0,14 В для олова и 0,13 В для свинца), подбором определенного состава электролита и режима электролиза можно добиться их совместного осаждения, т. е. получения на поверхности деталей свинцово-оловянистого покрытия требуемого состава. Наибольшее распространение для одновременного осаждения свинца и олова получил борфтористоводородный электролит. В состав его входят свинец (50—60 г/л), олово (4,5—11 г/л), желатина (1 г/л), борфтористоводородная кислота (100—140 г/л).

Режим электролиза: температура 18—25°C, сила тока 2 А на каждый дециметр покрываемой поверхности. При указанном составе электролита и режиме электролиза покрытие должно содержать от 5 до 11% олова и 89—95% свинца.

Чтобы получить осадки стабильного состава, электролит периодически насыщают оловом путем обработки его оловянными анодами. Катодами при этом служат стальные прутки, помещенные в бязевые чехлы.

При покрытии поверхностей вкладышей одновременно свинцом и оловом отпадает необходимость в дополнительных операциях, например в термодиффузии.

Для переосвинцовывания вкладышей или втулок верхних головок шатунов с них удаляют гальваническим способом остаток свинцово-оловянистого покрытия, после чего наносят новый слой требуемой толщины. Снимать остаток покрытия механическим способом запрещается, так как при этом нарушается гиперболическая расточка рабочей поверхности вкладыша или геометрия втулок верхних головок шатунов.

Наплавка или заварка алюминиевых деталей при ремонте дизелей — основной способ восстановления деталей. Такие дефекты на корпусных деталях из алюминиевых сплавов АЛ4 и АЛ5, как пористость литья, свищи, кавитационные разрушения водяных полостей блоков цилиндров или насосов, устраняют чеканкой, установкой резьбовых гужонов и пластыря на эпоксидной смоле. Если дефекты нельзя устранить

указанными способами, применяют заварку детали или наплавку металла.

К выполнению заварки или наплавки деталей из алюминиевых сплавов АЛ4 и АЛ5 допускаются квалифицированные сварщики.

Присадочный материал для заварки отливается в кокиль в виде прутков диаметром 5—10 мм и длиной 300 мм из того же сплава, что и завариваемая деталь. Поверхность прутков очищают от грязи, жира и окисной пленки травлением. Протравленные прутки пригодны только ко одной сутки. По истечении этого срока они могут быть использованы только после повторного травления.

Для заварки применяют флюсы, состоящие из хлористого калия (50%), криолита (35%) и хлористого натрия (15%). Флюс имеет вид порошка или пасты. Его хранят в стеклянных банках с притертыми пробками. Перед употреблением флюс разводят чистой водой до сметанообразной массы и наносят тонким слоем на присадочные прутки за 2—2,5 ч до заварки. Разведенный флюс, а также покрытые им прутки пригодны в течение одних суток.

При электродуговой заварке используют графитовые электроды диаметром 15—20 мм и длиной 60—150 мм. Электрод затачивают на острый конус диаметром 2—3 мм, чтобы избежать «блуждание» дуги при его обгорании.

Перед заваркой необходимо наружным осмотром установить границы дефектных мест и очертить их краской или мелом. После этого дефектные места вырубает до плотного металла. Стенки вырубленных мест должны быть пологими, а поверхность их не иметь острых углов и заусенцев. Дефектные места разделяют шарошками, фрезеровкой на станке или зубилом. После разделки их очищают от грязи и масла ветошью, смоченной в ацетоне или в 10%-ном растворе едкого натрия, затем промывают водой и протирают насухо.

Дефекты алюминиевых деталей заваривают постоянным током при прямой полярности (минус на электроде). Сила тока должна быть 120—500 А. Длина дуги 15—20 мм. Источником питания являются сварочные генераторы типа ПСО-500. Дефектное место при заварке располагают горизонтально. Электрод и присадочный пруток перемещают равномерно. Сначала расплавляют основной металл детали. В образовавшуюся при этом сварочную ванну вводят присадочный материал, который должен полностью покрывать поверхность сварочной ванны. Окисную пленку осторожно отодвигают присадочным прутком по направлению заварки.

При заварке сквозных трещин применяют подформовку графитовыми подкладками, сухим асбестом или же землей.

Чтобы избежать непровар, первый шов нужно варить с осадкой металла. При этом получается плотный шов с проваром корня. Допускаются наплывы с противоположной стороны шва высотой не более 2 мм.

Во время заварки дефектов на ответственных деталях последние надо предохранять от коробления, брызг, пригаров. Дефектные места в таких случаях обкладывают мокрым асбестом, подкладывают под них медные листы, погружают часть детали в воду и т. д.

Установка алюминиевых или стальных втулок — основной способ восстановления изношенных деталей. Дюралевые детали с поверхностными, служащими подшипниками скольжения, восстанавливают установкой такой втулки растачивают деталь по размерам отверстия. Изготавливают втулку с обеспечением натяга от 0,03 до 0,06 мм, запрессовывают ее, предварительно нагрев деталь до 120°C, и охлаждают втулку в жидком азоте. Запрессовка втулок без подогрева детали или охлаждения втулки не разрешается, так как при этом нарушается из-

тяг втулки. Натяг более 0,06 мм не рекомендуется во избежание деформации втулки и неплотной ее посадки по всей поверхности.

Запрессованную втулку стопорят с торца резьбовым гужоном, а затем растачивают по внутреннему диаметру, обеспечивая чертежный зазор с сопряженной деталью. Втулки устанавливают только в тех случаях, если это предусматривается техническими условиями на ремонт. При окончательной расточке втулки необходимо соблюдать технические условия обрабатываемой поверхности детали. Поэтому при постановке втулки надо иметь чертеж восстанавливаемой детали и руководствоваться его техническими условиями.

Стальные втулки устанавливают очень редко и только в тех деталях, где это разрешено техническими условиями на ремонт дизеля.

#### **§ 8. КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДАМИ МАГНИТНОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ, ТРАВЛЕНИЕМ, ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ СПОСОБОМ И КЕРОСИНОМ**

При длительной работе дизелей, а также при изготовлении новых деталей на них появляются поверхностные дефекты: трещины, волосовины, флокены, шлаковые включения и т. п. Такие дефекты являются причиной разрушения деталей и могут привести к аварии дизеля. Поэтому на каждом ремонтном заводе должен быть организован контроль деталей магнитной дефектоскопией, травлением и люминесцентным способом.

Контроль деталей магнитной дефектоскопией позволяет без разрушения выявлять дефекты на поверхности деталей из ферромагнитных материалов. Этим методом выявляют трещины, волосовины, флокены, шлаковые включения и т. п.

Наибольшее применение получил магнитный порошковый метод контроля, который заключается в следующем. В намагниченной детали из ферромагнитного материала в местах дефектов образуются местные поля утечки силовых линий магнитного поля. При нанесении магнитной суспензии на деталь или при погружении последней в нее частицы порошка притягиваются полями утечки и оседают в местах дефектов. По местным скоплениям порошка судят о характере и расположении дефектов.

Детали, подвергаемые магнитному контролю, должны иметь чистую и светлую поверхность. Не контролируют магнитным методом детали или части их со следами грубой механической обработки, с необработанной поверхностью, черновинами, следами нагара, оксидным и фосфатным покрытием.

При магнитном порошковом методе контроля деталь намагничивают следующими способами:

в продольном магнитном поле электромагнита для выявления поперечных дефектов;

циркулярным (круговым) полем тока для выявления продольных дефектов;

комбинированным — одновременным намагничиванием детали продольным и циркулярным магнитными полями для выявления дефектов любого направления.

Намагничивание детали полем тока производится двумя способами: ток пропускается непосредственно по детали или через вспомогательный проводник (медный или стальной стержень), вставленный в центральное отверстие детали. При пропускании тока через вспомогательный стержень полностью устраняется опасность прижога детали, особенно в тех случаях, когда применяется ток силой более 300 А.

Применяют следующие методы магнитного порошкового контроля: в приложенном магнитном поле тока или электромагнита. При этом

сuspензию наносят на деталь, установленную в полюсах дефектоскопа, во время прохождения тока или магнитного потока по ней и заканчивают до выключения тока или поля. Осматривают детали с целью выявления дефектов либо при включенном токе или поле, либо после их выключения;

на остаточной намагниченности. Деталь устанавливают в полюса дефектоскопа и намагничивают циркулярным полем тока. Снимают деталь с дефектоскопа и погружают в ванну с магнитной суспензией. После выдержки в ванне в течение 1—2 мин деталь вынимают и осматривают, нет ли на ней дефектов.

Выбирают тот или иной способ намагничивания и метод контроля в зависимости от магнитных свойств материала, формы и размера детали, характера и расположения предполагаемых дефектов, характеристик магнитных дефектоскопов.

Для циркулярного намагничивания полем тока применяют вертикальные и горизонтальные дефектоскопы. К ним относятся переносные вертикальные и горизонтальные дефектоскопы с опрокидывающимися полюсами. Их используют для проверки деталей малых габаритов на остаточном намагничивании.

В вертикальных дефектоскопах деталь устанавливают в вертикальном положении на его площадку, являющуюся нижним токоподводящим контактом. Второй контакт опускается на деталь сверху рычагом или ручным маховиком. Чтобы предотвратить прижог детали при намагничивании, на обоих контактах дефектоскопа устанавливают свинцовые накладки. При замыкании должно быть обеспечено плотное прижатие контактов к детали. Намагничивание производится включением тока не менее двух-трех раз.

Дефектоскопы данного типа должны иметь ванну с магнитной суспензией, так как контроль на них выполняется на остаточной намагниченности. В ванну с магнитной суспензией деталь погружают на глубину не менее 20 мм. При укладке в ванну одновременно нескольких деталей надо следить за тем, чтобы они не касались одна другой и стенок ванны. При этом обеспечивается свободный доступ суспензии ко всем проверяемым участкам детали. От дна ванны детали должны находиться на расстоянии не менее чем 20—30 мм, тогда они не будут загрязняться осевшим на дно порошком.

Перед проверкой деталей и во время нее суспензию необходимо тщательно перемешивать. Заменяют суспензию не реже 1 раза в два месяца, о чем делают отметку в журнале дефектоскопа.

Горизонтальные дефектоскопы предназначены для проверки пружи. При этом деталь зажимают в горизонтальном положении между двумя держателями, являющимися токоподводящими контактами. Держатели вместе с деталью опрокидывают в находящуюся под ними ванну с магнитной суспензией. Одновременно с погружением детали в ванну автоматически выключается намагничивающий ток. После короткой выдержки детали в ванне ее вынимают и осматривают с целью выявления дефектов.

Универсальные дефектоскопы с намагничиванием полем тока и продольным магнитным полем электромагнита применяют, как правило, для проверки деталей в приложенном магнитном поле тока или электромагнита. Проверяемая деталь или стержень, вставленный в центральное ее отверстие, зажимается в полюсах дефектоскопа в горизонтальном положении. При циркулярном намагничивании стержень используется в качестве проводника тока, а при продольном — для поворачивания детали. Большие расстояния между деталью и полюсами дефектоскопа при намагничивании в продольном поле не допускаются. Поэтому рекомендуется, чтобы длина стержня лишь немного была больше длины детали (на 5—10 мм). Для проверки детали с центра-

ным отверстием большого диаметра стержень надо устанавливать так, чтобы смещение центра отверстия относительно оси стержня не превышало 10% диаметра отверстия. При этом надо применять стержни с кольцевым уширением в средней части (для облегчения их веса).

Заканчивать нанесение суспензии надо до выключения тока или электромагнита. Включать дефектоскоп следует непосредственно на рабочий режим, установленный предварительной настройкой.

Дефектоскопы бывают различных габаритов и мощности. Детали длиной свыше 1000 мм проверяют на дефектоскопах типа «Инкар» и УМДЭ-10000 повышенной мощности с большим межполюсным расстоянием, детали длиной от 300 до 1000 мм — на дефектоскопах фирмы «Хойбах», «Сименс» (больших) и УМДЭ-2500, а детали длиной до 300 мм — на дефектоскопах фирмы «Хойбах» (малых) и «Сименс».

На дефектоскопах фирмы «Хойбах» (больших), УМДЭ-2500 и УМДЭ-10000 детали можно проверить комбинированным (винтовым) полем. Дефектоскопы УМДЭ-10000 и УМДЭ-2500 имеют устройства для размагничивания деталей.

Сила намагничивающего тока на дефектоскопах измеряется в амперах амперметром. Интенсивность продольного магнитного поля измеряется в условных единицах магнитного поля в амперметрах на дефектоскопе «Сименс», УМДЭ-2500, «Инкар», в вольтах — на дефектоскопах «Хойбах», соответственно градуированными приборами, включенным в цепь катушки электромагнита, а также в эрстедах — на дефектоскопах УМДЭ-10000.

Дефектоскопы «Сименс», УМДЭ-2500, УМДЭ-10000 рассчитаны для работы как на средних, так и на повышенных режимах. Переход с одного режима на другой производится специальным переключателем. При работе на высоких режимах используются реле времени, автоматически выключающие дефектоскоп «Сименс» через 1—2 мин непрерывного действия, дефектоскопы УМДЭ-2500, УМДЭ-10000 — через доли секунды.

Чувствительность магнитного порошкового метода контроля зависит: от характера дефектов. Магнитный порошок на поверхности деталей интенсивнее осаждается при дефектах, имеющих большую глубину и незначительную ширину;

от свойств магнитной суспензии, вязкости ее, от величины и магнитности частиц порошка, количества последнего в суспензии. Крупными частицами порошка выявляются дефекты больших размеров. Мелкие дефекты, имеющие слабые поля утечки, выявляются в основном мелкими частицами порошка. Мелкие частицы порошка легче смыываются при нанесении суспензии на деталь. Поэтому наносить суспензию надо не сильно бьющей струей. Необходимое количество порошка в ней следует поддерживать периодическим добавлением порций свежего. Суспензию меняют не реже одного раза в два месяца. При значительной вязкости суспензии наблюдается плохое оседание частиц порошка вокруг дефекта, замедляется его выявление и не выявляются мелкие дефекты;

от магнитных свойств материала. При выборе метода магнитного контроля большое значение имеют магнитные характеристики материала детали. Оба метода контроля как на остаточной намагниченности, так и в приложенном поле тока или электромагнита наилучшие результаты дают лишь при проверке деталей из сталей, термически обработанных (закаленных), имеющих повышенные магнитные характеристики (магнитно-твердые стали). Эти стали обладают высокими значениями остаточной индукции и коэрцитивной силой:  $B_0$  не менее 6000 Гс;  $H_c = 12 \div 30$  Э. Детали, изготовленные из отожженных или нормализованных сталей (магнитно-мягкие стали), проверяют только в приложенном поле тока или электромагнита, так как при отжиге

снижается остаточная намагниченность. Детали из аустенитовых сталей магнитным порошковым методом контроля не проверяют, так как они практически немагнитны:

от направления и силы магнитного поля. Если направление дефекта составляет некоторый угол с направлением магнитных силовых линий, выявляемость его ухудшается. Дефекты, расположенные вдоль направления магнитных силовых линий, выявляются весьма слабо. Наиболее четко выявляются дефекты, направление которых перпендикулярно направлению силовых линий магнитного потока.

Контроль на остаточной намагниченности имеет наибольшую чувствительность при намагничивании деталей до насыщения, т. е. до максимальной величины остаточной намагниченности.

При проверке в приложенном поле тока или электромагнита производить намагниченность насыщения не следует, так как чрезмерно сильные поля способны вызвать на детали поля утечки не только в местах дефектов, но и в зонах переходов сечений, неровностей поверхности (риски, следы грубой обработки), местах сопряжения разнородных материалов (сварка). При таких полях утечек, особенно часто возникающих во время контроля в приложенном продольном магнитном поле, порошок скапливается на участках деталей, не имеющих дефектов, создается видимость дефектов (кажущиеся дефекты), которые могут закрывать истинные. В тех случаях, когда наличие дефекта на детали сомнительно, ее необходимо размагнитить и вновь проверить в другом положении магнитным потоком, направленным перпендикулярно исследуемому дефекту, или же вызвать специалиста по магнитному контролю.

Для проверки следует иметь инструкционные карты магнитного контроля деталей завода-изготовителя дизеля.

Магнитным порошковым методом контроля шлифовочные трещины выявляются в виде сетки, закалочные, ковочные, штамповочные, усталостные и трещины, вызванные механическим воздействием, — в виде линий разнообразной формы и направления, флокены — в виде отдельных резких черточек, чаще всего зигзагообразных, волосовины — в виде прямых линий, расположенных вдоль направления волокна в одиночку или группами, шлаковые или другие посторонние включения — в виде точек или прямых черточек, расположенных вдоль волокна в одиночку или группами.

Для приготовления магнитной суспензии применяют трансформаторное масло (ГОСТ 982—56) вязкостью не выше 30 Ст/с при 20°C. В качестве магнитного порошка используют полировальный крокус (МХП 2674—51) или черный магнитный порошок (МРТУ № 6-14-74—68). Суспензию готовят смешанием магнитного порошка с трансформаторным маслом из расчета 1 кг порошка на 25 л масла. Перед употреблением качество суспензии проверяют на эталонной детали при заданном режиме контроля. Хорошая выявляемость дефекта свидетельствует об удовлетворительном качестве суспензии.

После контроля на дефектоскопе деталь подвергают размагничиванию либо непосредственно на дефектоскопе (УМДЭ-2500, УМДЭ-10 000), либо в специальных камерах. Размагничивание деталей непосредственно на дефектоскопе производят без ее съема с постепенным снижением силы тока (УМДЭ-10 000) или магнитного поля до устройства и изменением полярности (УМДЭ-2500 и «Сименс»).

При размагничивании детали в размагничивающей камере ее медленно проносят через топсель камеры. При этом от устья камеры дутья должна находиться не менее чем на 0,5 м. Качество размагничивочного сечения детали. Легче размагничиваются детали, у которых

длина значительно больше их толщины. Чтобы облегчить размагничивание коротких деталей большого сечения, их рекомендуется соединять при пронесении через камеру в цепочки так, чтобы плоскость соприкосновения между деталями была на сколько возможно большой.

Так как остаточная намагниченность детали сказывается на ее работе (к ней прилипают стальные частицы, притягиваются другие сопярягаемые детали), то контроль размагниченности обязателен. Проверяют размагниченность деталей тонкой пластинкой из железа или мягкой стали (с малым остаточным намагничиванием), например стали Ст. 10 размером  $5 \times 10$  мм и толщиной 0,1—0,3 мм, подвешенной на нити. Если пластинка не прилипает к детали, значит она размагничена достаточно. Особенно тщательно проверяют торцы, острые углы и места резких переходов сечений.

Обязательному контролю методом магнитной дефектоскопии при капитальном ремонте дизелей М50Ф, М400, М401 подлежат коленчатый вал, шатуны главный и прицепной, поршневой палец, кулачковый вал газораспределения, кулачковый вал топливного насоса, вал реверсивной муфты, поводок и маховик амортизатора, пружина амортизатора, пружина плунжера топливного насоса, пружина форсунки, пружина газораспределения, плунжерная пара топливного насоса, толкатель форсунки, валик крыльчатки нагнетателя, шестерни.

Остальные ферромагнитные детали дизеля проверяют методом магнитной дефектоскопии, если на них обнаружены трещины при визуальной дефектации.

Контроль деталей травлением предусматривает выявление шлифовочных прижогов, являющихся концентраторами напряжений и приводящих к поломкам. В быстроходных дизелях наиболее часто прижогам подвергаются цементированные детали из конструкционных сталей марок 18Х2Н4ВА и 12ХН3А. Для их травления используют надсернистый аммоний (ГОСТ 3766—47).

С целью выявления прижогов цементированные детали после окончательной обработки (шлифовки) обезжиривают, промывают в воде, травят надсернистым аммонием, промывают в проточной воде, протирают ватным тампоном, осветляют в соляной кислоте с уротропином, промывают в воде, нейтрализуют, обрабатывают в растворе нитрата натрия, контролируют и сушат.

Обезжиривают шлифованные цементированные поверхности в стандартном фосфатно-щелочном растворе или венской известью. После этого детали промывают сначала в теплой воде, а затем в проточной водопроводной до полного удаления остатков обезжиривающего раствора. При обезжиривании венской известью их промывают только в проточной водопроводной воде.

Травят детали в водном растворе надсернистого аммония (100—150 г/л) при комнатной температуре в течение 15—30 сек (до потемнения поверхности). Концентрацию надсернистого аммония проверяют не реже одного раза в пять дней. Ванна для него должна быть керамической или выполнена из винилпласта.

По окончании травления деталь промывают волосистой щеткой или ватным тампоном под струей водопроводной воды.

Осветляют деталь с целью более четкого выявления прижогов ее после травления. Для этого используют раствор, состоящий из технической соляной кислоты (50—100 г/л) и уротропина 50—40 г/л (ГОСТ 1381—60). Деталь осветляют сразу после промывки в воде при комнатной температуре в течение 1 мин.

Раствор для осветления приготавливают в ванне из винилпласта. В ванну с соляной кислотой (50—100 г/л) добавляют необходимое количество уротропина, перемешивая его до полного растворения. Полученный раствор выдерживают при комнатной температуре в течение

не менее суток, после чего его можно употреблять. Применять раствор без предварительной выдержки запрещается, так как возможно прорескивание стали. При предварительной выдержке в растворе происходит взаимодействие соляной кислоты с уротропином, в результате чего концентрация ее уменьшается.

После осветления детали промывают в проточной водопроводной воде в ванне или тампонами, обильно смоченными ею.

Нейтрализация заключается в промывке деталей в 1—2%-ном растворе углекислого натрия в течение 1 мин, после чего их обрабатывают в 7—10%-ном растворе нитрата натрия при комнатной температуре в течение 1 мин.

Прижоги выявляют визуальным осмотром травленных в растворе надсернистого аммония деталей сразу по окончании обработки их в растворе нитрата натрия при дневном свете или хорошем электрическом освещении.

При прижогах поверхность детали травится неравномерно. В местах прижогов она темно-серого или темного цвета. Поверхность без прижогов имеет светло-серый цвет.

Детали с прижогами разрешается притирать с целью удаления прижогов. При этом размеры деталей не должны выходить за пределы допусков. После притирки детали вторично обрабатывают, как указано выше. Повторное травление шлифованных поверхностей в растворе надсернистого аммония допускается только в том случае, если во время притирки удален слой толщиной не менее 8—10 мк.

Сушат детали обдувкой сухим сжатым воздухом или в сушильном шкафу при 100°C.

При контроле цементированных деталей травлением надо соблюдать правила техники безопасности. Травление и нейтрализацию выполняют в резиновых перчатках и в очках. Во время приготовления раствора кислоту наливают в воду, а не воду в нее. Надо следить за тем, чтобы кислота не попадала на открытые участки тела и одежду.

Люминесцентным методом контроля выявляют поверхностные дефекты (трещины, рыхлоты, пористость, окисные пленки, неспаи, волосины, флокены) в деталях. В отличие от порошкового магнитного метода его применяют для контроля деталей, изготовленных из ферромагнитных материалов, и из материалов, не обладающих ферромагнитными свойствами (жаропрочные стали, цветные металлы, пластмассы, керамика и т. п.). Этим методом не выявляются такие дефекты, как заковы, закаты, риски.

Минимальный размер выявленных дефектов, характеризующих чувствительность метода, составляет по ширине 0,006—0,010 мм, по глубине 0,003—0,004 мм. Люминесцентному контролю подвергаются детали после окончательной механической и термической обработки, детали ремонтируемых дизелей, поверхности которых обезжирены, не имеют окалин и следов коррозии.

Чувствительность и надежность люминесцентного метода контроля в значительной степени зависят от состояния поверхности детали. Мелкие и тонкие дефекты, размеры которых близки к пределу чувствительности метода, выявляются лишь на механически обработанных поверхностях с чистотой не ниже  $\nabla 5$ , крупных — на более грубых, необработанных поверхностях. Чтобы избежать при этом выявления ложных дефектов, на таких поверхностях не должно быть грубых рисок, язвы, заусенцев и острых кромок.

Люминесцентный метод контроля основан на использовании веществ, обладающих люминесцентными свойствами (люминофоры), т. е. способных светиться под действием ультрафиолетовых лучей, и веществ с капиллярными свойствами, т. е. способных проникать в мельчайшие

жидкость с указанными свойствами. После некоторой выдержки ее удаляют с поверхности. Эту операцию надо выполнять так, чтобы жидкость осталась лишь в полости дефектов. Затем поверхность покрывают тонким слоем порошка с высокой поглощательной способностью. Порошок впитывает жидкость, оставшуюся внутри дефектов, извлекает на поверхность, как бы проявляя их. Дефекты обнаруживают свечением в ультрафиолетовых лучах жидкости, извлеченной из дефектов и смочившей порошок.

В качестве люминесцирующего вещества применяют жидкости типа ЛЖ (ЛЖ-1, ЛЖ-2, ЛЖ-4) или же жидкости, образованные смешиванием в определенных пропорциях таких люминофоров, как трансформаторное масло, нориол или дефектоль с керосином.

Проявляющими порошками служат окись магния, маршаллит, тальк, силикагель, суспензия каолина в 50%-ном растворе изопропилового спирта в воде.

Источником ультрафиолетовых лучей при осмотре деталей с целью выявления дефектов являются ртутно-кварцевые горелки типа ДРШ-250 и ПРК-2.

Для проведения люминесцентного контроля необходимо иметь ванну с крышкой для погружения деталей в люминесцентную жидкость и металлической сеткой для мелких деталей, поддон и кисти из жесткого волоса для местного покрытия и последующей обработки крупных деталей, ванну с проточной водой для смывания люминесцентной жидкости с деталей, пистолет-смеситель струи холодной воды со сжатым воздухом для удаления люминесцентной жидкости с местных покрытий на крупных деталях, ящик с древесными опилками для просушивания мелких и средних деталей, фен с подогревом струи воздуха до 60°C для осушения промытых участков крупных деталей, стол для обработки и осмотра деталей, сушильный шкаф с подогревом до 110°C для подсушки опилок и порошка, металлический шкаф для хранения рабочего запаса люминесцентной жидкости, керосина и бензина, осветительные устройства с источником ультрафиолетового света для осмотра деталей типа ЛЮМ-1 и ЛД-4.

Переносный прибор ЛЮМ-1 состоит из трансформатора, дросселя, переключателя напряжения, выключателя, осветительной лампы, в которую входит ртутно-кварцевая дуговая лампа, заключенная в металлический корпус с отражающим зеркалом, светофильтром УФЕ-4 для отражения видимых световых лучей, шнура питания и деревянной рукоятки.

Стационарный прибор ЛД-4 имеет осветительные устройства стационарного и переносного типа, стол для осмотра деталей, приспособление для покрытия деталей люминесцентной жидкостью, слива ее и сушки деталей.

Помещение для люминесцентного контроля должно иметь приточно-вытяжную вентиляцию с пятикратным обменом воздуха и затемняющее устройство общее или местное.

Поверхность деталей или проверяемого участка тщательно очищают от нагара, окалины, смазки и других загрязнений, а затем промывают бензином или ацетоном.

Очищенные детали погружают в ванну, наполненную люминесцентной жидкостью. Мелкие детали погружают в нее в металлической корзине. Крупные детали, у которых жидкостью должны быть покрыты лишь отдельные участки, ставят на поддон и смачивают ею с помощью кисти 2—3 раза. Продолжительность выдержки деталей в погруженном или смоченном состоянии не менее 10 мин, для выявления мелких дефектов — не менее 20 мин.

Перед нанесением на поверхность люминесцентную жидкость проверяют на чувствительность к выявлению дефектов и яркость свечения на образцах с эталонным дефектом.

Для выявления мелких дефектов с целью повышения чувствительности метода деталь перед покрытием жидкостью подогревают до 50—60°C.

На поверхность детали проявляющий порошок наносят из марлевого мешочка, как бы припудривая ее. Порошок должен покрывать поверхность тонким слоем. Лишнее количество порошка удаляют с детали легким постукиванием деревянным молоточком или сдуванием. Продолжительность выдержки порошкового покрытия на детали тем больше, чем мельче выявляемый дефект, но она не должна быть менее 10 мин.

Для обеспечения требуемой чувствительности контроля порошок должен быть мелко дисперсным и сухим. Для этого его просеивают через сито с числом отверстий 1000—6000 на 1 см<sup>2</sup>, хранят в герметически закрытом сосуде и периодически, но не реже 1 раза в неделю, подсушивают при 105—110°C в течение 2—3 ч.

Каолиновую суспензию наносят на деталь пульверизатором. Слой каолина должен быть ровным и минимальным по толщине, не имеет подтеков. После нанесения суспензии поверхность детали просушивают горячим воздухом (70÷80°C) и проверяют, есть ли на ней дефекты. Осматривать деталь следует не менее чем через 10 мин после нанесения суспензии.

Проявляющаяся каолиновая суспензия состоит из следующих компонентов (в растворе на 1 л): спирта этилового (500 см<sup>3</sup>), воды (500 см<sup>3</sup>), каолина (400 г/л раствора) и нитрата натрия (15 г/л раствора).

После осмотра контролируемой поверхности и регистрации дефектов покрытие с нее удаляют деревянным скребком или ветошью, смоченной в ацетоне или разбавителе РДВ.

Указанные операции являются подготовительными. После них детали осматривают в ультрафиолетовом свете люминесцентной лампы. Осматривать деталь в ультрафиолетовом свете лампы можно только через 10—15 мин после ее включения. Повторно горелки включают только после полного остывания лампы.

Детали осматривают в затемненном месте. До начала осмотра оператор должен пробыть в нем не менее 5 мин. Чтобы избежать излишней потери времени на нагрев горелки и адаптацию зрения, осматривать деталь целесообразно партиями, не выключая лампы.

Трещины и окисные пленки люминесцентными методами контроля выявляются в виде грубых или тонких извилистых линий, волосовины, неспай и флокены — в виде прямых и слабо искривленных линий, шлифовочные трещины — в виде группы или сетки тонких линий, поры, посторонние включения — в виде единичных и групповых точек, пористость и рыхлотность — в виде плотных скоплений точек.

При слабом свечении, неопределенности очертаний и подозрении на ложный дефект весь цикл подготовки деталей для люминесцентного контроля повторяют снова. Рекомендуется также сомнительный участок осмотреть лупой двух- или четырехкратного увеличения.

Следует соблюдать правила по технике безопасности при выполнении люминесцентного метода контроля. При нанесении люминесцентной жидкости на поверхность и удалении ее на руки надо надевать резиновые перчатки. Необходимо проверять исправность заземления стационарных люминесцентных установок. Во время работы с ручным осветителем переносной люминесцентной установки или с выносным осветителем стационарной установки пользоваться электрозащитными резиновыми перчатками. Не подвергать себя без необходимости дей-

вно прямых и рассеянных ультрафиолетовых лучей. Работать в защитных очках из простого небокрашеного стекла. При утомлении глаз прервать работу не менее чем на 30 мин.

Контролю люминесцентным методом при капитальном ремонте дизелей М50Ф, М400 и М401 подлежат поршень, силовые и анкерные шпильки картера (при условии, если они не вывернуты из картера и при наличии на них трещины), впускные и выпускные клапаны, ротор турбокомпрессора, моноблоки, корпусные алюминиевые детали (при подозрении на них трещины), крыльчатка нагнетателя или турбокомпрессора.

Люминесцентным методом можно контролировать все детали дизеля при трещинах или при отсутствии контроля методом магнитной дефектоскопии.

Контроль деталей керосином в ремонтных условиях применяют в тех случаях, когда нельзя использовать магнитную дефектоскопию и люминесцентный метод. Этим методом выявляют трещины на деталях из магнитных и ферромагнитных материалов. Деталь тщательно промывают, протирают замшей и погружают в ванну с керосином на 10—15 мин, затем ее вынимают, насухо протирают замшей и слегка простукивают бронзовым или алюминиевым молотком. Поверхность детали осматривают через лупу. При простукивании керосин выступает из трещины, что хорошо видно через лупу. На крупногабаритных и корпусных деталях дефектные места смазывают керосином, затем их насухо протирают замшей и покрывают мелкодисперсным порошком (окисью магния, маршаллитом, тальком, силикагелем и мелом) из пульверизатора. Детали осматривают не менее чем через 10 мин после нанесения порошка. Последний впитывает керосин из трещины и ярко проявляет ее, что видно даже невооруженным глазом.

### Глава III

## ТЕКУЩИЙ (МАЛЫЙ) РЕМОНТ ДИЗЕЛЯ

### § 9. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Первую переборку дизеля, как правило, производят без снятия его с судна силами обслуживающего персонала, когда дизель не развивает максимальной частоты вращения, имеет дымный черный выпуск с увеличенным расходом топлива, повышенный расход масла, дизель трясет (повышенная вибрация), на сетках фильтра выхода масла имеется алюминиевая, стальная и бронзовая стружка и когда отсутствуют какие-либо дефекты или неисправности — через 1000—1500 ч работы с целью профилактики.

Срок первой переборки определяется только общим количеством часов (наработка), отработанных дизелем. Он не зависит от средней эксплуатационной мощности и других факторов. При первой переборке устраняют регулировку топливной аппаратуры и газораспределения дизеля, в результате чего повышаются надежность и долговечность работы последнего, проверяют цилиндро-поршневую группу, амортизатор и насос пресной воды, в которых наиболее часто возникают неисправности при нарушении условий эксплуатации.

Трудоемкость первой переборки не превышает 150—200 чел.-ч. При одновременном выполнении необходимого перечня операций несколькими рабочими общее время ее может быть небольшим. Требуемый для переборки инструмент находится в бортовой сумке. Дополни-

нительно нужно иметь низковольтную грелку Э8-72 для снятия поршней, комплект хомутов ЛМ9690-173 для сжатия поршневых колец при постановке блоков и ключ ЛМ9690-705 для затяжки гаек нижнего уплотнения гильз в моноблоке.

При первой переборке дизеля демонтируют блоки цилиндров, проверяют герметичность клапанов и водяных полостей последних; снимают нижнего уплотнения гильз, измеряют овальность поршневые кольца (допускается оставлять кольца с небольшим износом); демонтируют топлив- насос с комплектом форсунок и проверяют их регулировку; отвинчивают реверсивную муфту для осмотра амортизатора; разбирают центрифугу для промывки и очищают от приставших к стенкам конуса и барабанов затвердевших отложений; снимают насос пресной воды, разбирают его, проверяют вращение валька и состояние крыльчатки; устраняют обнаруженные неисправности на снятых узлах и деталях; собирают дизель; регулируют газораспределение, воздухораспределение и угол подачи топлива; проверяют центровку дизеля с гребным валом.

По окончании первой переборки в формуляре дизеля делают записи о всех выполненных работах, обнаруженных дефектах и порядке их устранения. Каждый порт, эксплуатирующий быстроходные дизели, не реже 1 раза в год должен сообщать заводу-изготовителю дизеля о сроках проведения первой переборки, обнаруженных неисправностях или об отсутствии дефектов.

#### § 10. ПОРЯДОК ЧАСТИЧНОЙ РАЗБОРКИ ДИЗЕЛЯ ПРИ ПЕРВОЙ ЕГО ПЕРЕБОРКЕ

Во время частичной разборки дизеля (особенно в судовых условиях) следят за тем, чтобы при снятии блоков и других узлов мелкие детали (шайбы и гайки), а также посторонние предметы не попали внутрь его. Все снятые детали собирают и передают по счету лицу, ответственному за частичную разборку дизеля. Утерянные при разборке мелкие детали обязательно должны быть найдены, так как они могут попасть внутрь дизеля и явиться причиной выхода из строя отдельных деталей или дизеля. Перед подъемом блоков продувают сжатым воздухом их развал и проверяют, нет ли в нем посторонних предметов.

Блоки демонтируют в такой последовательности. Снимают трубки высокого давления и закрывают концы их заглушками. Отсоединяют от дизеля выпускной тракт судна, после чего убирают колено выпускного коллектора вместе с патрубком отвода воды из блоков. Отвертывают болты на хомутах, соединяющих переходник впускного трубопровода с впускными коллекторами, и болты на хомуте, уплотняющем переходник с нагнетателем (на дизеле М401 снимают два турбокомпрессора). Слегка приподняв переходник, выводят его из выточки горловины нагнетателя и вынимают из дюритовых шлангов впускных коллекторов заглушкой горловину нагнетателя, чтобы предотвратить попадание посторонних предметов внутрь его. Снимают с обоих блоков крышки голо- вой передачи, а также форсунок. При этом снятые основания подшипников распределительных валков и валики с промежуточ- ными подшипниками соединяют с их крышками со- ка, а в форсунок ввертывают штуцеры и закрывают входные отверстия топлива заглушками или пергаментной бумагой.

Перед демонтажем блоков снимать с них впускные и выпускные коллекторы не рекомендуется, так как это увеличит продолжительность первой переборки и может привести к попаданию шайб и гаек внутрь дизеля. Отвертывают две гайки сальников на кожухах наклонных валиков правого и левого блоков.

Первым всегда снимают блок, в котором находится сцепной шатун, т. е. на дизеле правого вращения — правый блок (если смотреть от передачи), а на дизеле левого вращения — левый. Для этого отвертывают четырнадцать гаек силовых шпилек крепления моноблока к картеру. Связывают их проволочкой, привешивают бирку с указанием номера блока, так как гайки подбирают по резьбе и маркируют только порядковым номером шпильки. Гайки отвертывают постепенно, начиная с середины блока, по одной грани за прием. Закрепляют блок тросом и устанавливают таль (при снятии блока на судне) в такое положение, чтобы его можно было снимать по направлению силовых шпилек. Провертывают коленчатый вал так, чтобы поршни 1-го и 6-го цилиндров в снимаемом блоке заняли положение примерно в в. м. т. После этого медленно без перекоса поднимают блок. По мере освобождения поршней при подъеме блока их поддерживают руками, не допуская поврежденный шатуном плоскости картера и поршней. В такой же последовательности снимают второй блок.

Поршни снимают так, как указано в § II.

При снятии топливного насоса демонтируют крышку на корпусе привода топливного насоса, вынимают из хвостовика конической шестерни привода замковое кольцо и рессору топливного насоса, снимают хомуты с дюритового шланга, соединяющего кожух рессоры с патрубком торцевой крышки топливного насоса, отвертывают трубку привода масла к насосу и трубку его слива из регулятора, гайки крепления топливного насоса к кронштейнам, снимают насос и закрывают деревянными пробками отверстия для слива масла из его картера.

Амортизатор коленчатого вала снимают в таком порядке. Отвертывают и вынимают болты, соединяющие фланец вала отбора мощности дизеля с гребным валом, и болты крепления дизеля к подмоторной раме, вынимают конический штифт в верхней части картера реверсивной муфты и отвертывают гайки ее крепления. Отсоединяют реверсивную муфту от картера дизеля и отодвигают от него на 150—200 мм. Поднимают и переставляют муфту на другое место. Отвертывают гайки крепления амортизатора к коленчатому валу и демонтируют амортизатор с призонных болтов.

Работы, выполняемые при снятии насоса пресной воды и маслонагнетающего насоса с центрифугой, очень просты и не требуют особых пояснений.

После частичной разборки дизеля протирают шатуны салфеткой, смоченной в бензине, и тщательно их осматривают. При этом особое внимание обращают на втулки верхних головок, легкость качания сцепных шатунов во время проворачивания коленчатого вала, на тавры шатунов. Коленчатый вал должен проворачиваться легко, плавно, без прихватываний. Если у дизелей М50Ф и М400 нет дефектов, требующих полной их разборки, снимают с нагнетателя крышку и укрепленный на нем каркас сетки, удаляют смолистые отложения масла с передней части крыльчатки и тщательно осматривают последнюю. У дизеля М401 снимают с турбокомпрессоров выпускной и впускной патрубки турбины и компрессора, удаляют с крыльчаток смолистые и коксовые отложения и тщательно осматривают крыльчатки. Небольшие забобы на крыльчатках зачищают и проверяют, нет ли трещин в местах забобы. После этого проверяют и при необходимости ремонтируют снятые узлы и агрегаты.

Блоки, снятые с дизеля, направляют в мастерские порта, где производят следующие работы. Демонтируют впускные и выпускные коллекторы, промывают блоки и коллекторы. Отсоединяют крышку 2 (см. рис. 92) подвода воды (на дизелях М400 и М401 с моноблоком) и очищают и промывают сетку 1, после чего устанавливают ее на место. Гидроопрессовывают блок у дизеля М50Ф, разъемный блок опрессовывают после установки его на картер и затяжки силовых и шпильных шпилек в таком порядке, как и при окончательном монтаже блока на дизель.

Моноблок дизелей М400 и М401 опрессовывают в свободном состоянии. Для опрессовки блока к его патрубкам подвода и отвода воды присоединяют шланги от гидравлической установки, а к паропроводу шланг на головке — шланг с краником. Прогревают блок горячей водой до 80—90°C. Краник на шланге должен быть открыт до тех пор, пока весь горячий воздух не выйдет из водяной полости. Закрывают краник и приступают к опрессовке. Ее производят горячей водой под давлением  $2,94 \cdot 10^5$  Па в течение времени, необходимого для тщательного осмотра блока со всех сторон, но не менее 5 мин.

При опрессовке осматривают стенки моноблока, впускные и выпускные патрубки его головки, колодцы под гайки силовых шпилек, места постановки заглушек, контрольные отверстия гильз и колодцев под силовые шпильки, камеры сгорания, гильзы по зеркалу, их уплотнение в верхней и нижней частях. В разъемном блоке дизеля М50Ф тщательно осматривают также разъем между головкой и рубашкой. Теч воды при опрессовке в блоке не допускается. Блок при опрессовке поворачивают так, чтобы можно было тщательно осмотреть его. Для осмотра используют низковольтную переносную электролампу. Затем моноблок устанавливают гильзами вверх и подтягивают ключом ЛМ9690-705 с удлинителем 1 м гайки нижнего уплотнения.

После опрессовки охлаждают блок, пропуская через него холодную воду, измеряют овальность гильз в трех поясах на расстоянии 298, 170 и 80 мм от нижней части гильз. Она не должна превышать 0,3 мм. На зеркале гильз не допускаются трещины, продольные риски глубиной более 0,2 мм, наволакивания алюминия и выработка в районе остановки 1-го поршневого кольца при положении поршня в в. м. т. более 0,3 мм. Проверяют герметичность клапанов наливом керосина в течение 5 мин. Течь керосина не допускается.

При осмотре обращают внимание на состояние замков впускных и выпускных клапанов, которые не должны иметь поломок. На дизелях выпуска 1970 г. вместо пружинных замков применена тарелка с треугольными шлицами. Устраняют обнаруженные при проверках дефекты блока или моноблока, как указано в § 26. После этого проверяют герметичность выпускных коллекторов опрессовкой водой. При отсутствии течи воды устанавливают их на блоки, а также впускные коллекторы и проверенные форсунки.

Поршни — это детали, от состояния которых зависят надежность и долговечность работы дизеля.

Поршневые стальные кольца не должны иметь выкрашивания хрома, истирания его, потери упругости (зазор в замке в свободном состоянии кольца должен быть не менее 15 мм), износа на больших сторонах трапеции. На 2-м кольце проверяют, нет ли заусенцев на вершине рабочего конуса.

Чугунные кольца не должны иметь износ конуса более 50% по высоте, острых кромок на вершине его и потери упругости.

При переборке дизеля рекомендуется заменять весь комплект порш-

новых колец, даже если на них нет дефектов. При этом снимают все поршневые кольца и промывают поршни от нагара. Лучше всего их промывать в ультразвуковой установке. Если такая установка отсутствует, промывают поршни и удаляют с них нагар специальным раствором, состоящим из кальцинированной соды (15 г), жидкого стекла (10 г), мыла хозяйственного (10 г), хромпика (1 г) и воды (1 л).

Для приготовления раствора берут определенное количество химикатов, согласно объему ванны, и растворяют их отдельно. Кальцинированную соду растворяют как в холодной, так и в горячей воде, хромпик и жидкое стекло — в воде, имеющей температуру 60—80°C. Затем в ванну наливают воду, растворенные химикаты и тщательно их перемешивают, после чего раствор нагревают до 80—100°C. Погружают в ванну поршни (отдельно или вместе с кольцами) днищами вниз и выдерживают их при указанной температуре в течение 1—2 ч. Через каждые 20—30 мин вынимают поршни из горячего раствора и погружают в ванну с холодной водой. В ней размягченный нагар снимают травяными щетками, а в канавках под поршневые кольца — деревянной палочкой. Поршни в горячий раствор и в ванну с холодной водой погружают до тех пор, пока весь нагар с их поверхности, из канавок и масляных отверстий не будет полностью удален. Этим же раствором удаляют нагар и со стальных деталей.

После промывки поршни тщательно осматривают лупой пятикратного увеличения. Особое внимание при этом обращают на бобышки под поршневой палец и донышко поршня. При обнаружении трещин, задиров или ступенчатого износа поршневых канавок поршень заменяют новым, который подбирают по весу так, чтобы разность в весе всех двенадцати поршней с поршневыми пальцами, заглушками и кольцами не превышала 10 г, а разность в весе шести комплектов, состоящих из главного и прицепного шатунов с поршнями в сборе, — 20 г. Фактически вес поршня в граммах выбивают клеймом на одной из его бобышек, а вес шатуна указывают на тавре. Если поршень по весу не удается подобрать, разрешается снимать металл в нижней его части, проточив пояс диаметром 165 мм до диаметра не более 167 мм, сохранив радиус 8 мм в месте перехода от цилиндрической части проточки к поясу.

При надевании поршневых колец на поршень учитывают следующее. Боковая поверхность чугунных маслоъемных колец, которые устанавливаются в 3-ю и 4-ю канавки, и стального компрессионного кольца у дизелей М400 и М401 — во 2-ю канавку, имеет коническую форму. На торце каждого такого кольца нанесено клеймо В (верх). Им кольца должны быть расположены в сторону днища поршня, т. е. вверх. Боковая поверхность 1-го стального кольца (у дизеля М50Ф и 2-го) цилиндрической формы покрыта пористым хромом, и ставить его в канавку можно в любом положении. Поршневые кольца на поршень надевают специальным приспособлением ЛМ9690-517, обеспечивающим минимальный их развод. Надевают кольца с нижней (4-й) канавки, проверяя каждый раз легкость их перемещения.

После установки поршневых колец на поршень тщательно замеряют щупом зазоры между каждым кольцом и канавкой. Для поршня с пятью канавками (дизели М400 и М401) величина их должна быть: у 1-го и 2-го колец при рабочем положении 0,15—0,22 мм, у 3-го 0,16—0,27 мм, у 4-го 0,20—0,28 мм, а для поршня с четырьмя канавками (дизель М50Ф) у 1-го кольца 0,15—0,22 мм, у 2-го 0,20—0,26 мм, у 3-го 0,16—0,22 мм и у 4-го 0,14—0,20 мм. Минимальные и максимальные зазоры надо проверять по всей окружности поршневой канавки, так как небольшая забонна в одном ее месте уменьшит зазор и явится причиной прихвата поршневого кольца и аварии дизеля. Проверенный и собранный комплект поршней направляют на судно для установки.

Амортизатор во время первой переборки проверяют в связи с тем, что при отказе или неисправной работе даже одной форсунки значительно повышаются нагрузки на амортизатор, вызываемые крутильными колебаниями валопровода дизельной установки, что иногда приводит к поломке его пружин (особенно у двенадцатирожкового, который устанавливался на дизелях первых выпусков). Поломка же пружин вызывает увеличение крутильных колебаний, вследствие чего значительно повышаются нагрузки на другие пружины, которые ломаются. При работе дизеля с поломанными пружинами появляются ударные нагрузки, что может быть причиной поломки деталей шатуно-поршневой группы и коленчатого вала.

Поломку пружин амортизатора можно определить при работе дизеля по увеличению вибрации его и по наличию стальной стружки на сетках фильтра выхода масла. При каждой переборке дизеля снимают амортизатор, разбирают и проверяют исправность его деталей. Порядок разборки, дефектации, ремонта и сборки амортизатора изложен в § 24.

На дизеле амортизатор заменяют в такой последовательности. Соединяют коленчатый вал с новым амортизатором двенадцатью призонными болтами. Отверстия под болты во фланце вала и поводке амортизатора на заводе-изготовителе обрабатывают совместно разверткой через кондуктор. Положение поводка на фланце вала определяется рисками, которые наносят на поводке и фланце одну против другой. Устанавливают снятый амортизатор на коленчатый вал так, чтобы совпали заводские метки (риски), т. е. в то положение, при котором развертывались совместно отверстия под призонные болты.

На собранном дизеле при необходимости замены амортизатора без выемки коленчатого вала нельзя совместно развернуть отверстия под призонные болты и выпрессовать последние из фланца коленчатого вала. Как исключение, можно заменить амортизатор на дизеле, учитывая, что отверстия под призонные болты на заводе-изготовителе развертываются по кондуктору с одними и теми же координатами под эти отверстия. Неточность совпадения отверстий под призонные болты при такой замене будет определяться величиной зазора посадки кондуктора при развертке отверстий.

При замене амортизатора нужно соблюдать следующие условия. Новый амортизатор должен иметь окончательно обработанные отверстия под призонные болты. Вместо двенадцатирожкового амортизатора установить усиленный семирожковый, который имеют дизели последних выпусков. Новый амортизатор подобрать с отверстиями под призонные болты той же группы, что и на данном коленчатом валу. Для этого на забракованном амортизаторе замеряют отверстия под призонные болты. Следует иметь в виду, что отверстия во фланце вала и в поводке амортизатора развернуты по диаметру на размер  $14A^{+0,019}$  мм и разбиты на две группы: I группа 14,000—14,009 мм, II группа 14,010—14,019 мм. Наружный диаметр болтов 14,037— $0,025$  мм.

Болты также разбиты на две группы: I группа 14,012—14,024 мм, II группа 14,025—14,037 мм. Болты I группы предназначаются для отверстий I группы, а болты II группы — для отверстий II группы. Болты для ремонтных баз изготовляют увеличенного диаметра (14,237 и 14,437 мм). На торце болта электрографом наносят его фактический диаметр (последние три цифры; например, болт имеет диаметр 14,232 мм, значит на торце его ставят цифру 232).

Монтажный натяг между болтом и отверстиями в поводке амортизатора и во фланце коленчатого вала должен быть в пределах  $0,003—0,027$  мм независимо от размера болта.

В окончательно собранном амортизаторе проверяют совпадение отверстий в его поводке с призонными болтами во фланце коленчатого

вала. После этого выбивают на поводке новую метку (риску) против метки на фланце коленчатого вала и, совместив их, устанавливают амортизатор на призонные болты коленчатого вала, затягивают гайки и кончат их шплинтами.

У топливной аппаратуры при первой переборке дизеля проверяют исправность и регулировку насоса высокого давления и форсунок. При разрегулировке или отказе даже одного плунжера насоса высокого давления или форсунки нарушается работа одного или нескольких цилиндров, вследствие чего перегружаются остальные. Это является основной причиной преждевременного выхода из строя дизеля.

Снятые с дизеля форсунки и топливный насос высокого давления направляют на проверку и регулировку. Порядок проверки ремонта и регулировки топливной аппаратуры изложен в гл. VI.

Насос пресной воды (рис. 13) при первой переборке дизеля обязательно снимают даже при отсутствии неисправностей, подвергают разборке, дефектации, а при необходимости и ремонту. В условиях эксплуатации демонтировать, проверять и ремонтировать насос несложно, но очень нежелательно, так как при снятии его сливается пресная вода из систем дизеля, а после ремонта заливается свежая. Такая вода насыщена кислородом, вызывающим нарушение оксидных пленок гильз эрозией и металл их остается незащищенным. Это одна из причин кавитации и образования свищей и трещин у гильз цилиндров.

К снятому с дизеля насосу пресной воды по входному патрубку подводят горячую воду с температурой 80—90°C и, прокачивая ее через насос, прогревают последний до указанной температуры. Опрессовывают насос горячей водой той же температуры под давлением  $2,94 \cdot 10^5$  Па, заглушив выходные патрубки. Проворачивая рессорой 13 валик 7 крыльчатки, проверяют, нет ли течи воды через контрольное отверстие 25, через подшипники кронштейна 5 в месте выхода валика 7, по корпусу 2 насоса и через крышку 1.

При отсутствии течи воды во время опрессовки насоса снимают крышку 1 и визуально убеждаются, не повреждена ли крыльчатка 3.

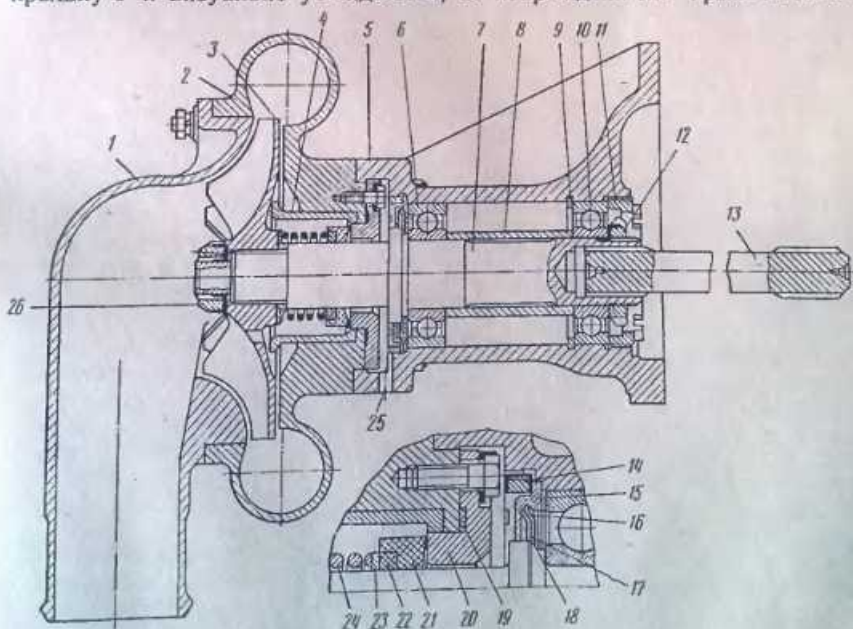


Рис. 13. Насос пресной воды

Рессорой 13 от руки проверяют вращение валика 7 крыльчатки. Оно должно быть тугое, но без заклинивания и прихватов. Насос устанавливается на дизель в том случае, если при проверке не будет обнаружено никаких дефектов.

Если при эксплуатации дизеля или проверки насоса пресной воды во время первой переборки, а также ремонта дизеля будут выявлены неисправности насоса, его разбирают, подвергают дефектации и ремонту. Конструкция насоса позволяет заменять или ремонтировать уплотнения без выпрессовки валика из шарикоподшипников и полной разборки насоса. Такую частичную разборку насоса производят при течи воды из контрольного отверстия 25 во время эксплуатации дизеля или первой его переборки. Течь воды из контрольного отверстия, как правило, происходит в результате попадания песка или грязи на манжету 21 из-за плохой фильтрации охлаждающей воды.

Для частичной разборки насоса демонтируют крышку 1, стопорят валик 7 рессорой 13, отвертывают гайку 26 и крыльчатку 3, снимают детали уплотнения: пружину 24, стальную шайбу 23, резиновое кольцо 22 и манжету 21. При рисках на торцовой рабочей поверхности втулки 20 отвертывают гайки и снимают корпус 2 с кронштейна 5. Для снятия валика 7 отвертывают гайку 12 и выпрессовывают его с подшипников. При полной разборке насоса дополнительно отвертывают гайку 11, выпрессовывают подшипник 10, снимают замковое кольцо 9, распорную втулку 8 и выпрессовывают подшипник 6 из кронштейна 5.

Разобранные детали насоса промывают в бензине и комплектно укладывают на стол дефектации, тщательно осматривают, производят микрометрический обмер и при необходимости ремонтируют.

Лопастей крыльчатки 3 насоса подвержены кавитационным разрушениям. Если нельзя заменить крыльчатку новой, как исключение, ее восстанавливают наплавкой алюминия на разрушенные места (см. § 7). Наплавленные места фрезеруют и точат до получения чертежной толщины. При исправлении поврежденной или замене крыльчатки 3 в сборе с валиком 7 ее статически балансируют с точностью не более 3 г на наружном диаметре крыльчатки. При балансировке снимают металл с наружного диаметра лопастей не более 8 мм по высоте, толщина лопастей при этом должна быть не менее 0,8 мм.

Валик 7 крыльчатки проверяют магнофлексом на отсутствие трещин, а затем зачищают крокусной бумагой наклеп на посадочных поверхностях под подшипники. Износ валика под подшипники допускается до 0,02 мм. При большей его величине валик шлифуют, хромаруют и шлифуют до чертежного размера.

Трещины, раковины, свищи в крышке 1, корпусе 2 и кронштейне 5 заваривают, после чего обрабатывают точением или фрезерованием, или зачищают. Проверяют, не ослабла ли посадка втулки 4 в корпусе 2. Втулку запрессовывают в корпус с натягом 0,045—0,105 мм. На ней могут быть кавитационные разрушения. При ослаблении втулки или разрушении ее растачивают корпус до получения цилиндрической поверхности с овальностью и конусностью не более 0,01 мм, изготавливают и гревают корпус до 120°C и запрессовывают втулку. При износе посадочных мест под шарикоподшипники растачивают отверстие в кронштейне 5 до диаметра 66 мм и запрессовывают отверстие в кронштейне 5 до диаметра 66 мм и запрессовывают дюралевую втулку 4. Толщиной стенки 2,5—3 мм, обеспечивая натяг 0,038—0,085 мм. После запрессовки втулку растачивают до чертежного размера.

Чаще всего у насоса ремонтируют уплотнение. На торцовой рабочей поверхности втулки 20 во время работы появляются кольцевые риски, которые устраняют притиркой или шлифовкой. При необходимости замены втулки новую изготавливают из стали 4Х13. Рабочую поверхность втулки притирают на плите настольной ГОИ, принадлежностью

ряют на сухой плите. На притертой поверхности не должно быть завала  
краски, рисок, заботы и самых незначительных раковин. Рабочую по-  
верхность манжеты 21 притирают по сухой плите до появления пояски  
Прилегание манжеты при проверке на плите должно быть непрерыв-  
ным по всей окружности. После притирки рабочие поверхности манже-  
ты и втулки протирают ацетоном. При больших наносах манжету заме-  
няют новой или изготавливают из материала ГС-ТАФ.

Собирают насос в такой последовательности. Все детали перед  
сборкой тщательно промывают в бензине и осматривают, нет ли на  
них заботы и других повреждений. Шарикоподшипники 6 и 10 промы-  
вают в бензине с добавлением в него масла МК или МС в количестве  
6%, после чего проверяют легкость их вращения. В паз кронштейна 5  
вставляют замковое кольцо 9. Шарикоподшипник 10 набивают солидо-  
лом и запрессовывают в кронштейн 5 до упора в замковое кольцо 9 и  
навертывают гайку 11. На валик 7 надевают шайбу 18, запрессовывают  
на него шарикоподшипник 6, набитый солидолом, и устанавливают рас-  
порную втулку 8. Кронштейн 5 в сборе с подшипником 10 напрессовы-  
вают на валик 7 до упора. Устанавливают мембрану 17, пружинную  
шайбу 16, фланец 15 и заворачивают гайку 14. Сборку кронштейна за-  
канчивают затяжкой гаек 11 и 12 с последующей контровкой их отгиб-  
ными шайбами.

Правильность сборки кронштейна определяют по легкости враще-  
ния валика 7. На втулку 20 надевают уплотнительное резиновое коль-  
цо 19 и устанавливают ее на плоскость корпуса 2 насоса, закрепляют  
четырьмя болтами, которые контрят отгибными шайбами. Соединив  
кронштейн 5 в сборе с корпусом 2 насоса, равномерно закрепляют их  
гайками. В манжету 21 вставляют резиновое кольцо 22 и надевают ее  
на валик 7, осторожно подвинув до упора во втулку 20. Надевают на  
валик стальную шайбу 23, пружину 24 (длина пружины в свободном  
состоянии должна быть не менее 28 мм) и навертывают крыльчатку 3,  
закрепив ее гайкой 26, которую контрят отгибной шайбой.

Правильность сборки насоса проверяют вращением крыльчатки; оно  
должно быть тугое, но без заеданий и прихватов. Затем на шпильки  
корпуса 2 надевают крышку 1 и закрепляют ее так, чтобы ось прием-  
ного патрубка была параллельна оси контрольного отверстия 25.

Собранный насос испытывают на специальном стенде в течение  
0,5—1 ч. При этом проверяют производительность насоса (при  
2800 об/мин, напоре  $H = 1,47 \cdot 10^5$  Па и температуре воды 70—80°C) и  
его герметичность. Производительность должна быть не менее  
400 л/мин. Если нет стенда, насос испытывают вместе с дизелем.

Центрифуга — на внутренних стенках ее ротора (рис. 14) в процес-  
се эксплуатации дизеля образуются значительные коксовые отложе-  
ния, которые по рекомендации завода-изготовителя удаляют через  
960—1000 ч работы. Однако практика показывает, что ротор надо очи-  
щать от коксовых отложений через 300—400 ч, особенно, если дизель  
значительное время эксплуатируется на малых ходах или число пере-  
ключений реверса более пяти пар на каждые 10 ч работы дизеля.

Ротор центрифуги вращается с большой скоростью. Частота его  
вращения в 3 раза больше частоты вращения коленчатого вала. Боль-  
шое количество коксовых отложений на стенках ротора значительно  
увеличивает нагрузки на привод маслонагнетающего насоса и ухудша-  
ет очистку масла. Очистка ротора несложна, она обязательно выполня-  
ется при первой переборке дизеля.

Для очистки наружного барабана от отложений снимают с дизеля  
маслонагнетающий насос с центрифугой, а с него — колпак 4 и разби-  
рают ротор. Чтобы разобрать ротор, вынимают из поводка корпу-  
сорный бронзовый 10 и фрикционные 11 диски. Расконтрив и отвер-

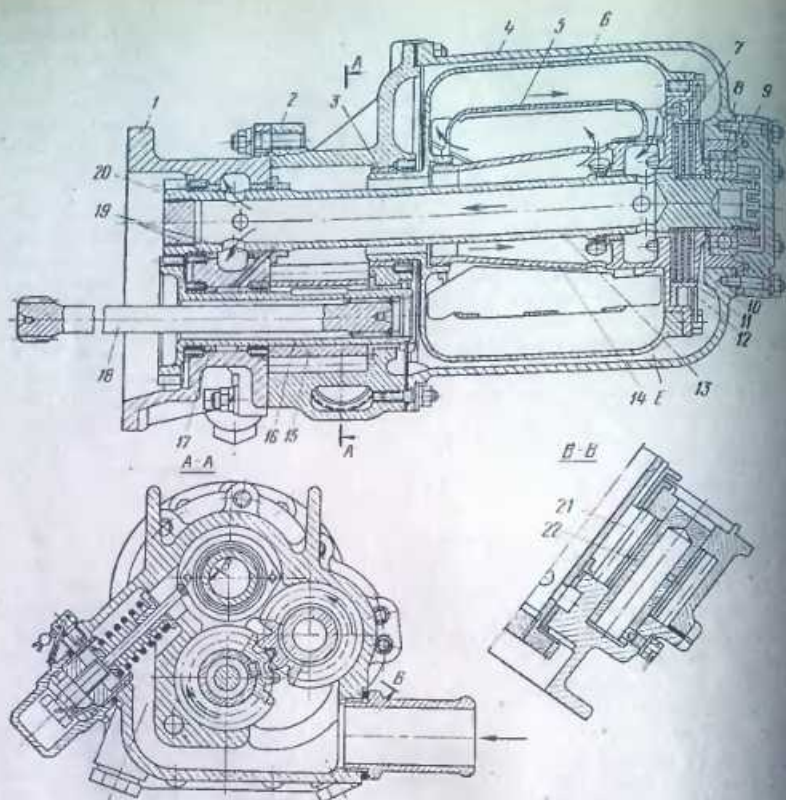


Рис. 14. Маслонагнетающий насос с центрифугой

нув болты крепления конуса ротора к наружному барабану, вынимают из него конус. При этом обязательно проверяют, есть ли клейма спаренности, нанесенные электрографом на конусе и внутреннем барабане, указывающие на их положение, при котором произведена балансировка. Если клейма нет, то их наносят перед разборкой; по ним собирают конус и внутренний барабан. Независимо от того, заменялись детали центрифуги или нет при сборке, балансировку обязательно проверяют и замеряют осевой зазор на валу. После сборки вала центрифуги проверяют осевой зазор ротора на валу; он должен быть в пределах 0,15—0,25 мм. Нужный зазор обеспечивают подбором регулировочной шайбы требуемой толщины.

При замене барабана или ротора производят их статическую балансировку с точностью 5 г на радиусе 75 мм снятием материала с поверхности *E*. При этом следят за тем, чтобы толщина стенки барабана была не менее 2 мм. Для балансировки разрешается сверлить отверстия диаметром до 6 мм на глубину до 8 мм на фланцах конуса и наружного барабана при расположении их центров на диаметре 119 мм.

Коксовые отложения удаляют деревянными лопатками, после чего промывают барабан и конус в керосине. После очистки полостей барабана конус 14 центрифуги с падетым на него внутренним барабаном ввертывают в наружный барабан 6, затягивают до отказа и сообра-

ния отверстий под болты в конусе центрифуги с отверстиями в наружном барабане, промывают детали керосином, продувают воздухом, собирают насос с центрифугой и устанавливают на дизель.

**Нагнетатель** — на дизелях М50Ф и М400 с него снимают крышку с укрепленным каркасом сетки, удаляют смолистые отложения масла с передней части крыльчатки и тщательно осматривают.

## §12. СБОРКА ДИЗЕЛЯ ПРИ ПЕРВОЙ ПЕРЕБОРКЕ

Установку собранного амортизатора на выступающую часть призонных болтов и посадочный поясок коленчатого вала производят так, чтобы совпали заводские метки (риски) на поводке амортизатора и фланце вала. При этом обеспечивают динамическая балансировка вала и совпадение отверстий для призонных болтов в его фланце и поводке амортизатора, обрабатываемых совместно. Ударами молотка по алюминиевой наставке равномерно напрессовывают амортизатор так, чтобы можно было навернуть гайки призонных болтов на две-три штки. Затем, равномерно затягивая гайки, допрессовывают его до упора во фланец коленчатого вала, до отказа затягивают гайки и зашлинтовывают их на «якорь».

Перед установкой топливного насоса проверяют и подтягивают гайки крепления его опор 4 (см. рис. 5), расположенных на верхней части картера. Проверяют, есть ли на опорах центрирующие втулки, служащие не только для центровки насоса, но и для слива масла из его картера в картер дизеля, а также резиновые кольца на крайних опорах. Затем выдвигают рессору привода топливного насоса до упора в нагнетатель и устанавливают проверенный и отрегулированный насос с всережимным регулятором на опоры, заведя предварительно его патрубок в дюритовый шланг, закрепленный на кожухе рессоры. Закрепляют топливный насос на опорах картера и заводят один конец рессоры в шлицы муфты на кулачковом валике насоса, а другой — в шлицы большой конической шестерни его привода. Свободное перемещение рессоры по шлицам муфты и конической шестерни свидетельствует о том, что топливный насос установлен соосно с приводом.

Если рессора перемещается по шлицам туго, снимают насос, отвертывают на один поворот гайки крепления опор насоса и вновь устанавливают его на опоры, закрепив гайками. Затем ударами молотка по алюминиевой наставке перемещают опоры вместе с насосом то в одну, то в другую сторону до тех пор, пока рессора его привода не будет свободно перемещаться по шлицам. После этого снимают насос, затягивают до отказа гайки крепления опор к картеру и окончательно устанавливают его на дизель. Проверяют перемещение рессоры, при свободном ее перемещении окончательно затягивают гайки крепления насоса, закрепляют ленточными хомутами дюритовый шланг на патрубке, подсоединяют трубку подвода масла к насосу и трубку слива его из регулятора.

До начала установки поршней располагают комплект их с поршневыми пальцами на рабочем месте по порядку номеров и проверяют по клеймам принадлежность к данному дизелю. На бобышках поршней и торцах поршневых пальцев должны быть указаны: номер дизеля, порядковый номер поршня (от 1 до 6) и буква П (правый блок) или Л (левый блок). Установка поршней по их клеймению определяет приработку поршня к гильзе цилиндра и сохраняет требуемую балансировку поршня к гильзе цилиндра и сохраняет требуемую балансировку поршня к гильзе цилиндра и сохраняет требуемую балансировку поршня к гильзе цилиндра и сохраняет требуемую балансировку поршня к гильзе цилиндра. Нарушение этих условий приводит к снижению надежности работы дизеля после его переборки. Проверяют состояние бумажных прокладок, если они повреждены, ставят новые. Привальцовывают плоскости картера под правый и левый моноблоки. Про-

вертывают коленчатый вал так, чтобы верхние головки 1-го и 6-го главных шатунов заняли верхнее положение. Для соединения с шатунами поршни нагревают до 100—120°C.

На ремонтном заводе или в мастерских поршни нагревают в воздушной электронагревательной печи, оборудованной приборами для измерения температуры. На судне поршни нагревают низковольтными электрогрелками Э8-72. Смазывают втулки верхних головок шатунов маслом МК или МС. Надевают на головку шатуна нагретый поршень 1-го цилиндра так, чтобы бобышка с клеймом номера дизеля находилась со стороны передачи. Вставляют в бобышки поршня смазанный маслом соответствующий палец, продев его сквозь втулку верхней головки. Ставят заглушки с двух сторон пальца и, перемещая его, устанавливают так, чтобы заглушки не выступали за образующую поршня. В таком же порядке устанавливают следующие пять поршней главных шатунов, а затем шесть поршней прицепных шатунов.

При установке моноблоков первым всегда монтируют моноблок, в котором находятся главные шатуны, а затем моноблок с прицепными шатунами. Несоблюдение такой последовательности приводит к повреждению шатунов и гильз. До установки моноблоков повертывают коленчатый вал так, чтобы поршни 1-го и 6-го цилиндров оказались приблизительно в в. м. т., а поршни 2, 3, 4 и 5-го цилиндров — на одном уровне. При размещении поршневых колец на поршнях замки их должны быть в диаметрально противоположных точках и в плоскости качания шатунов: обычно замки 1-го и 3-го колец — в стороне развала, а замки 2-го и 4-го колец — в противоположной стороне. После развода замков кольца обильно смазывают маслом МК или МС, также смазывают поршни в местах расположения колец, надевают на поршни хомуты ЛМ9690-173 для сжатия колец. Проверяют состояние резинового кольца под гайкой на стакане наклонной передачи моноблока, и при необходимости заменяют его новым. Тщательно протирают замшей зеркало гильз и обильно смазывают их маслом МК или МС, чтобы моноблок легко опускался на поршни, отвертывают колпачки пусковых клапанов, нажимают на пусковые клапаны и фиксируют их в открытом положении.

Закрепляют моноблок тросом и подвешивают на тали в таком положении, чтобы он опускался вдоль силовых шпилек картера. При опускании моноблока сначала направляют по гильзам 1-й и 6-й поршни и надевают на них моноблок, а затем 2, 3, 4 и 5-й и опускают моноблок на картер. При этом хомуты по мере смещения их гильзами снимают с поршней. Кроме того, следят за тем, чтобы поршневые кольца свободно входили в гильзы, не ломались и не гнулись. Валик наклонной передачи, выступающий из стакана и закрепленный на головке моноблока, должен легко войти по шлицам в хвостовик нижней шестерни установленной в картере. Прокладку между картером и блоком нужно зажимать правильно, без складок и повреждений. В таком же порядке монтируют второй моноблок.

После того как оба моноблока будут установлены, на силовые шпильки надевают последовательно нижние и верхние шайбы. Смазывают резьбу шпилек касторовым маслом, наворачивают на них гайки в соответствии с маркировкой и затягивают последние. Сначала завертывают все гайки одного моноблока ключом с плечом 150 мм, прилагая небольшое усилие рукой. Затем затягивают все гайки до упора, применяя за него резкое возрастание усилия на ключе. После этого накладывают шпильки на четыре грани (240°) и крайних шпилек на три с половиной грани (210°). Гайки затягивают одновременно с двух сторон в последовательности, указанной на рис. 15, за четыре приема, по одной грани за прием.

Для снятия напряжения в силовых шпильках все гайки после затяжки поворачивают в обратную сторону резким небольшим нажатием руки на ключ. При этом гайка вместе со шпилькой повернется на 0,5—1,5 мм. Если не снять напряжение, то шпилька во время работы дизеля оборвется.

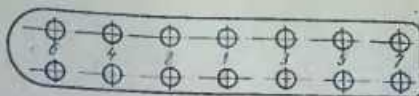


Рис. 15. Схема последовательности затяжки гаек силовых шпилек крепления моноблока

Затяжка гаек силовых шпилек крепления моноблока — очень ответственная операция, так как перетяжка или недозатяжка даже одной гайки приводит к оваллизации гильзы цилиндра, а она — к прорыву газов, перегреву поршня, задирам или прогару его. Поэтому затяжку гаек необходимо выполнять в строго установленном порядке, обеспечивая равномерную и одинаковую их затяжку.

После затяжки гаек крепления моноблока опускают уплотнительное резиновое кольцо 21 (см. рис. 29) на верхнем стакане 22 наклонной передачи каждого моноблока вниз. Заправляют его в выточку среднего стакана 19, закрепленного на картере, и зажимают гайкой 20.

При установке реверсивной муфты и верхней мертвой точки (в.м.т.) поршня углы поворота коленчатого вала отсчитывают по градуированной шкале с обозначениями верхней (в. м. т.) и нижней (н. м. т.) мертвых точек 1-го поршня левого моноблока на дизеле правого вращения или 1-го поршня правого моноблока на дизеле левого вращения, нанесенной на корпусе синхронизатора реверсивной муфты. Против шкалы расположен визир — металлическая рамка с двумя натянутыми проволоками. При установке реверсивной муфты снимают крышку визира на ее картере, переключают ручным управлением муфту на передний ход и вращают за фланец отбора мощности до тех пор, пока метка 0 — в. м. т. — 1 л. и на градуированной шкале не совпадет с плоскостью нитей визира. Снимают форсунку 1-го левого цилиндра (для дизелей правого вращения), ставят вместо нее рыгляж 1М55-61сб и поворачивают коленчатый вал в такое положение, чтобы поршень 1-го цилиндра левого блока находился в в. м. т.

Устанавливают на шпильки привалочной плоскости реверса паронитовую прокладку, а в кольцевую выточку на фланце крепления картера реверсивной муфты к верхнему картеру с левой стороны (для дизеля правого вращения) — медно-асбестовое кольцо, уплотняющее маслоснагнетающий трубопровод. Надевают реверсивную муфту на шпильки до полного прилегания к фланцу картера дизеля. При этом шлицы амортизатора должны свободно войти в шлицы реверсивной муфты. При необходимости поворачивают вал отбора мощности. Запрессовывают в верхнюю часть фланца реверсивной муфты конический штифт, фиксирующий положение ее картера относительно картера дизеля. В таком положении закрепляют муфту гайками.

Для точной установки в. м. т. поршня 1-го левого цилиндра или проверки ее поворачивают коленчатый вал на 50—60° против хода, после чего снова медленно вращают его по ходу и наблюдают за подъемом риски стержня рыгляжа.

Когда поршень не дойдет до в. м. т. на 10—15°, прекращают вращение вала и в плоскости совмещения двух нитей визира фиксируют количество делений на градуированном диске корпуса фрикциона и на корпусе рыгляжа против риски на его стержне. Медленно вращают коленчатый вал по ходу и останавливают его, когда риска стержня рыгляжа, поднявшись вверх, снова опустится и дойдет до деления, первоначально отмеченного на корпусе рыгляжа. В этом положении на градуированном диске фрикциона против плоскости совмещения двух нитей визира фиксируют новое количество делений. Расстояние между

двумя замерами (количеством делений на градуированном диске) делят пополам. В данном случае получают фактическое положение в. м. т. 1-го левого цилиндра. Если оно не совпадает с градуировкой на диске (0—в. м. т.—1 л. ц.), устанавливают коленчатый вал в положение в. м. т. 1-го левого цилиндра и переставляют указатель визира на отметку 0—в. м. т.—1 л. ц. Правильность определения в. м. т. проверяют не менее трех раз.

По окончании переборки дизель подвергают регулировке, заключающейся в укладке распределительных валиков, регулировке газораспределения, в установке угла начала подачи топлива и регулировке воздухораспределения.

Все указанные операции излагаются в инструкции по эксплуатации дизеля, которую прилагают к каждому дизелю, и в § 19.

### § 13. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДИЗЕЛЯ ПОСЛЕ ПЕРВОЙ ЕГО ПЕРЕБОРКИ

Первая переборка дизеля, как правило, выполняется без снятия его с судна. По ее окончании производят приработку поршневой группы и проверяют правильность регулировки и работы всех механизмов дизеля. Порядок этих операций следующий.

Приготовление к пуску — пуск дизеля — ответственная операция, требующая от личного состава особого внимания. Неправильный пуск приводит к аварии дизеля или отдельных его агрегатов. Дизель запускают при температуре масла и воды не ниже  $15^{\circ}\text{C}$  и температуре воздуха в машинном отделении не ниже  $8^{\circ}\text{C}$ . При этом давление воздуха в баллонах должно быть не ниже  $98\text{--}10^5 \text{ Па}$ .

С целью уменьшения износа деталей рекомендуется при температуре воздуха в машинном отделении ниже  $15^{\circ}\text{C}$  дизель прогревать до температуры воды и масла, выходящих из него, не ниже  $50^{\circ}\text{C}$ . При этом пуск дизеля обеспечивается при давлении воздуха в баллоне не ниже  $73,5\text{--}10^5 \text{ Па}$ . Воду и масло подогревают специальным устройством. Если его нет, систему смазки заполняют горячим маслом, а систему охлаждения — горячей водой, имеющими температуру не ниже  $70^{\circ}\text{C}$ .

Перед пуском дизеля необходимо проверить:

достаточно ли топлива в топливных цистернах и пусковом баке, если последний имеется, переключить топливную систему на работу от него, и достаточно ли масла в масляном баке. Если в расходном баке масла менее  $\frac{1}{3}$  полной емкости, пуск и эксплуатация дизеля не разрешаются, надо проверить правильность заполнения системы охлаждения по уровню воды в расширительном бачке. Если из насоса заборной крышке, иначе возможен задиры крыльчатки. У дизеля М401 проверяют присоединение штатных контрольно-измерительных приборов. Осматривают валопровод на наличие посторонних предметов;

легкость передвижения рычага управления дизелей. Рукоятки аварийного пуска перемещают рейку топливного насоса на полную подачу и убеждаются в плавном ее возвращении в исходное положение. Положение рукоятки крана блокировки, рукоятки гидравлического управления и штыря для съемного рычага ручного управления рейки фиксируют в фиксаторное положение гидравлического управления (по надписи «Гидростоп»). Штырь для съемного рычага ручного управления направляют вверх с небольшим наклоном в сторону дизеля. Перемещать рукоятку

гидравлического управления реверсивной муфтой можно лишь после установки рычага управления дизелем на упор реверсирования. Рабочим положением упора реверсирования является положение, при котором откидной болт упора повернут в крайнее положение в сторону дизеля;

положение спускных и перекрывающих кранов дизеля и систем (топливной, смазки и охлаждения). Все краны должны находиться в рабочем положении.

К пуску дизеля приступают только после устранения всех замеченных неисправностей. Непосредственно перед пуском проверяют коленчатый вал воздухом от баллона с давлением  $(7,8-11,7) \cdot 10^5$  Па, включают агрегат прокачки на редукторе, на 3—4 оборота. Одновременно также убедиться, что в цилиндрах нет жидкости, которая может привести к гидравлическому удару и быть причиной аварии дизеля. Допускается проворачивание коленчатого вала вручную ключом. Если дизель не удастся запустить, то перед очередной попыткой необходимо откачать из него масло агрегатом откачки.

Пуск дизеля производится сжатым воздухом при положении рычага управления на холостом ходу. Для пуска рычаг управления устанавливают на упор реверсирования. Если имеются быстрооткрывающиеся клапаны на системе воздушного пуска, открывают вентили на воздушных баллонах. Включают агрегат прокачки и прокачивают дизель маслом и топливом. Когда давление масла в главной магистрали повысится до  $0,98 \cdot 10^5$  Па, резко открывают вентиль баллона (или быстрооткрывающийся клапан) и воздух поступает в дизель. Максимальная длительность непрерывной работы агрегата прокачки допускается не более 1 мин.

После запуска дизеля закрывают вентиль баллона, выключают агрегат прокачки и переходят с работы от пускового бачка (если он есть) на работу от топливной системы. Подачу воздуха прекращают немедленно, чтобы не создавать дополнительных нагрузок на золотники воздухораспределителей, так как это может привести к заеданию золотников и выходу из строя воздухораспределителей.

В момент пуска, особенно при холодном масле, давление последнего не должно превышать  $14,7 \cdot 10^5$  Па. При пуске с упора реверсирования мгновенный заброс частоты вращения дизеля должен быть не более 1200 об/мин. После пуска при положении рычага управления на упоре реверсирования дизель должен развивать 850 об/мин.

Если после двух попыток запустить дизель не удастся, необходимо установить причину. Облегчать пуск заливкой топлива в цилиндры или зашприцовкой его в коллекторы воздухопровода запрещается.

Прогрев дизеля после пуска производят для того, чтобы все детали его, а также вода и масло имели соответствующую температуру. Прогревают дизель на холостом ходу при 850 об/мин. При этом следят за тем, чтобы давление масла в главной магистрали его было не ниже  $5,9 \cdot 10^5$  Па. Температура масла и воды должна повышаться постепенно и равномерно. Во время прогрева проверяют уровень воды в расширительном бачке, а также убеждаются, что насос забортной воды подает воду. Прогрев считают законченным, когда температура воды и масла, выходящих из дизеля, достигает соответственно 55 и 40°C. Во всех случаях работы дизеля на холостом ходу частота вращения его должна быть 850 об/мин. Непрерывная работа дизеля разрешается не более 1 ч.

Приработка дизеля после первой его переборки производится на переднем ходу в течение 3 ч на режимах, приведенных в табл. 4. Работу дизеля контролируют по приборам. Обслуживающий персонал обязан постоянно наблюдать за их показаниями. Система терморегулирования воды (ГОСТ 10150—62) должна обеспечивать поддержание

Таблица 4

Режим работы	Частота вращения $n$ , об/мин	Мощность $N_e$ , Вт	Максимально допустимая температура газов за турбинами $t_{г}^{\circ}\text{C}$	Продолжительность работы при приработке дизеля, ч	Продолжительность непрерывной работы дизеля в эксплуатации, ч	Температура воды, $^{\circ}\text{C}$		Температура масла, $^{\circ}\text{C}$		Давление масла в главной магистрали дизеля, Па	Давление топлива, поступающего в насос, Па
						на входе в дизель	на выходе из дизеля	на входе в дизель	на выходе из дизеля		
Холостой ход	850	—	—	0,1	Не более 1					Не ниже $5,9 \cdot 10^5$	
Минимально устойчивая частота вращения	500			0,1	Не более 0,5			Не ниже 40 и не выше 70		Не ниже $2,9 \cdot 10^5$	
Эксплуатационные режимы	900	—	—	0,3	Неограниченно	Не ниже 55	Не выше 85	Не ниже 40 и не выше 70	Не выше 95	$(5,9+8,8) \cdot 10^5$	$(1,47+2,43) \cdot 10^5$
	1000	393 492	400	0,4							
	1100	456 010	430	0,4							
	1200	514 850	450	0,3							
	1300	581 045	480	0,3							
	1400	635 885	480	0,3							
	1500	698 725	490	0,3							
Полная мощность	1550	735 499	490	0,2	Не более 15					$(5,3+8,8) \cdot 10^5$	
Максимальная мощность	1600	809 049	520	0,1	Не более 1						
Задний ход	750	183 875	—	0,2	Не более 1					$2,9 \cdot 10^5$	

температуры ее на выходе из дизеля в пределах от 65 до 85°C при нагрузке от 25 до 100% и изменении температуры забортной воды от 5 до 35°C.

На переходных режимах, при сбросе или приеме нагрузки от холостого хода до 100% и от 100% до холостого хода динамическая ошибка регулирования (заброс) не должна превышать 18°C. Перепад температуры охлаждающей воды не более 15°C. Датчики аварийно-предупредительной сигнализации срабатывают при температуре воды, выходящей из дизеля и турбокомпрессоров,  $88 \pm 2^\circ\text{C}$  и температуре масла на выходе из дизеля  $98 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Приработку дизеля после его первой переборки производят на указанных режимах без вывода судна на крыло. По окончании приработки осматривают фильтры на выходе масла. Если на них нет стружки или блесок алюминия, разрешается эксплуатация дизеля на режимах, указанных в табл. 4.

## Глава IV

### СРЕДНИЙ РЕМОНТ ДИЗЕЛЯ

#### § 14. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Быстроходные судовые дизели М50Ф, М400 и М401 по сравнению с тяжелыми удобны в демонтаже и технологически просты при полной переборке.

При правильной эксплуатации быстроходных дизелей средний ремонт их проводится в период межнавигационной стоянки судна. Такой ремонт выполняется в мастерских. При этом проверяют состояние всех деталей, удаляют с них коксовые и масляные отложения, замеряют детали, имеющие повышенные износы или начальные стадии разрушений, восстанавливают регулировку агрегатов и дизеля.

Средний ремонт следует проводить после отработки дизелем всего навигационного периода, независимо от количества наработанных часов. При этом дизель демонтируют с судна. Определяют объем его разборки и ремонта.

Если не обнаружены дефекты на верхней части картера, коренных и шатунных вкладышах, коленчатом валу, шатунах и передачах, ходовую часть и передачу не разбирают, т. е. не снимают подвески, не вынимают и не разбирают коленчатый вал и передачу.

Не разбирают ходовую часть до наработки дизелем 5000—7000 ч при отсутствии в фильтре на выходе масла бронзовой или стальной стружки, появившейся вследствие разрушения коренных или шатунных вкладышей, втулки, нижней головки прицепного шатуна (бронзовая стружка), нарушения работы прицепного шатуна в проушине главного шатуна (стальная стружка), падения давления масла в главной масляной магистрали дизеля ниже  $5,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$  на номинальной,  $4,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$  на максимальной мощности,  $2,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$  на минимально устойчивой частоте вращения в результате износа шатунных или коренных вкладышей. При разборке нарушается приработка деталей, увеличиваются продолжительность ремонта и расходы на него.

Когда ходовую часть дизеля не разбирают, тщательно осматривают втулки верхних головок шатунов и, покачивая прицепной шатун, проверяют втулку нижней его головки.

Рассмотрим порядок работ при среднем ремонте, если требуется разборка всего дизеля (с ходовой его частью).

Промывают и очищают детали от коксовых и масляных отложений. Подвергают их дефектации после промывки с целью выявления трещин, впадин или начальных стадий разрушения. Выполняют микрометрический обмер основных сопряжений, подверженных износам и влияющим на надежность работы дизеля. Собирают агрегаты и дизель. Проверяют регулировку форсунок и топливного насоса высокого давления и при необходимости производят подрегулировку. Регулируют дизель при необходимости производят подрегулировку. Регулируют дизель. Топливный насос высокого давления, регулятор и форсунки разбирают только при обнаружении неисправностей во время проверки их регулировки на специальных стендах.

## § 15. РАЗБОРКА ДИЗЕЛЯ

Перед тем как приступить к разборке дизеля, готовят стеллажи для укладки снимаемых узлов, деталей и тару для крепежных деталей. При снятии агрегатов и отдельных деталей надо убедиться, что они имеют клеймо. Однотипные детали особого назначения в некоторых случаях маркируют только порядковым номером. Чтобы не потерять, их связывают вместе. Связывают вместе также шестерни и регулировочные шайбы, чтобы в последующем было легче подбирать и регулировать узлы при сборке. Полированные детали и детали с легкоповреждаемыми поверхностями (шатунные и коренные вкладыши и др.) укладывают в специальные ящики. Резиновые изделия при разборке промывают в содовом растворе, прополаскивают в теплой воде и хранят в закрытом ящике.

Участок для разборки дизеля по возможности должен находиться в светлом и просторном помещении, столы для дефектации деталей хорошо освещены и покрыты листовым алюминием или пластмассовыми листами. Это предохраняет детали от заботы и попадания в масляные каналы посторонних предметов, которые могут быть причиной аварии дизеля.

На участке разборки необходимо иметь: стеллаж (металлическую подставку) для установки и частичной разборки дизеля, изготавливаемый из уголка 45×45, длина его на 20 мм должна быть меньше длины опорных лап верхней части картера, а ширина в верхней части обеспечивать установку дизеля, а в нижней на 60—80 мм больше; поворотную тележку ЛМ9690-222 (рис. 16) для разборки и сборки дизеля; тележку для транспортировки узлов и агрегатов; приспособления ЛМ9689-415 (рис. 17) для подъема дизеля и ЛМ9690-048 (рис. 18) для подъема коленчатого вала; набор необходимых съемников и инструмента.

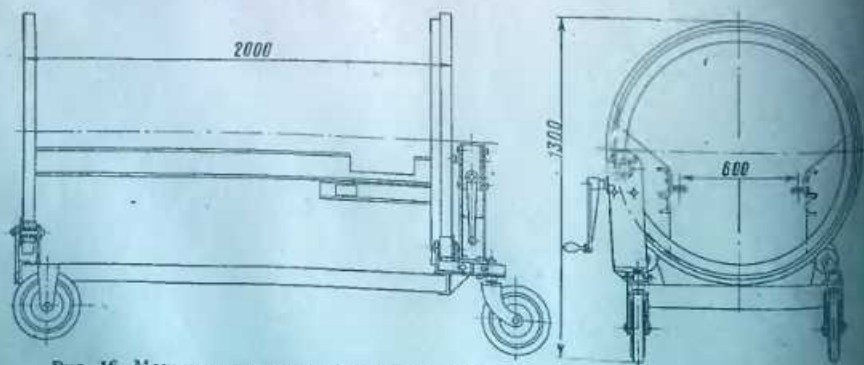


Рис. 16. Монтажная поворотная тележка ЛМ9690-222 для разборки и сборки дизеля

Перед разборкой дизель приспособлением ЛМ9689-415 устанавливают на стеллаж, отвертывают сливную пробку в нижней части картера и сливают из него масло. При этом проверяют, нет ли в масле воды и металлической стружки. Если в масле обнаружена вода, водяные полости деталей дизеля и сальниковые уплотнения водяного насоса при ремонте опрессовывают и тщательно проверяют.

Для снятия реверсивной муфты отсоединяют топливный трубопровод от фильтров, разъединяют тяги управления регулятором, выпрессовывают наворачиванием гайки установочный конический штифт, расположенный в верхней части картера реверса, отвертывают гайки крепления реверса и отодвигают его от дизеля, переставляют на стеллаж для разборки.

После того, как будут отсоединены водяные, масляные, топливные и воздушные трубопроводы, снимают турбокомпрессоры на дизеле М401 или нагнетатель на дизелях М50Ф и М400 и направляют их на участок для разборки.

Снимают крышки моноблоков, расшплинтовывают и отвертывают гайки крепления подшипников распределительных валиков, убирают крышки подшипников, распределительные валики и промежуточный валик с конической шестерней. Сняв со шпилек блока основания подшипников распределительных валиков, соединяют их с крышками согласно клеймам и укладывают в специальную тару или в крышки моноблоков. Отвертывают гайку сальника на кожухе наклонного валика правого и левого блоков, переставляют дизель со стеллажа на поворотную монтажную тележку ЛМ9690-222 и укрепляют его десятью болтами равномерно с обеих сторон.

Повертывают дизель на поворотной тележке так, чтобы блок с прицепными шатунами занял вертикальное положение. Отвертывают гайки силовых шпилек крепления блока к картеру дизеля ключом с рычагом длиной 1 м два специально аттестованных сборщика. Каждый из них отвертывает противоположную гайку в такой последовательности: за первый прием все гайки на одну грань, т. е. на 60°

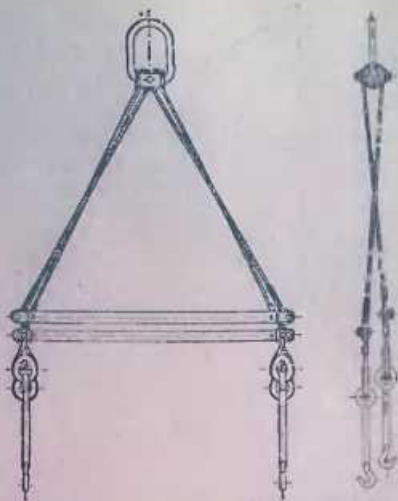


Рис. 17. Приспособление ЛМ9689-415 для подъема дизеля

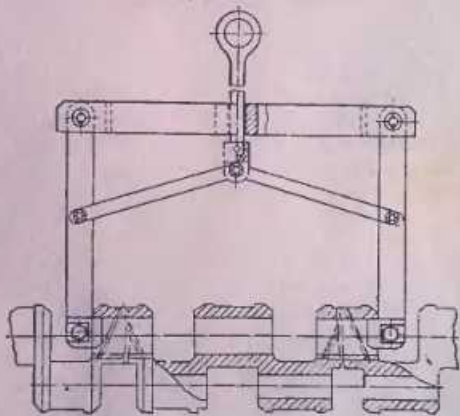


Рис. 18. Приспособление ЛМ9690-048 для подъема колечатого вала

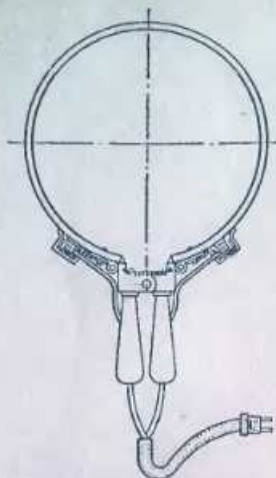


Рис. 19. Низковольтная электрогрелка Э8-72 для снятия поршней

воздуху в цилиндр, где создается разрежение, препятствующее снятию моноблока. По мере освобождения поршней их поддерживают руками, не допуская повреждения плоскости картера шатунами и повреждения поршней. После снятия блока поворачивают тележку так, чтобы другой моноблок занял вертикальное положение, и, соблюдая указанную выше последовательность, снимают моноблок. Отвертывают гайки крепления нижней части картера, снимают ее и направляют на разборку.

Для снятия поршней коленчатый вал осторожно поворачивают так, чтобы два поршня в правом ряду и два в левом заняли верхнее положение, при этом поддерживают поршни для предохранения поршневых колец от повреждения. Включают в сеть поясные низковольтные электрогрелки Э8-72 (рис. 19) и нагревают поршни до 100—120°С.

Когда поршни нагреются до указанной температуры, выключают и снимают грелки. Поддерживая поршень рукой в парусниковой или асбестовой рукавице, другой рукой выталкивают поршневой палец вместе с заглушками, после чего снимают поршень с шатуна. При снятии пальца запрещается наносить удары по заглушкам во избежание их деформации. Если палец не выходит свободно, поршень вновь нагревают. Остальные пальцы и поршни снимают, проворачивая коленчатый вал в положение, удобное для закрепления электрогрелок на поршнях. Снятые поршни укладывают на стеллаж вместе с пальцами и заглушками.

С целью демонтажа коленчатого вала в сборе с шатунами отворачивают поочередно с одной стороны гайки шпрингельных шпилек и выталкивают последние из картера. На каждую шпильку надевают снятые уплотнительные резиновые кольца, гайку и шайбу. Гайки крепления подвесок отворачивают равномерно в несколько

сначала крайнюю пару со стороны наклонной передачи, потом на одну грань пару гаек со стороны реверса, а затем снова со стороны наклонной передачи. Так, поочередно попарно на одну гайку до полного приемов отворачивают гайки до полного снятия усилия на ключе, и затем коловоротным ключом отвертывают все гайки со шпилек. Гайки одного моноблока связывают проволокой и подвешивают к нему, так как их подбирают по резьбе шпильки и маркируют только порядковым номером шпильки.

Повернув коленчатый вал дизеля так, чтобы поршни 1-го и 6-го цилиндров в блоке, лежащем снятию, заняли положение, соответствующее примерно в. м. т., моноблок поднимают приспособлением под прямым углом к плоскости картера. Поднимать моноблок надо медленно, следя за тем, чтобы он сохранял горизонтальное положение и не задевал за силовые шпильки. При подъеме периодически ударами деревянного молотка по тарелкам клапанов осаживают последние, обеспечивая проход

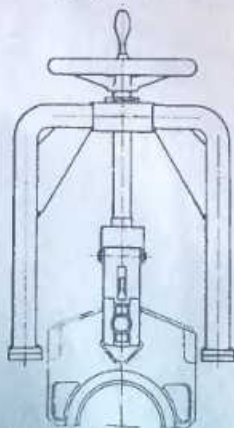


Рис. 20. Приспособление ЭМ9690-093 для снятия подвесок

приемов по одной грани. Снятые гайки и шайбы связывают проволокой и привязывают к карте-шайб другого картера.

Подвески снимают приспособлением ЛМ9690-093 (рис. 20), поочередно проворачивая при необходимости коленчатый вал. Если нет приспособления, их снимают двумя рычагами. При снятии 7-й подвески поддерживают упорные полуколыца с пружинами и сухарями. Из всех подвесок вынимают нижние половинки вкладышей и укладывают их в специальную тару.

На шпильки крепления 1-й и 7-й подвесок надевают алюминиевые защитные втулки для предохранения коренных шеек от повреждения о резьбу шпилек при снятии вала. Приспособлением ЛМ9690-048 (см. рис. 18) осторожно вынимают коленчатый вал с шатунами и амортизатором из картера и устанавливают коренными шейками на специальную передвижную подставку для дальнейшей разборки. Из проточек на 7-й опоре картера вынимают два полуколыца, пружины и сухари. Снимают верхние половинки коренных вкладышей со всех опор в картере и укладывают их вместе с упорными полуколыцами, пружинами и сухарями в специальную тару, где находятся нижние половинки вкладышей.

При разборке коленчатый вал поворачивают так, чтобы 1-я и 6-я шатунные шейки заняли верхнее положение, и струбциной ЛМ9690-060 (рис. 21) выпрессовывают конические штифты с шатунов, придерживая при этом снизу шатун, снимают его с коленчатого вала. Если струбцины нет, конические штифты выпрессовывают с шатуна резкими ударами молотка по стальной наставке, заточенной на конус. Выпрессованные штифты сразу устанавливают в свои гнезда в крышку шатуна. С крышки и из шатуна вынимают половинки вкладышей и укладывают их в специальную тару.

После снятия шатунов расшплинтовывают и отвертывают гайки стяжных болтов заглушек шатунных шеек и 7-й коренной, вынимают поплавки и заглушки, из 1-й коренной шейки — рессору и центральную шестерню. Следует помнить, что заглушки шатунных шеек с болтами подбирают по разовесу и к шатунной шейке и маркируют их номером. Поэтому надо принять меры к тому, чтобы не перепутать их с комплектом для другого вала.

Для снятия с вала амортизатора расшплинтовывают и отворачивают гайки призонных болтов крепления амортизатора к фланцу коленчатого вала. Легкими ударами молотка по бронзовой выколоте выбивают болты, чтобы их цилиндрическая часть вышла из поводка амортизатора, после чего последний легко снимается. Призонные болты, потерявшие плотную посадку, снимают для ремонта или замены.

Чтобы разобрать прицепные шатуны, через отверстие в их пальце выталкивают штифт, стопорящий палец. После этого палец выпрессовывают, поддерживая руками оба шатуна. Вместо гидравлического пресса применяют ручной реечный с усилием до 1 тс. Кроме пальцев, им выпрессовывают шарикоподшипники и другие детали. Из пальца прицепного шатуна вынимают стопорное кольцо и выпрессовывают втулку для промывки масляной полости пальца.

С верхней части картера снимают корпус привода к топливному насосу и генератору, стаканы привода к наклонным передачам и насо-

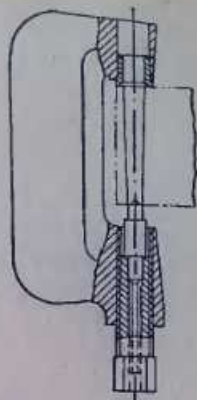


Рис. 21. Струбцина ЛМ9690-060 для выпрессовки и запрессовки конического штифта шатуна



Особо тщательно промывают масляные каналы, масляные и топливные трубки. Подшипники качения промывают в бензине, в который добавляют 6% масла МК или МС.

Некоторые детали дизеля (поршни, клапаны, шатуны, головки блоков), имеющие на поверхностях твердый нагар, перед промывкой обрабатывают в ванне со специальным раствором. Для промывки в ваннах лакокрасочных водостойкой краской, чугунных деталей и деталей става; кальцинированная сода (20 г), хромпик (1 г), нитрат натрия (5 г) и вода (1 л). Моют детали при температуре раствора 75—90°C в течение 10—20 мин, после чего сушат горячим воздухом или в сушильном шкафу при температуре не выше 100°C.

При большом объеме промывочных работ используют специальные многокамерные или однокамерные моечные машины (рис. 24), в ко-

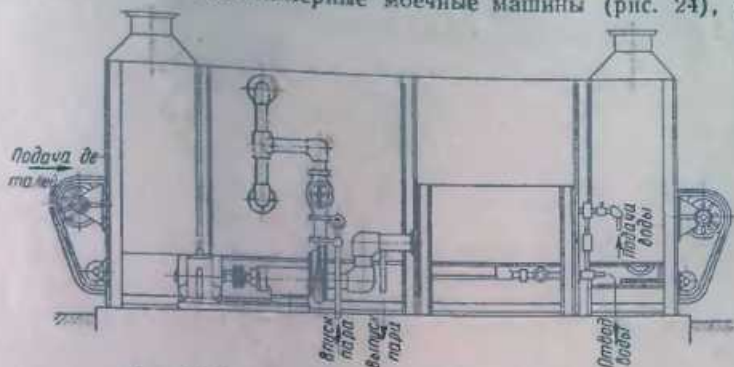


Рис. 24. Моечная однокамерная машина 9984-578

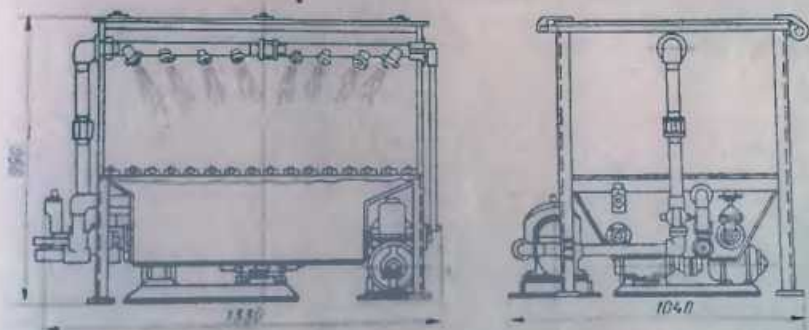


Рис. 25. Моечный аппарат 9984-580

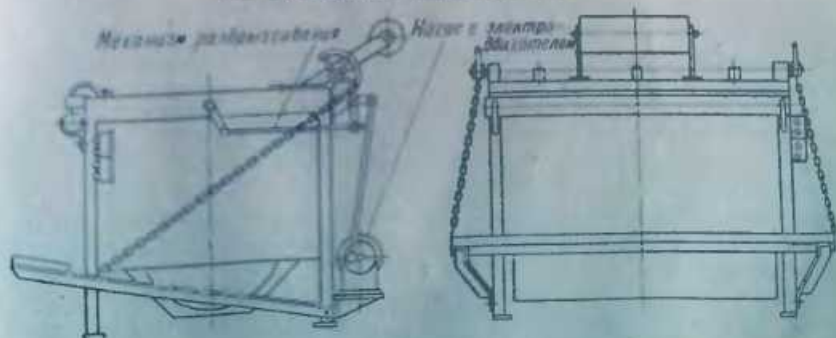


Рис. 26. Механизованная моечная ванна

торых детали также и сушат. В такой моечной машине детали промывают струями содохромпикового раствора, подаваемого под давлением  $(2 \div 3,9) \cdot 10^5$  Па и при температуре  $70-80^\circ\text{C}$ . Продолжительность промывки 8—10 мин. Для приготовления раствора в 1 л воды при температуре  $70-80^\circ\text{C}$  отдельно растворяют 2 г кальцинированной соды, 0,3 г хозяйственного мыла и 0,3—0,5 г нитрата натрия.

Промывать детали горячим содохромпиковым раствором можно и в более простых моечных ваннах с паровым или электрическим подогревом (рис. 25 и 26). Мелкие детали при промывке укладывают в ящик с сетчатым дном, крупные устанавливают на подставках. Герметизируют плоскости разъемов деталей (верхней и нижней частей картера) снимают растворителем № 647; применять для этого металлические скребки запрещается во избежание повреждения плоскостей.

## § 17. ДЕФЕКТАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ

Дефектация состоит в тщательном визуальном осмотре деталей и рассортировке их на годные, подлежащие ремонту, и негодные. Результаты осмотра и обмера деталей заносят в ведомости дефектов дизеля или его агрегатов. Примерный порядок составления ведомости дефектов приведен в табл. 5.

При капитальном ремонте дизеля, кроме дефектации, с целью определения возможности дальнейшего использования деталей производят микрометрический обмер по основным размерам чертежа наиболее изнашиваемых поверхностей их.

В каждом отдельном случае во время ремонта может возникнуть необходимость дополнительного обмера, объем которого определяют на основании общих указаний данного раздела и опыта исполнителей, выполняющих дефектацию. Последнюю должны производить контрольный и производственный мастера.

Перед началом дефектации нужно ознакомиться с документацией дизеля, установить общее число наработанных часов с момента выпуска и число часов работы после последнего ремонта. При дефектации тщательно осматривают детали с целью выявления трещин, рисок, задиров или других дефектов.

Коленчатый вал, шатуны, поводок и маховик амортизатора, вал реверсивной муфты, распределительные валики обязательно подвергают магнитному контролю (на магнофлоксе) с последующим их размагничиванием. Детали, подвергаемые шлифовке, контролируют травлением, а детали, изготовленные из ферромагнитных материалов, — люминесцентным методом (см. § 8).

При осмотре шестерен обращают внимание на износ зубьев, правильность контакта по засветленной поверхности их, на состояние шлицев шестерен и др.

Особо тщательно осматривают шарикоподшипники, поскольку их не разбирают, наружную и внутреннюю поверхности обоймы, поверхности шариков и сепараторов. Подшипник, смазанный тонким слоем масла, вращается легко, плавно и без заеданий.

При осмотре картеров и корпусов из цветных сплавов проверяют плотность посадки центрирующих и стопорных штифтов и резьбовых шпилек, состояние резьбы шпилек и пистонов.

Во время обмера деталей большое значение имеет чистота их поверхности. На ней не допускаются наволакивания металла, наклейки. Они влияют на замеры. Такие поверхности зачищают крокусной бумагой и полируют.

Изложенные общие указания относятся главным образом к тем деталям, к которым не предъявляются специальные требования. Остановимся более подробно на дефектации основных деталей и узлов.

Верхнюю часть картера устанавливают на поворотную тележку. Осматривают ее с помощью переносной электролампы. Так как верхняя часть картера является основным и дорогостоящим узлом дизеля, ее бракуют только при трещинах в местах посадки подвесок и вкладышей.

В процессе эксплуатации дизеля были случаи разрушения шатунов, при этом, как правило, повреждалась верхняя часть картера цинны или разрушения боковых шатунов и боковые поверхности картера. Трек как указано в § 7. При выработке постелей под коренные вкладыши производят наплавку алюминия и расточку опоры с новой подвеской. В последней растачивают поверхность под вкладыши и проверяют соосность всех опор картера под вкладыши.

На шпильках крепления подвесок и блоков не допускаются: срыв резьбы более двух ниток, забоины глубиной более 0,5 мм, ослабление посадки шпилек в картере, трещины, которые находят постукиванием металлическим предметом по шпильке, глухой звук при этом свидетельствует о наличии трещины. При указанных дефектах шпильки заменяют.

Следует иметь в виду, что при длительной эксплуатации каналы могут закоксоваться и частично или полностью перекрывать доступ масла к трущимся деталям. В связи с этим все каналы очищают ершами и тщательно промывают бензином. Если есть забоины или повреждения на плоскостях стыка с другими деталями, последние зачищают и проверяют на прямолинейность по краске лекальной линейкой.

При задирках или износах отверстий под стаканы передач их растачивают до выведения дефектов и устанавливают алюминиевые втулки, которые окончательно растачивают по внутреннему диаметру до чертежного размера.

Коренные вкладыши проверяют визуальнo на отсутствие трещин люминесцентным методом или лупой десятикратного увеличения. На вкладышах не допускаются: трещины по стали и по свинцовистой бронзе (особое внимание надо обращать на масляные канавки), выкрашивание или отслоение свинцовистой бронзы, кольцевые риски глубиной более 0,3 мм и шириной более 1 мм. При частичном или полном износе свинцовистого покрытия вкладыш вновь гальванически покрывают свинцом. Если вкладыш устанавливают на старое место, при межнавигационном ремонте разрешается не пересвинцовывать его. Наклеп и налипание металла на наружной поверхности вкладыша зачищают и полируют крокусной бумагой без уменьшения наружного диаметра.

Каждая половинка вкладыша должна устанавливаться в постель с натягом 0,066—0,100 мм, при свободной посадке вкладыш заменяют. Износ вкладыша по внутреннему диаметру и ослабление посадки его в рабочем состоянии определяют микрометрическим обмером, который выполняют в такой последовательности.

Проверяют клеймение деталей, принадлежащих к данному узлу. Верхнюю и нижнюю части картера клеймят одинаковым цифровым номером, который наносят на боковой поверхности у разъема. Подвеску клеймят номером узла и порядковым номером, шпильку ее — порядковым номером на торцовой части. Гайки и шайбы крепления подвесок клеймят порядковым номером шпилек и после разборки привязывают проволокой к картеру. На поверхности масляной канавки каждой половинки вкладыша электрографом наносят фактическую величину ее  $T$ , номер заливки свинцовистой бронзы и величину выступания (со знаком +) или утопания (со знаком —) плоскостей стыка (рис. 27). Обе половинки одного комплекта вкладыша каждой опоры клеймят одним и тем же номером заливки свинцовистой бронзы. Суммарная величина выступания плоскостей стыка двух половинок одно-

Ремонтный завод, цех №		Ведомость дефектов изделия № _____ после общей наработки _____ ч _____ мин			Всего листов _____ лист № _____	
№ п/п	Деталь (узла)	Описание дефекта	Причина дефекта	Заключение контрольного и производственного мастеров	Подпись исполнителей устранения дефектов	
					Рабочий	Контролер
1	Верхняя часть картера	<p>Обрыв шпильки крепления подвески 2-й опоры</p> <p>Деформация отверстия под конический штифт спаривания верхней части картера дизеля с картером реверсивной муфты</p> <p>Извилистая линия длиной 30 мм в виде трещины на поверхности под коренной вкладыш подвески 1-й опоры</p>	<p>Повышенное давление сгорания во вторых цилиндрах из-за нарушения регулировки топливного насоса. Усталостное разрушение шпильки или наличие металлографического дефекта в ней</p> <p>Не выпрессован конический штифт при демонтаже реверсивной муфты</p> <p>Дефект металла подвески, нарушение условий ее работы из-за обрыва шпильки крепления подвески 2-й опоры</p>	<p>Тщательно проверить регулировку топливного насоса на момент и качество подачи топлива, обратив особое внимание на 1-й и 2-й плунжеры. Направить оборванный конец шпильки в металлографическую лабораторию для анализа и сообщить заводу-изготовителю дизеля о дефектах металла или термообработки. Вывернуть или высверлить оставшийся конец шпильки в картере. Заменить шпильку, обеспечив натяг по среднему диаметру резьбы 0,07—0,11 мм. Установить подвески, затянуть до рабочего положения гайки силовых и шпренгельных шпилек, проверить соосность опор под коренные вкладыши, которая не должна превышать 0,03 мм</p> <p>Проинструктировать рабочих участка сборки о правильном порядке демонтажа реверсивной муфты. Развернуть отверстие под ремонтный конический штифт</p> <p>Проверить люминесцентным способом, нет ли на подвеске 1-й опоры трещины. При обнаружении ее направить подвеску в металлографическую лабораторию для установления причин появления. Заменить подвеску</p>		

2

Коленчатый вал

Забиты на плоскости установки правого моноблока

Повреждения при разборке дизеля

Зачистить забиты на плоскости, проверить по краске декальной линейкой прямолинейность плоскости картера

Глубокие кольцевые риски на коренных и шатунных шейках вала. Отложения в виде густой темной массы на внутренних полостях шатунных шеек

Применение загрязненного масла, несоблюдение срока службы его, вода в масле

Очистить внутренние полости шатунных шеек от отложений. Заполнить шатунные и коренные шейки (глубокие кольцевые риски не выводить, чтобы избежать снятия азотированного слоя с шеек). Произвести микрометрический обмер шатунных и коренных шеек и проверить биение коренных при установке вала на 1, 4 и 7-й опорах. Величины полученных замеров должны соответствовать допустимым при ремонте. Тщательно опрессовать узлы дизеля, охлаждаемые пресной водой, при обнаружении течи воды устранить ее

Извилистая линия длиной 5 мм в виде трещины на поверхности 2-й коренной шейки

Дефект металла, перегрузка цилиндра из-за разрегулировки топливного насоса

Проверить коленчатый вал методом магнитной дефектоскопии (на магнотоме). При обнаружении трещины направить вал в лабораторию. Сообщить заводу-изготовителю дизеля результаты исследования. Проверить регулировку топливной аппаратуры. Заменить коленчатый вал

3

Шатуны

Ослабление посадки втулки верхней головки 5-го главного шатуна

Перегрев верхней головки шатуна из-за перегрузки цилиндра или недостаточный натяг втулки при изготовлении шатуна

Заменить втулку верхней головки 5-го шатуна. Проверить регулировку топливного насоса, обратив особое внимание на плунжер, подающий топливо в цилиндр, в котором работал шатун

Забиты на торцах шатунов

Небрежное обращение с шатуном при разборке дизеля

Зачистить и заполнить забиты. Проверить шатуны методом магнитной дефектоскопии (на магнотоме). При обнаружении трещины направить шатун в лабораторию для установления причины ее возникновения

Наклеп на ложах под шатунные вкладыши

Контактная коррозия от длительной работы

Зачистить наклеп. Установить крышки шатунов и произвести микрометрический обмер их по шкниам и верхним головкам

Ремонтный завод, цех №		Вероятность дефектов изделия № _____ после общей наработки _____ ч _____ мин			Всего листов _____ лист № _____	
№ п/п	Деталь (узел)	Описание дефекта	Причина дефекта	Заключение контрольного и производственного мастеров	Подпись исполнителей устранения дефектов	
					Рабочий	Контролер
4	Шестерни передачи	Выкрашивание металла на шестерне привода маслonaгнетающего насоса  Дефектов на остальных шестернях нет	Перегрузка шестерни или недостаточная ее смазка	Заменить шестерню  Допустить шестерни к сборке с проверкой зацепления по зазору и по отпечатку краски с сопряженными шестернями		
5	Моноблоки	Продольные глубокие риски на гильзе 2-го цилиндра правого блока  Негерметичность впускного и выпускного клапанов	Стальная стружка от оборванной шпильки крепления подвески  Длительность работы блока	Заменить гильзу 2-го цилиндра. Дозатянуть гайки крепления нижнего уплотнения всех гильз. Замерить овальность всех гильз. Перепрессовать или заменить новой гильзу с овалом более 0,35 мм  Гидропрессовать два блока. Разшарошить седла клапанов, шлифовать рабочие фаски клапанов и притереть их с проверкой герметичности керосином		

Подпись

Контрольный мастер

Производственный мастер

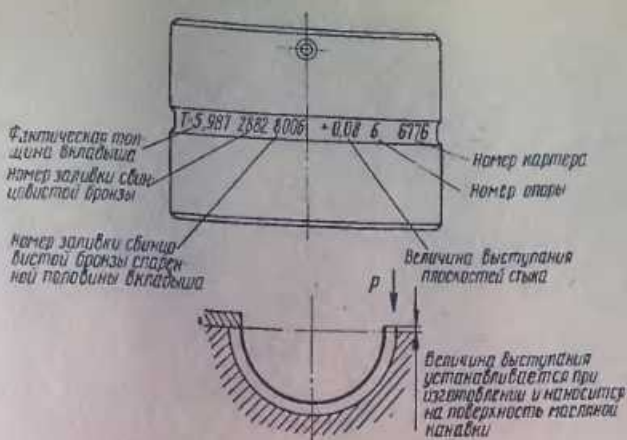


Рис. 27. Клеймение коренного вкладыша

го комплекта вкладыша должна обеспечивать натяг в постели одного комплекта, равный 0,066—0,100 мм.

Повертывают картер на поворотной тележке так, чтобы шпильки крепления подвесок были вверх. Тщательно протирают опорные поверхности под вкладыши. Половинки вкладышей в картер и подвески устанавливают в строгом соответствии маркировки их порядковым номером опор. Проверяют, не повернулась ли шпилька крепления подвески по резьбе в картере. У нормально завернутой шпильки большая ось овала центрирующего буртика (в нижней части шпильки) расположена вдоль оси картера с отклонением  $\pm 10^\circ$ . Устанавливают подвески на картер согласно клеймению и номеру картера. Надевают шайбы и наворачивают гайки крепления подвесок в соответствии с маркировкой. Ставят стяжные шпильки, шайбы и от руки заворачивают на них гайки.

Проверяют затяжку шпилек крепления подвесок. Для этого завертывают все гайки до упора (упор — резкое возрастание усилия на плече 300 мм при заворачивании гайки Г-образным ключом. Упор должен быть одинаковым на всех гайках). Подсчитывают число граней до совпадения меток 0 на торцах гайки и шпильки. Нормальное усилие заворачивания гайки три-три с половиной грани до упора; гайки с меньшим числом граней метят цветным карандашом.

Затягивают гайки крепления подвесок до совпадения меток 0 (гайки с пометкой карандашом — от упора на три, три с половиной грани, после чего перебивают метку 0 на гайке или шпильке до совпадения их). Гайки двух маленьких шпилек крепления 7-й подвески затягивают от упора на полторы — две грани.

Затягивают гайки стяжных шпилек на три-три с половиной грани от упора.

Производят микрометрический обмер коренных вкладышей индикаторным прибором для внутренних измерений с точностью 0,002 мм. Прибор настраивают по эталонному кольцу диаметром 105 мм, которое должно иметь паспорт и проверяться не реже одного раза в месяц. Обмер выполняют в двух направлениях (А и Б), как показано на рис. 28. В связи с тем что внутренняя поверхность вкладыша расточена по гнербале, при обмере в каждом направлении прибор перемещают вдоль него и наименьший диаметр записывают в табл. 6.

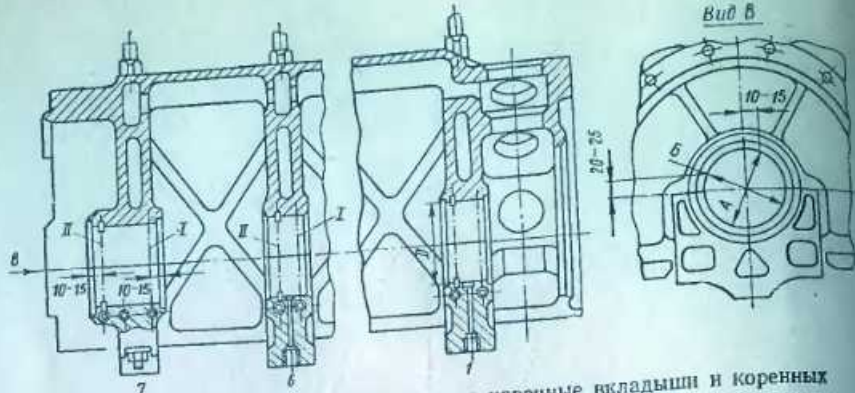


Рис. 28. Схема замера постелей картера под коренные вкладыши и коренных вкладышей картера

После обмера последнего вкладыша проверяют настройку прибора по эталонному кольцу. Если будет установлено, что прибор сбился при обмере, повторно обмеряют все вкладыши. При несоответствии приведенных в табл. 6 величин допустимым вновь затягивают гайки крепления подвесок и стяжных шпилек и повторно обмеряют вкладыши. Если и после этого размеры вкладыша не соответствуют допустимым, его заменяют.

Таблица 6

№ вкладыша	Точка обмера	Внутренний диаметр коренного вкладыша		Овальность			Зазор с шейкой коленчатого вала						
		по чертежу	допустимый при ремонте	фактический	по чертежу	допустимая при ремонте	фактическая	по чертежу		допустимый при ремонте		фактический	
								мин	макс	мин	макс	мин	макс
А	Б	105A <sub>1</sub> <sup>+0,021</sup>	105,06	—	0,01	0,05	—	0,075	0,111	0,065	0,18	—	—

Передачи (рис. 29), состоящие из конических и цилиндрических шестерен, в дизелях являются очень надежными. При соблюдении требований инструкции по эксплуатации они могут работать длительное время. Имеющиеся в масле абразивные частицы приводят к абразивному износу зубьев шестерен. При снижении вязкости масла или неправильном монтаже и регулировке зацепления на рабочих поверхностях зубьев наблюдается выкрашивание с образованием оспинок или продолговатых ямок. Выкрашивание начинается обычно на поверхности ножки зуба, вблизи его полюсной линии. На цементированных рабочих поверхностях зубьев вначале появляются мелкие поры, едва заметные на глаз. Размер и число их постепенно увеличиваются. Они могут покрывать всю поверхность ножек зубьев. Поры приводят к обматыванию или задиранию зубьев.

Зубчатые колеса еще длительное время могут работать, прежде чем процесс выкрашивания полностью разрушит поверхность зубьев. Однако при обнаружении на зубьях шестерен выкрашивания цементированного слоя, явно выраженной выработки у ножки или на головке точечного выкрашивания поверхности зуба в местах максимальной нагрузки, трещин и скола зуба — их заменяют, так как поломка даже одного зуба приводит к аварии дизеля.

Нормальный зазор в зацеплении пары конических шестерен устанавливается 0,1—0,25 мм. Перед разборкой передачи следует измерить зазоры по всем шестерням. Если зазор будет превышать 0,45 мм, значит шестерни имеют недопустимый износ зубьев и они должны быть заменены.

В большой конической шестерне привода топливного насоса тщательно осматривают шлицы для рессоры. Если между рабочей шлицевой частью и за кольцевой канавкой под пружинное кольцо имеется ступенчатая выработка, шестерню заменяют новой, так как при износе шлицев угол подачи топлива будет неправильным, что скажется на рабочих шейках шестерни зачищают и полируют.

На стаканах передачи к маслоснабжающему и водяному насосам, на нижних стаканах наклонных передач допускаются кольцевые риски в отверстиях под шестерни глубиной до 0,3 мм и шириной до 0,5 мм. Острые кромки кольцевых рисок скругляют гладилкой. Задир на опорных поверхностях стакана под его регулировочные шайбы подрезают на токарном станке, обеспечивая перпендикулярность к отверстию

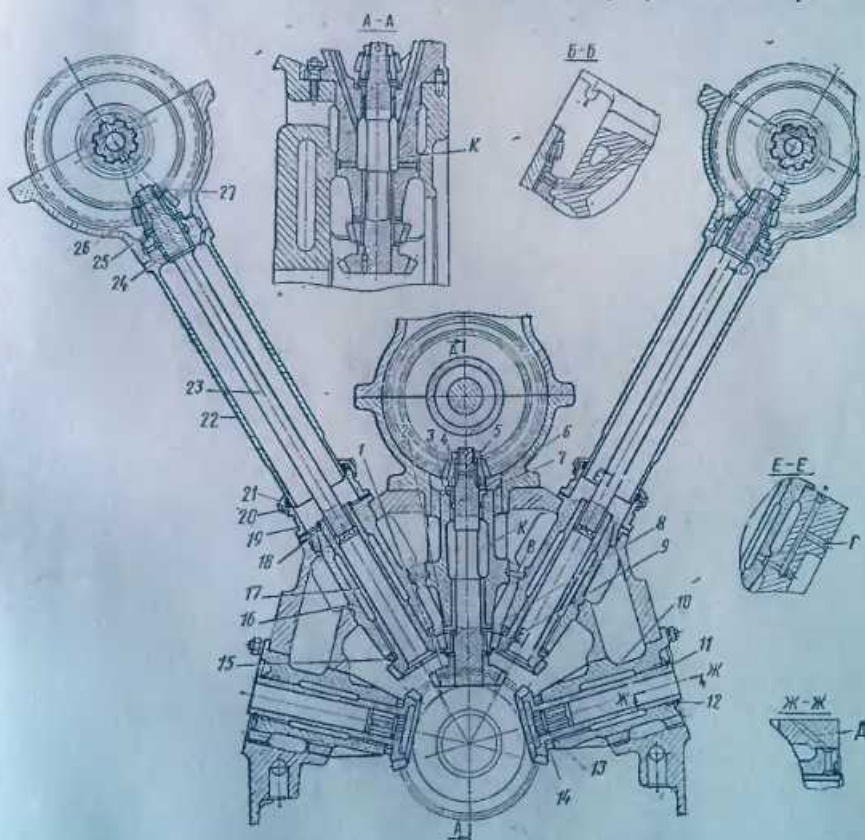


Рис. 29. Передачи:

1—2 — шестерни промежуточной передачи; 3 — корпус; 4 — шестерня привода топливного насоса; 5, 20, 27 — гайки; 6, 7, 8, 9, 14, 15, 25 — регулировочные шайбы; 10 — стакан передачи к насосу; 11 — шестерня привода масляного или маслоснабжающего насоса; 12, 13, 16 — эластичные кольца; 14 — нижний стакан наклонной передачи; 17 — нижняя шестерня наклонной передачи; 18 — уплотнительное кольцо; 22 — верхний стакан наклонной передачи; 21 — уплотнительное кольцо; 23 — вал; 24 — втулка; 26 — шестерня привода промежуточного вала наклонной передачи; B, Г, Д — масляные каналы

под шейки шестерни. При сборке такого стакана устанавливают более толстую регулировочную шайбу, обеспечивающую требуемый зазор в зацеплении шестерен.

Детали передач, признанные годными после наружного осмотра, обмеряют по поверхностям трения, при этом в соединениях должны быть обеспечены зазоры, приведенные в табл. 7.

Таблица 7

Зазоры, мм		Место расположения зазора, см (см. рис. 29)
по чертежу	при ремонте	
0,05—0,112	до 0,17	Между стаканом 10 и пальником шестерни 11 Между бронзовыми втулками корпуса 3 передачи и валиком шестерни 1
0,04—0,093	до 0,13	
0,05—0,112	до 0,17	Между стаканом 16 и валиком шестерни 17 Между втулкой 24 и валиком 23
0,04—0,093	до 0,15	
0,065—0,135	до 0,20	Между бронзовыми подшипниками большой шестерни привода к топливному насосу и ее шейками

Нижнюю часть картера перед дефектацией полностью разбирают, т. е. снимают сетку, отсасывающие трубы и привод к маслооткачивающему насосу. Как правило, детали нижней части картера не имеют дефектов и износа, однако следует обращать внимание на кронштейны привода к маслооткачивающему насосу, где возможны трещины. При трещинах на нижней части картера его заменяют. Поломки шатунов или деталей амортизатора могут быть причиной механического повреждения сопряженных плоскостей. В этом случае картер заваривают и зачищают, пришабривают плоскости сопряжения с верхней частью картера и торцовые плоскости с реверсивной муфтой и нагнетателем.

Коленчатый вал перед дефектацией тщательно промывают и проверяют, нет ли на нем трещин. Проверку производят на магнофлюске (см. § 8) или визуалью лупой десятикратного увеличения. Если нет магнофлюски, используют керосин. Для этого чистый и сухой вал, протертый замшей, смазывают керосином или выдерживают в керосиновой ванне в течение 10—15 мин, потом насухо протирают замшей, слегка простукивают бронзовым или алюминиевым молотком и осматривают через лупу. При простукивании керосин выступает из трещин, что хорошо видно в лупу.

На шейках вала допускаются следы коррозии, круговые риски глубиной не более 0,2 мм и не более чем в двух местах на каждой шейке. Общая площадь таких повреждений на одной шейке не должна превышать 2 см<sup>2</sup>. При каждой разборке дизеля мелкие риски на шейках вала зачищают крокусной бумагой и полируют. Затем вал подвергают микрометрическому обмеру с точностью до 0,002 мм.

Диаметры коренных (по чертежу  $105_{-0,066}^{+0,075}$  мм) и шатунных (по чертежу  $95_{-0,09}^{+0,07}$  мм) шеек измеряют в трех поясах по длине шейки: 1-й пояс — на расстоянии 10 мм от торца, 2-й пояс — посредине шейки, 3-й пояс — на расстоянии 10 мм от следующего торца. В каждом поясе делают два замера А и Б, которые выполняют на 45° от оси смазочных отверстий шейки. Для определения зазора берут средний размер диаметра 2-го пояса данной шейки.

Ближе коренных шеек вала проверяют на трех призмах, устанавливаемых на контрольной плите под 1, 4 и 7-ю шейки. Призма под 4-й шейкой должна быть отрегулирована по высоте. При этом три шейки с учетом их фактических диаметров устанавливают на одну ось. Размеры коренных и шатунных шеек без их исправления при ремонте дизеля не должны быть более приведенных в табл. 8.

Трещины на заглушках и ослабление посадки масляных трубок в шейках не допускаются. Стяжные болты заглушек тщательно про-

Наименование	Шейки		Наименование	Шейки	
	коренные	шатунные		коренные	шатунные
Бистие . . . . .	0,04	—	Бочкообразность . . . . .	0,01	—
Свальность . . . . .	0,02	—	Граненость . . . . .	0,01	—
Косиусность . . . . .	0,01	—	Перекас . . . . .	—	0,02
Корсетность . . . . .	0,01	—	Допуск на угол разворота . . . . .	—	±30

веряют методом магнитной дефектоскопии или лупой десятикратного увеличения.

Для повышения усталостной прочности коленчатый вал кругом азотирован на глубину до 0,4 мм, поэтому править его запрещается. Шлифовать шейки без последующей азотации рекомендуется только в том случае, если вал невозможно заменить. При этом вал шлифуют не более чем на 0,2 мм по диаметру от его фактического размера с тем, чтобы не нарушать азотированный слой.

Шатуны проверяют на магнитном дефектоскопе или люминесцентным способом. Бракуют шатуны с трещинами любого вида и расположения. Поврежденные поверхности тщательно полируют, так как они являются концентраторами напряжений и при больших знакопеременных нагрузках в шатунах являются причиной его поломки, что приводит к аварии дизеля. Поверхности с цветами побежалости полируют и проверяют на твердость. При твердости менее HB321 шатуны бракуют. Перед полировкой поверхность зачищают крокусной бумагой. После зачистки и полировки на поверхности шатуна допускаются следы коррозии не более чем в трех местах глубиной не более 0,15 мм и общей площадью 5 см<sup>2</sup>.

Во время работы возможны изгибы шатунов, которые являются причиной их поломки. Поэтому при дефектации обязательно проверяют скручивание и непараллельность осей отверстий шатунов под пальцы и вкладыши и перекосы верхних головок прицепного шатуна относительно оси отверстия под вкладыш.

Перекосы и скручивание осей отверстий проверяют на специальных валиках (рис. 30 и 31) на расстоянии 100 мм от плоскости симметрии шатуна. Для главного шатуна разность размеров:  $b$  и  $b'$  составляет не более 0,05 мм,  $a$  и  $a'$  — не более 0,05 мм,  $g$  и  $g'$  — не более 0,08 мм,  $v$  и  $v'$  — не более 0,08 мм. Для прицепного шатуна с запрессованными втулками разность размеров:  $e$  и  $e'$  — не более 0,05 мм,  $d$  и  $d'$  — не более 0,08 мм.

Схема замеров внутренних диаметров вкладышей (не имеющих гиперболическую расточку) и втулок главного и прицепного шатунов показана на рис. 32. На дизелях выпуска с 1970 г. шатунные вкладыши устанавливают с гиперболической расточкой. Внутренний диаметр их замеряют по середине вкладыша.

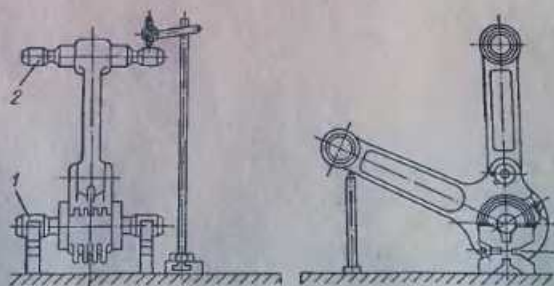


Рис. 30. Схема проверки перекоса верхней головки прицепного шатуна:

1 — контрольный валик ЛМ9532-065, 2 — контрольный валик ЛМ9532-060

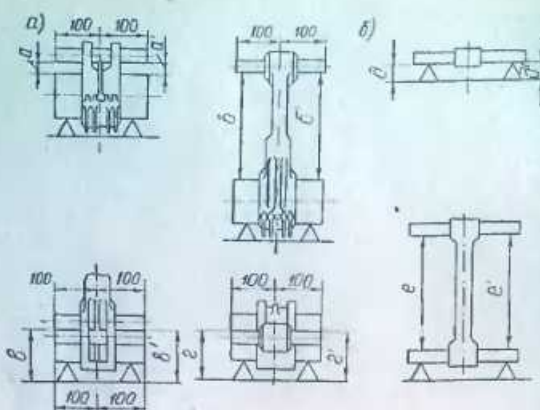


Рис. 31. Схема проверки скручивания осей отверстий шатунов:  
 а — главного, б — прицепного

аметра к наружному между втулкой и шатуном свидетельствующее о потере натяга. Такую втулку выпрессовывают и заменяют. Внутренний диаметр втулки при дефектации измеряют прибором для внутренних измерений с точностью до 0,002 мм. Втулку бракуют при овальности или конусности ее более 0,02 мм. Бракуют ее, если имеются следы прихвата к пальцу, прижоги, трещины и ослабление стопорного штифта.

Дефектацию втулки нижней головки прицепного шатуна производят так же, как и втулки верхней головки. Диаметр ее допускается не более чем 45,125 мм, овальность более 0,03 мм и конусность 0,02 мм.

Особое внимание уделяют внутренней поверхности отверстия шатуна под вкладыш. На ней после наработки дизелем моторесурса возможны наклей и частицы меди, перенесенные с омедненной стороны вкладыша. Наклей и медь зачищают крокусной бумагой. После переомеднения вкладыша проверяют его поверхность по отпечатку краски, который должен быть не менее 80% площади прилегания.

Палец прицепного шатуна проверяют на магнофлюксе, при обнаружении трещин его бракуют. Не допускаются на нем также риски, забоины, выкрашивание цементированного слоя, прижоги. При цветах побелости палец полируют до их удаления. Если твердость поверхности пальца после полировки не ниже HRC58, его можно собирать.

Не допускается увеличение диаметра отверстия под вкладыши в шатуне и его крышке свыше 103,1 мм, а также овальность или конусность более чем 0,03 мм. Наружный диаметр вкладыша можно хромировать

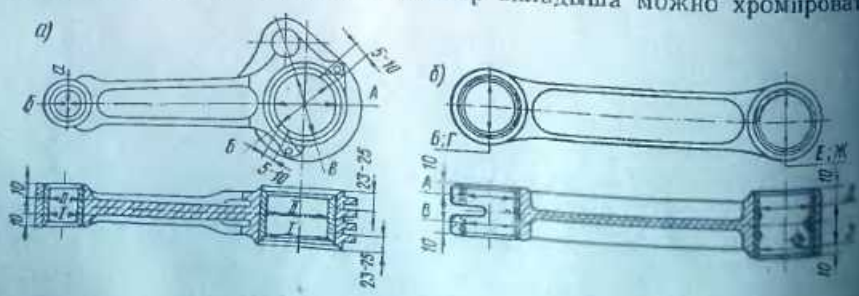


Рис. 32. Схема замера диаметров отверстий шатунов:  
 а — главного; б — прицепного

Если при замере будет установлено, что зазор между втулкой и поршневым пальцем более 0,12 мм, то втулку или растачивают под палец ремонтного размера, или заменяют. Ремонтные пальцы комплектуют с поршнями, имеющими отверстия в боышках под ремонтный палец.

При дефектации проверяют, не ослабла ли посадка втулок в головках шатуна. Если посадка втулки ослабла, то при нажатии на нее в направлении от внутреннего диаметра

и омеднять, обеспечивая натяг его в шатуне 0,044—0,09 мм. Овальность и конусность в отверстии под вкладыш устраняют чугуниным притиром с крокусом.

При ослаблении посадки стопора вкладыша в крышке или шатуне подбирают другой стопор с обеспечением его натяга 0,000—0,026 мм. Форму отверстия гнезда под стопор исправляют увеличением его диаметра до 8 мм, строго соблюдая геометрическое положение центра (для правильного расположения вкладыша). В этом случае изготавливают специальный стопор с увеличенным диаметром, соответствующим новому размеру отверстия.

На главном шатуне проверяют размеры отверстия под палец прицепного шатуна и состояние хрома в них; шелушение и сколы хрома не хромируют до размера, обеспечивающего обнаружены, отверстия шлифуют и полируют. Особое внимание при дефектации шатуна обращают на состояние и посадку конических штифтов, соединяющих крышку с шатуном. При обнаружении ступенчатых износов или ослаблении посадки штифта разворачивают отверстие под него на ремонтный размер, проверяют при этом отверстие под вкладыш, посадку и внутренний диаметр последнего.

Допустимые зазоры и натяги после микрометража шатуновой группы приведены в табл. 9.

Таблица 9

Характер и место расположения зазора или натяга	Зазоры, мм	
	по чертежу	допустимый при ремонте
Зазор между вкладышем шатуна и шейкой коленчатого вала	0,070—0,106	0,150
Зазор между торцом нижней головки главного шатуна и шейкой коленчатого вала	0,255—0,410	0,650
Зазор между поршневым пальцем и втулкой шатуна	0,060—0,080	0,100
Зазор между пальцем прицепного шатуна и втулкой шейки головки прицепного шатуна	0,076—0,103	0,120
Натяг между пальцем прицепного шатуна и проушиной главного шатуна	0,014—0,035	0,010
Зазор или натяг между коленчатым валом и подшипником (по большому диаметру вкладыша)	Зазор 0,072 Натяг 0,018	0,10
Зазор между коренными шейками коленчатого вала и коренными вкладышами	0,075—0,111	0,065—0,180
Зазор или натяг между коленчатым валом и амортизатором	Зазор 0,032 Натяг 0,025	0,070
Монтажный натяг между болтом амортизатора и отверстием в коленчатом валу и поводком амортизатора	0,003—0,027	0,00
Натяг между поводком рессоры и коленчатым валом	0,015—0,065	0,015—0,085
Натяг между шпилькой поводка рессоры и коленчатым валом	0,002—0,023	
Натяг между поводком рессоры и втулкой	0,045—0,105	
Натяг между стопором вкладыша и нижней головкой шатуна или крыльчаткой последнего	0,000—0,025	Зазор 0,015
Зазор между стопором вкладыша и отверстием во вкладыше	0,035—0,185	0,250
Натяг и замок между торцами крышки главного шатуна и шатуном	0,02—0,06	0,000
Натяг между вкладышем и шатуном	0,044—0,090	0,025
Монтажный натяг между втулкой и нижней головкой прицепного шатуна	0,045—0,065	
Монтажный натяг между втулкой и верхней головкой шатуна	0,060—0,080	

Поршневую группу (поршень, поршневые кольца, поршневой палец и заглушки) надо особо тщательно дефектировать, так как от ее работы зависит надежность и долговечность дизеля.

При осмотре поршня проверяют состояние его поверхностей. Трещины на наружных и внутренних поверхностях выявляют лупой с микратного увеличения, а также люминесцентным способом (см. § 8). Поршень с трещинами любого размера и расположения бракуют. Его также бракуют при ступенчатом износе поршневой канавки или изломе перемычки. Риски и задиры глубиной более 0,2 мм на юбке и головке поршня не допускаются. Вместе с поршнем бракуют и все поршневые кольца. Ослабление втулок и стопоров не допускается, в противном случае их заменяют.

На поршневых кольцах не допускаются: скол хрома, износ конуса по высоте более 2 мм (на расстоянии до 15 мм от начала замка допускается полный износ конуса), потеря упругости (проверяют по ширине замка в свободном состоянии), повышенный износ наружной рабочей поверхности (проверяют по зазору в стыке замка, который должен быть не более 2 мм при установленном кольце в цилиндр диаметром  $180^{+0,03}$  мм), риски глубиной до 0,1 мм, коробление колец (проверяют по свободному перемещению поршневых колец на поршне).

При ремонте дизеля желательно все поршневые кольца заменять новыми, это обеспечит надежную работу дизеля. На кольце, снятом с поршня для дефектации, указывают номер поршня и канавки, помечают верхнюю часть кольца, чтобы после дефектации поставить его в требуемое положение и в ту же канавку, в которой оно приработалось.

Палец поршня проверяют на магнитном дефектоскопе. Его заменяют при трещинах, твердости цементированной поверхности менее HRC58 и износе рабочей поверхности. Восстанавливать палец шлифовкой и хромированием запрещается. Проверяют состояние поверхностей пальца под заглушкой. При их износе палец заменяют. Заглушки, имеющие трещины и износ более допустимой величины, заменяют.

После наружного осмотра производят микрометрический обмер деталей поршневой группы, при этом устанавливают, какие из них имеют износ, превышающий допустимый (табл. 10).

Таблица 1

Характер и место расположения зазора или натяга	Зазоры, мм	
	по чертежу	допустимый при ремонте
Монтажный натяг между втулкой и бобышкой поршня	0,06—0,08	
Зазор между коническим поршневым кольцом и канавкой поршня при установленных с двух сторон по диаметру шупов одинаковой толщины в калибре диаметром $180^{+0,024}$ мм	0,15—0,20	0,30
Утопление конического кольца в канавке поршня	Не менее 0,05	
Зазор между поршневым пальцем и шатуном	0,06—0,08	0,10
Зазор между поршневым пальцем и бобышкой поршня	0,000—0,015	0,025
Зазор между юбкой поршня и гильзой ниже пальца	0,60—0,69	1,00
Зазор между гильзой и головкой поршня без учета дополнительного овала по высоте 117 мм от нижней кромки	1,20—1,29	1,50
Натяг между стопором и втулкой бобышки поршня	0,012—0,100	0,012—0,100
Зазор или натяг между заглушкой и поршневым пальцем	Зазор 0,023 Натяг 0,040	Зазор 0,050

Блоки цилиндров на дизеле М50Ф устанавливались разъемные (рис. 33). С 1971 г. на них ставят моноблоки (см. рис. 91 и 92). Дизельных выпусков разъемные блоки можно заменять моноблоками. На дизелях М50Ф пер-этом требуется замена двадцати восьми силовых шпилек или верхней палочной плоскости блока 383 мм, а для моноблока 423 мм. Кроме того, рания у поршня необходимо (см. рис. 8) проточить плоскую вершину на конус с углом  $5^{\circ} 20'$  и выполнить скругление от боковой поверхности к верхней радиусом  $2,5 \pm 0,5$  мм.

Разъемные блоки при дефектации подвергают гидравлическому испытанию, осматривают и обмеряют основные рабочие поверхности. При гидравлическом испытании (опрессовке) выявляют дефекты литья, трещины и сквозные кавитационно-коррозионные разрушения. Произ-водят испытание на макетном картере, установленном на поворотной тележке для сборки дизеля. В качестве макетного картера используют работавший серийный картер дизеля М50Ф, не имеющий дефектов, вызванных нарушением жесткости и прочности его. Если нет макетного картера, опрессовку выполняют на своем картере дизеля.

Гидравлическое испытание проводят следующим образом. Устанавливают блок на картер приспособлением; предварительно на привалоч-ные плоскости картера укладывают бумажные прокладки. Затягивают гайки силовых и шпильных шпилек крепления блока так же, как и при сборке дизеля. Опрессовывают блок горячей водой при  $80-90^{\circ}\text{C}$  под давлением  $2,8-10^5$  Па. Продолжительность опрессовки зависит от вре-мени, необходимого для тщательного осмотра головки и рубашки.

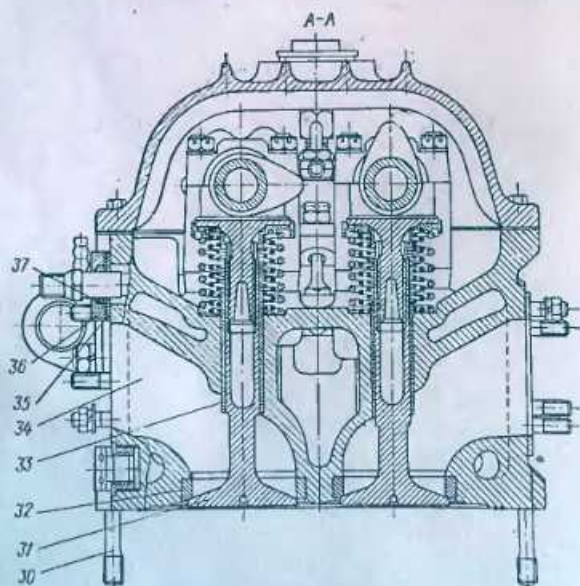
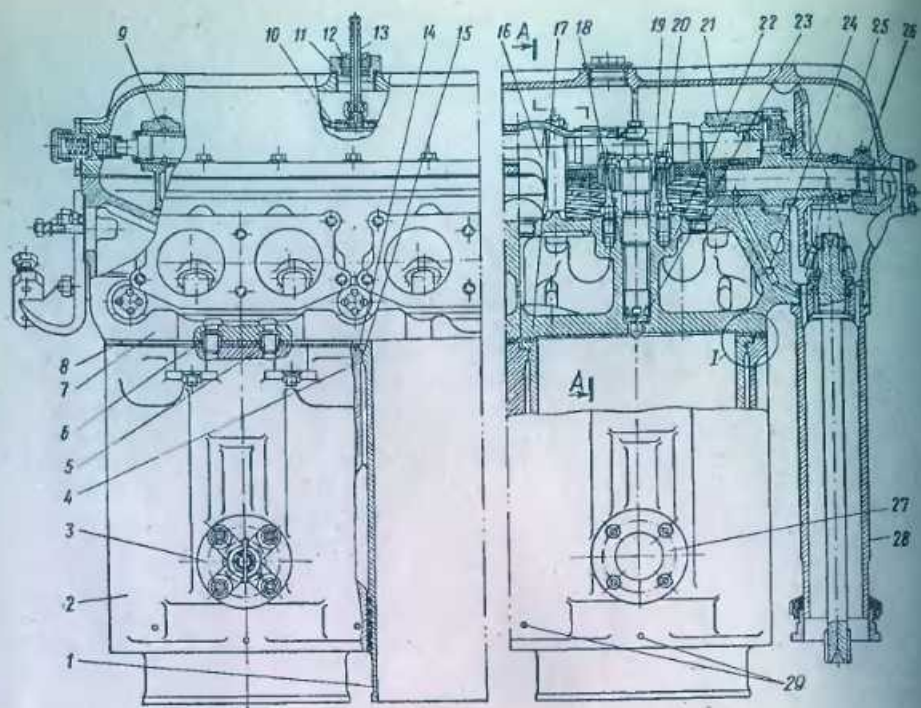
Прогрев блок горячей водой, закрывают кран на шлангах парот-водящего штуцера и отвода воды из блока. Перед этим проверяют, нет ли воздуха в системе блока. Если из шланга, надетого на паро-воздуш-ный штуцер, выходит воздух, блок прокачивают до появления воды без пузырьков. После удаления воздуха из системы, нагрева воды и блока до требуемой температуры и создания нужного давления осматривают стенки головки и рубашки с наружной стороны, полости патрубков впускных и выпускных клапанов, верхние полости головки корытооб-разной формы и камеры сгорания. Все места, через которые просачива-ется вода, обводят цветным карандашом.

Особое внимание при опрессовке обращают на стенки впускных и выпускных патрубков и колодцев под гайки силовых шпилек. Головку заменяют при трещинах или сквозных свищах и раковинах.

Течь воды при опрессовке из контрольных отверстий (см. рис. 33), расположенных по оси цилиндров, свидетельствует о просачивании ее через четыре верхних уплотняющих кольца гильзы. Течь воды и масла может быть также следствием большой выработки нижнего посадочного пояса рубашки блока. Выработка пояса появляется из-за перемеще-ния гильзы вследствие ударов поршня о нее при изменении направле-ния движения поршня в н. м. т.

Нижняя часть гильзы может перемещаться на величину зазора между диаметром рубашки и диаметром центрирующего пояса в гиль-зе, т. е. на  $0,03-0,12$  мм (зазор в нижней части необходим для обеспе-чения правильной посадки гильзы в рубашке). Верхняя часть гильзы опорным буртом прижата к рубашке и при изменении направления дви-жения поршня в в. м. т. таких перемещений гильзы не происходит.

Причиной течи воды из контрольных отверстий колодцев силовых шпилек являются трещины или сквозные раковины в стенке между от-верстиями под силовые шпильки и водяной полостью рубашки. В таких случаях решение о возможности и характере ремонта принимается после полной разборки блока и выпрессовки гильз. Течь воды может



I  
Сечение по стыку головки с опорным буртиком гильзы

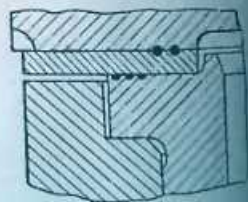


Рис. 33. Разъемный блок цилиндров:

1 — гильза; 2 — рубашка; 3 — крышка с пробкой; 4 — расточка в рубашке; 5 — трубка пере-  
 10 — трубопровод; 11 — войлочное кольцо; 12 — гайка; 13 — трубка; 14 — бурт гильзы; 15 — цин-  
 трирующие пояски гильзы; 16, 26 — подшипники; 17 — шпилька; 18 — упорный подшипник; 22 — стакан для уста-  
 новки форсунки; 19 — накладко; 20 — шпилька; 21 — упорный подшипник; 22 — стакан для уста-  
 новки форсунки; 24 — сверление; 25 — крышка; 27, 35 — фланцы; 28 — стакан наклонной пере-  
 29 — контрольные отверстия; 30 — стальные шпильки; 31 — впускной клапан; 32 — седло  
 всасывающих клапанов; 33 — выравнивающая впускного клапана; 34 — всасывающий патрубок;  
 36 — крышка фланца; 37 — резиновое кольцо

происходит из-за трещины в стенке гильзы или в стенке рубашки блока вследствие кавитационного разрушения гильзы или рубашки. При этом гильзу заменяют, а рубашку ремонтируют.

Течь воды по разъему головки и рубашки свидетельствует о нарушении уплотнения верхней части гильзы. В данном случае разбирают уплотнения и устраняют ее. Чаще всего нарушение происходит из-за оседания соединения головки с рубашкой или кавитационного разрушения. Такую течь устраняют притиркой верхнего бурта гильзы к рубашке.

После 4000—5000 ч работы дизеля, даже при отсутствии течи воды, целесообразно разобрать блок и выпрессовать гильзы для осмотра, так как кавитационные разрушения могут быть достаточно большими. Результаты опрессовки заносят в ведомость дефектов с указанием возможности использования блока или характера ремонта.

На головке не допускаются трещины, свищи, раковины и другие дефекты литья. Их устраняют заваркой или постановкой резьбовых алюминиевых гужонов. При ослаблении посадки направляющих клапанов и седел, нарушении завальцовки проволочных колец газового стыка, ослаблении посадки сшивных шпилек, задирах на рабочих поверхностях подшипников распределительных валиков, повышенном износе направляющих клапанов и рабочих фасок седел клапанов детали ремонтируют или заменяют.

Направляющие впускных клапанов замеряют по внутреннему диаметру в двух поясах на расстоянии 7 мм от верхней и 15 мм от нижней кромок, а направляющие выпускных клапанов — на расстоянии 15 мм от верхней и нижней кромок. В каждом поясе замер производят в двух направлениях — вдоль и поперек головки. Перед замером зачищают внутренний диаметр от наволакивания металла и нагара. При внутреннем диаметре свыше 18,35 мм направляющие заменяют.

Износ седел клапанов проверяют керосином или визуально; значительную выработку устраняют совместной притиркой седла и клапана, а большую — зеркованием фаски седла с последующей притиркой клапана.

На рубашке блока не допускаются глубокие кавитационные разрушения стенок и верхнего центрирующего пояса, значительная выработка нижнего центрирующего пояса, свищи и раковины. Рубашки с такими дефектами подлежат ремонту. Допускаются кавитационные разрушения глубиной не более 2 мм и общей площадью не более 50 см<sup>2</sup> в одном цилиндре, не выходящие на верхний центрирующий бурт и опорную поверхность бурта гильзы, нижний центрирующий пояс в местах прилегания уплотнительных резиновых колец и на стенки отверстий под силовые шпильки. Кавитационные разрушения рубашки после 4000—5000 ч работы происходят обычно в плоскости движения шатуна и под углом 45° к ней (в зоне окон перепуска воды из рубашки в головку блока, на верхнем центрирующем поясе и опорной поверхности бурта гильзы).

Не допускаются на рабочей поверхности гильзы трещины, выкрашивание азотированного слоя, продольные риски глубиной более 0,1 мм, износ зеркала гильзы более 0,3 мм на сторону. Допускаются мелкие раковины величиной не более 0,2 мм и глубиной до 0,3 мм, расположенные неглубоко и общим числом не более трех, налет коррозии в виде отдельных пятен площадью не более 1 см<sup>2</sup> и количеством не более трех. На наружной поверхности гильзы могут быть местные точечные кавитационные разрушения площадью 2,5 см<sup>2</sup> и глубиной до 1,5 мм, общим числом не более пяти. Кавитационные разрушения глубиной не более 0,2 мм допускаются на опорной поверхности бурта и на верхнем центрирующем поясе гильзы.

Общие сведения о кавитационных и эрозивных разрушениях блоков необходимы при ремонте и эксплуатации, так как надежность и долговечность работы быстроходного дизеля с водяным охлаждением зависят от стойкости гильз цилиндров и блоков против кавитационного и эрозивного разрушения. Поверхности их, омываемые водой, часто имеют накипь, раковины, каверны и даже сквозные свищи или трещины. Разрушение этих деталей является следствием кавитации и эрозивной коррозии металла. Исследованиями установлено, что на интенсивность разрушения металла блоков и гильз цилиндров влияют конструктивные и химические факторы.

Остановимся на конструктивных способах борьбы с кавитацией. Чтобы предотвратить кавитацию, гильза цилиндра не должна иметь вибрацию от удара поршня, особенно при обратном его движении. Вибрация гильзы больше связана с частотой вращения вала дизеля, чем с его мощностью, хотя величина вибрации пропорциональна боковому давлению поршня на стенку гильзы. Чем меньше зазор между юбкой поршня и гильзой цилиндра, тем слабее будет удар, а следовательно, и меньше вибрация гильзы.

Кроме конструктивного уменьшения зазора, необходима точная его проверка. Надо стремиться к тому, чтобы при сборке и ремонте дизеля он был одинаков во всех цилиндрах. При ремонте дизеля нельзя допускать больших зазоров по верхнему и нижнему посадочным поясам гильзы в рубашке, так как при их увеличении вибрация гильз значительно возрастает. Эластичная масляная подушка между поршнем и гильзой смягчает удары его о гильзу. Применение качественных и повышенной вязкости масел, а также предотвращение перегрева их смягчает удары поршня о гильзу и уменьшает кавитационные разрушения.

К кавитации приводит неравномерность потока воды в зарубашечном пространстве. Кавитация возникает в местах наибольшего изменения давления воды, которое зависит от скорости ее в зарубашечном пространстве вдоль блока. Для устранения этого необходимо подводить воду к каждому цилиндру и организовывать более плавный поток ее в зарубашечном пространстве блока с наименьшим изменением давления.

В судовом дизеле М50Ф, устанавливаемом на судах на подводных крыльях, кавитационному разрушению подвергаются гильзы цилиндров и рубашек разъемного блока вследствие значительной вибрации гильзы и неравномерного потока воды в зарубашечном пространстве. Тонкостенная гильза разъемного блока закреплена в верхней и нижней частях, в результате чего она имеет большую вибрацию от нормального давления поршня на гильзу. Вода в таком блоке подводится у 1-го цилиндра, откуда она по неравномерному сечению движется вдоль блока к 6-му цилиндру, поднимается в головку и выходит из последней у 6-го цилиндра. При этом создается очень неравномерный поток ее вдоль блока.

На дизелях М400 и М401 установлен моноблок с гильзой, монтируемой с большим натягом по всей длине. Плавность потока воды при этом обеспечивается равномерностью проходных сечений в канавках гильзы. Кроме того, в моноблоке вода подводится отдельно к каждому цилиндру. Моноблок практически не подвергается кавитационному разрушению. При установке моноблока моторесурс дизеля увеличился в 2 раза.

Рассмотрим химические способы борьбы с кавитацией. При местном нарушении оксидных пленок эрозией металл деталей остается незащищенным. Это является одной из причин кавитации. Дефекты в рубашечном пространстве появляются вследствие образования точечной коррозии. Ей главным образом подвергаются детали быстроходных дизелей с высокой скоростью воды и тонкими стенками гильз. Возможна также коррозия, увеличиваемая также из-за перепада температуры и аэрации (насыщения газом).

Для борьбы с кавитационными и эрозийными разрушениями и отложениями накипи в воду добавляют хромпик, растворимое антикоррозионное масло, нитрат натрия. Кроме того, в систему охлаждения прохладит до 10% всего потока воды. Реагент поглощает из нее элементы, вызывающие коррозию.

Контроль химического состава воды и ее обработке в процессе эксплуатации должно уделяться особое внимание, так как от этого зависит надежность дизеля. Необходимо помнить, что во всех случаях, когда применяются замедлители коррозии, содержание их в воде следует строго контролировать. При увеличении или уменьшении концентрации замедлителя коррозии в воде сверх рекомендованной он может быть причиной более сильной коррозии. В качестве замедлителя коррозии применяют хромпик. Причиной коррозии является частая смена охлаждающей воды, так как свежая вода насыщена кислородом.

На зеркале гильзы в месте движения поршневых колец после 1000—1500 ч работы при положении поршня в в. м. т. наблюдается ступенчатая выработка — вдавливание металла. Наибольшая его величина у 1-го поршневого кольца, наименьшая — у 2-го и почти отсутствует у движения поршня между зеркалом гильзы и образующей поршневого кольца всегда имеется масляная пленка, предотвращающая их износ. Когда поршень приближается к в. м. т., скорость его резко снижается, что приводит к уменьшению масляной пленки. При остановке поршня в в. м. т. она выдавливается поршневым кольцом и становится минимальной. Вследствие этого при дальнейшем движении поршня наблюдается полусухое трение в районе верхних поршневых колец, что является причиной износа зеркала гильзы.

Первое поршневое кольцо расположено около камеры сгорания, где условия смазки гильзы плохие из-за ее выгорания, образования кокса, разжижения несгоревшим топливом и высокой температуры. Именно здесь зеркало гильзы больше всего изнашивается, так как кроме 1-го поршневого кольца на него действует давление сгорания в цилиндре. Лучшие условия смазки 2-го поршневого кольца, и зеркало гильзы изнашивается меньше.

Зеркало на всех гильзах изнашивается неодинаково — на одной незначительно, а на другой до 0,3—0,4 мм. Повышенный износ зеркала гильзы будет в том цилиндре, в котором топливная аппаратура работает ненормально, из форсунки подтекает топливо или неполное его сгорание, большое давление сгорания, нарушено охлаждение гильзы или значителен ее овал из-за неправильной затяжки гаек силовых шпилек.

Во время эксплуатации дизеля нужно строго следить за работой топливной аппаратуры. Необходимо особенно тщательно ремонтировать топливную аппаратуру и регулировать ее. Зеркало гильзы, имеющее местные износы, глубокие риски, выкрашивание азотированного слоя, практически нельзя ремонтировать, так как оно азотировано на глубину 0,35—0,60 мм и при овале гильзы 0,3—0,5 мм шлифовать его без снятия азотированного слоя невозможно. При трещинах, выработке в районе остановки поршневых колец более 0,3 мм продольных рисках глубиной более 0,2 мм, овале более 0,3 мм, гильзу заменяют новой.

На рабочих фасках впускных и выпускных клапанов не допускаются выработка (износ), не поддающаяся исправлению шлифовкой, сильные задирки на поверхности штоков, трещины в вырезе для замка клапана и у грибка, смятие резьбы. Риски глубиной 0,1 мм, длиной 10—15 мм и задирки на штоке клапана зачищают и полируют. Рабочую фаску клапана задиры на штоке клапана зачищают и шлифуют при большой выработке. Притирают при незначительной или шлифуют при большой выработке.

Шток клапана обмеряют индикаторной скобой в двух поясах и в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Первый пояс обмера

находится на расстоянии 30 мм от торца штока, второй — на расстоянии 70 мм от него. Данные обмера заносят в карты обмеров.

На распределительных валиках, промежуточной передаче и их подшипниках не должно быть поврежденной рабочих поверхностей, сколов металла, глубоких рисок, ослабления посадки шестерен. Ослабление посадки хвостовика в распределительном валике может привести к тому, что стопорный штифт будет срезан, шестерня выйдет из зацепления, в результате чего возможна авария блока.

На рабочих поверхностях подшипников допускаются кольцевые риски глубиной до 0,5 мм и шириной до 1 мм. Полностью их не выводят, а скругляют острые кромки, заглаживая поврежденные места гладилкой. Риски глубиной до 0,5 мм и забонны на рабочих шейках валиков зачищают до скругления острых кромок и тщательно полируют мелкой крокусной шкуркой. Наволакивание металла на кулачках валиков также зачищают и полируют без нарушения профиля кулачка; место перехода профиля кулачка в окружность зачищать запрещается.

Перед микрометражем рабочие шейки и подшипники зачищают от заусенцев, риск и других неровностей гладилкой и мелкой шкуркой. Рабочие шейки валиков измеряют микрометром, а отверстия подшипников — индикатором для внутренних измерений. При замере подшипники с крышками устанавливают на свои места в соответствии с номерами на блоке и равномерно затягивают как при окончательной сборке дизеля. Допускается максимальное увеличение зазора между внутренним диаметром подшипников и диаметром рабочих шеек до 0,20 мм.

Шестерни заменяют при повышенном ступенчатом износе зубьев или шлицев, трещинах, выкрашивании цементированного слоя на зубьях или сколе их. Для цилиндрических шестерен износ зуба при замере по зубомеру допускается до 3,33 мм, по зазор по зубьям спаренных шестерен должен быть не более 0,35 мм, при чертежном 0,10—0,25 мм.

На конической шестерне промежуточного валика толщина зуба по зубомеру должна быть не менее 5 мм, на шестерне валика наклонной передачи — не менее 4,97 мм, при этом зазор в зубьях конической пары допускается не более 0,30 мм, при чертежном 0,10—0,25 мм.

На пружинах не допускаются сколы, трещины, потеря упругости свыше величин, приведенных в табл. 11, и неперпендикулярность торцов относительно оси более 1,5 мм.

На магнитном дефектоскопе проверяют следующие детали блока: распределительный валик, впускные клапаны, промежуточный вал и шестерни.

Моноблоки можно опрессовывать не только на картере, но и на любой подставке; при этом следует соблюдать технику безопасности при повороте моноблока. При опрессовке надо убедиться, нет лиечи по перемычкам между седлами, в радиусе перехода расточки в сферическое днище камеры сгорания и из-под бурта гильзы (по стыку между рубашкой гильзы и гильзой). Заменяют моноблоки с трещинами в радиусе перехода расточки в сферу камеры сгорания или в перемычках между седлами. Гильзы выпрессовывают только в том случае, если требуется замена или ремонт ее или моноблока (трещины в моноблоке или гильзах, повышенный износ и др.)

Таблица 11

Пружина	Высота поджатой пружины, мм	Упругость, кгс	
		по чертежу	при ремонте
Большая	45,5	13,39±1	11,75
	31,5	20,77 <sup>+2</sup> <sub>-1</sub>	19,00
Средняя	45,5	9,5±1	8,00
	31,5	16,04 <sup>+1,5</sup> <sub>-1,0</sub>	14,5
Малая	41,5	3,7 <sup>+0,50</sup> <sub>-0,25</sub>	3,2
	27,5	5,9 <sup>+0,50</sup> <sub>-0,25</sub>	5,3

уплотнения гильз цилиндров. Дефектация и микрометраж других деталей моноблока аналогичны дефектации и микрометражу разъемного блока.

Основные допуски в сопряжениях деталей разъемного блока и моноблока приведены в табл. 12.

Таблица 12

Характеристика и место расположения допуска	Допуски, мм	
	по чертежу	при ремонте
Зазор между посадочными поясами рубашки и гильзы		
Зазор между подшипниками и шейками распределительных валков	0,03—0,12	0,23
Зазор между промежуточным валком и подшипником	0,06—0,12	0,20
Зазор между центрирующей втулкой и отверстием в крышке подшипника распределительного валка	0,06—0,12	0,17
Натяг между центрирующей втулкой и подшипником распределительного валка	0,030—0,072	0,100
Зазор между направляющей и штоком выпускного клапана	0,060—0,028	0,010
Зазор между направляющей и штоком выпускного клапана	0,045—0,094	0,15
Натяг между хвостовиком под цилиндрическую шестерню и распределительным валком	0,070—0,099	0,20
Зазор между конической шестерней и промежуточным валком	0,005—0,017	Зазор 0,003
Натяг между рубашкой гильзы и расточкой моноблока	0,000—0,044	0,060
Овальность гильзы разъемного блока:	0,20—0,27	0,23—0,30
первый пояс на расстоянии 275 мм от нижней части гильзы	До 0,15	До 0,30
второй пояс на расстоянии 100 мм от нижней части гильзы	До 0,20	До 0,35
Овальность гильзы моноблока в трех поясах по высоте	До 0,30	До 0,35

Коллекторы выпускные на дизелях М50Ф и М400 одинаковой конструкции, отличаются они для правого и левого блоков. Изготовлены коллекторы из алюминиевого сплава с двойными стенками, между которыми циркулирует охлаждающая вода. Снимать с коллекторов патрубки при ремонте не обязательно. Дюритовые шланги снимают и проверяют, не повреждена ли внутренняя поверхность. Пригодные дюритовые шланги желательно устанавливать на те же патрубки, с которых они были сняты. Поврежденные шланги заменяют новыми. При капитальном ремонте дизеля заменяют новыми все шланги. Для снятия нагара коллекторы помещают в ванну с 20%-ным раствором кальцинированной соды при 80—90°C на 1 ч. Разрыхленный нагар счищают щеткой или ершиком, промывают проточной водой внутреннюю и водяную полости, обдувают сжатым воздухом, промывают бензином или керосином и протирают салфеткой.

Водяные полости коллектора проверяют на герметичность опрессовкой при температуре воды 70—80°C и давлении (3,9·10<sup>5</sup> Па) в течение 5 мин. Течь воды снаружи устраняют заваркой или постановкой резиновых алюминиевых гужонов. Внутри коллектора течь воды не допускаются, коллекторы с таким дефектом заменяют годными. При течи воды внутри коллектора во время стоянки она может попасть в цилиндр через открытые выпускные клапаны, а при запуске дизеля привести к гидравлическому удару, который всегда является причиной аварии дизеля.

На дизеле М401 также устанавливаются коллекторы из алюминиевого сплава с двойными стенками, между которыми циркулирует

охлаждающая вода. В корпусе их выполнены узкие кольцевые опоры, на которые эксцентрично посажены одна в другую трубы разного диаметра. Газы в каждую трубу поступают из трех цилиндров. Чтобы предотвратить перетечку газов из одной трубы в другую, между ними прокладывают асбестовую набивку, поджимаемую кольцом и двумя винтами. Перед дефектацией коллектора трубы демонтируют, очищают от нагара, а корпус коллектора опрессовывают водой, как указано выше. Прогар труб не допускается. При постановке труб на место асбестовое уплотнение между ними заменяют.

Коллекторы впускные проверяют на герметичность наливом керосина. При обнаружении течи керосина в местах трещин последние заваривают, после чего проверяют по плите плоскость фланцев патрубков. Допускается коробление их до 0,10 мм. При большей его величине плоскость фланцев приплавляют и притирают наждаком по плите. Если на дизель установить коллектор с величиной коробления фланцев более допустимой, при работе он лопнет, вследствие чего нарушатся подача воздуха в цилиндры и процесс сгорания. Все дюритовые соединения (шланги, хомуты) снимают с коллекторов.

Нагнетатель (рис. 34) устанавливают на дизелях М50Ф и М400. Крыльчатка нагнетателя делает более 20 000 об/мин, поэтому при каждой переборке дизеля его разбирают и тщательно проверяют все детали. Корпус, промежуточную стенку и входник проверяют визуально. Если на корпусе или промежуточной стенке имеются трещины, их бракуют комплектно, так как подшипники обработаны совместно. Устранять трещины заваркой невозможно из-за больших поводков. На входнике трещины или повреждения устраняют заваркой.

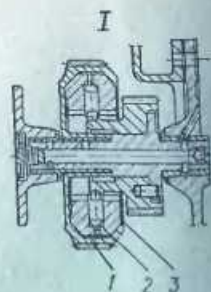
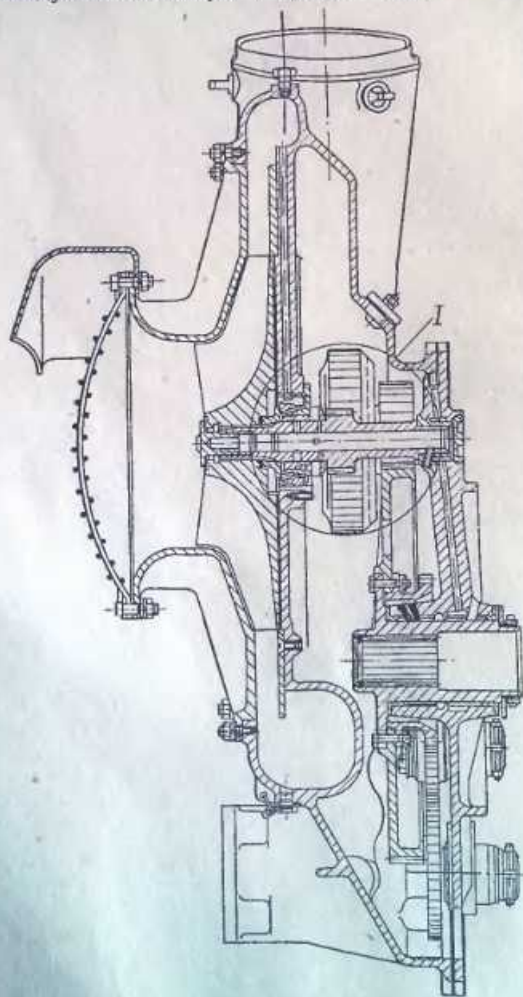


Рис. 34. Нагнетатель дизелей М50Ф и М400

На рабочих поверхностях подшипников не должно быть трещин, задиров и прижогов. Кольцевые риски допускаются не более двух шириной до 0,5 мм и глубиной до 0,3 мм. Риски не выводят, а притупляют острыми кромками гладилкой. Износ подшипников определяют микрометрическим обмером.

При дефектации крыльчатку тщательно промывают, проверяют люминесцентным способом или осматривают лупой десятикратного увеличения. Особое внимание обращают на места возле забони, риск и деформаций лопастей. Крыльчатку с трещинами заменяют новой. Риски, царапины, забоины зачищают и полируют, так как они служат концентраторами напряжений и являются причиной разрушения крыльчатки. Все шестерни проверяют на магнитном дефектоскопе. На зубьях их не допускаются трещины, выкрашивание цементированной поверхности, явно выраженный износ (у ножки или у вершины зуба). Износ зуба, определяемый замером зазора в зацеплении пары шестерен, не должен превышать допустимой величины (табл. 13).

Таблица 13

Характеристика или место расположения допуска	Допуски, мм	
	по чертежу	при ремонте
Натяг по диаметру шлицев в сопряжении валика крыльчатки и крыльчатки	0,005—0,035	0,00
Натяг по ширине шлицев в сопряжении валика крыльчатки и крыльчатки	0,01—0,05	0,00
Зазор в сопряжении подшипника и валика крыльчатки	0,08—0,15	0,20
Зазор в сопряжении втулки и ступицы большой шестерни	0,03—0,09	0,15
Зазоры в сопряжениях втулок в промежуточной стенке и валков шестерен	0,06—0,12	0,20
Зазоры в зацеплении шестерни валика крыльчатки и фрикционных шестерен	0,15—0,30	0,35
Зазор в зацеплении большой шестерни с шестерней привода сухарей	0,10—0,25	0,30

Фрикционную шестерню 1 с комплектом сухарей 3 проверяют по краске. После зачистки металла на поверхностях трения прилегание их должно быть не менее 75%. При меньшей поверхности трения сухари притирают к шестерне. Тщательно осматривают штифты 2 сухарей 3, на которых возможны трещины. При недостаточной поверхности трения сухарей или поломке их штифтов будет происходить пробуксовка крыльчатки, что приводит к уменьшению частоты вращения дизеля на 200—300 об/мин.

Очень тщательно надо промывать бензином масляные каналы в промежуточной стенке, которые частично или полностью закоксовываются.

Турбокомпрессор ТК-18 (рис. 35) при каждой переборке и ремонте дизеля разбирают, проверяют состояние его деталей, так как ротор разбивает до 32500 об/мин. После разборки детали тщательно очищают и промывают, особенно лабиринтные уплотнения, колеса турбины, компрессоры, масляные и воздушные каналы в корпусе. Колесо турбины и колесо соплового венца очищают от нагара неметаллическими скребками во избежание механических повреждений лопаток и разбалансировки ротора. Для размягчения нагара ротор и сопловой венец помещают на 1—1,5 ч в ванну с дизельным топливом. После этого их промывают в бензине и обдувают сжатым воздухом.

Корпус переходный и корпус турбины осматривают и опрессовывают горячей водой при 70—80°C и давлении 2,9 · 10<sup>5</sup> Па. При обнаруже-

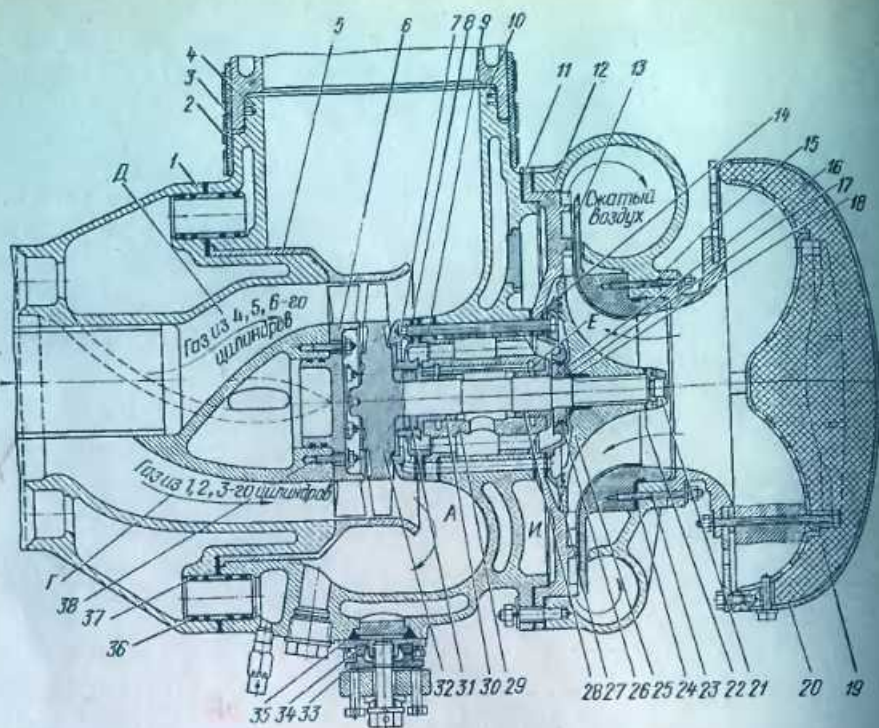


Рис. 35. Турбокомпрессор ТК-18 дизеля М401:

1 — корпус переходный; 2 — хомут; 3 — шланг; 4 — корпус турбины; 5 — втулка направляющая; 6 — венiec сопловой; 7 — шайба; 8 — уплотнение турбины; 9, 38 — болты; 10, 26 — кольца уплотнительные; 11 — диффузор; 12 — корпус компрессора; 13, 20 — входники; 14 — прокладки; 15, 16, 37 — кольцо резиновое; 16 — втулка; 17 — шайба; 19 — глушитель шума; 21 — гайка; 22 — шайба; 23, 38 — шпильки; 24 — прокладка; 25 — колесо компрессора; 27 — лабиринт компрессора; 28, 30 — подшипники компрессора; 29 — корпус подшипников; 31 — втулка; 32 — колесо турбины (ротор); 33 — упор; 34 — шайба верхняя; 35 — фланец; 36 — втулка; 40 — кран сливной; 41 — труба коллектора; А — канал газов; Г и Д — каналы воздуха; Е — канавка кольцевая; И — полость масляная

нии местных течей воды устанавливают резьбовые гужоны; трещины заваривают с последующей обработкой и повторной опрессовкой.

Проверяют, нет ли повреждений, забоин и рисок на сопловом венце, колесах турбины и компрессора. Поверхности с такими дефектами защищают и полируют. Колеса и сопловой венец проверяют люминесцентным способом. При этом особое внимание обращают на места, где были забоины или другие повреждения. Трещины на сопловом венце заваривают, так как он изготовлен методом точного литья из жаропрочной стали. На колесах турбины и компрессора трещины не допускаются. Такие колеса заменяют новыми.

На плавающих подшипниках ротора допускается не более двух кольцевых рисок глубиной до 0,5 мм и шириной до 0,8 мм. Острые кромки их скругляют гладилками. Подшипники с трещинами, задирами и прижогами заменяют новыми.

Маслонагнетающий насос с центрифугой (см. рис. 14) при среднем ремонте дизеля разбирают только для промывки ротора, а при капитальном — полностью. На корпусе, крышке и колпаке не должно быть трещин, сколов, раковин, ослабления посадки втулок, прижогов, износа втулок и отверстий до размеров, не обеспечивающих требуемых зазоров в соединении (табл. 14), ослабления посадки и срыва резьбы у шпильки. Детали с трещинами и сколами не ремонтируют, за исключением втулки реального барабана центрифуги. Трещины в сварочных швах на лопатках

Таблица 14

Характеристика и место расположения зазора или натяга (см. рис. 14)	Допуски, мм	
	по чертежу	при ремонте
Зазор в зацеплении пары шестерен	0,10—0,25	0,35
Зазор между валиком 20 центрифуги и втулками 19	0,050—0,112	0,15
Зазор между ведущим валиком 16 насоса и втулкой 17	0,040—0,077	0,12
Торцовый зазор между ведущим валиком 16 насоса и втулкой 17	0,15—0,87	1,20
Торцовый зазор нагнетающих шестерен 15 и 21 в корпусе 2	0,12—0,24	0,40
Радиальный зазор нагнетающих шестерен 15 и 21 в корпусе 2	0,030—0,105	0,25
Зазор между наружным барабаном центрифуги 6 и втулкой 3	0,015—0,077	0,12
Зазор между валиком 20 центрифуги и втулкой 13	0,040—0,093	0,15
Осевой ход валика 20 центрифуги	0,15—0,25	0,25
Посадка шарикоподшипника 8 на валик 20 центрифуги	Натяг 0,010	0,020
Зазор между обоймой 9 и клапанами 4 центрифуги	Зазор 0,014	
Зазор между ведомой шестерней 21 и осью 22	0,00—0,05	0,10
Зазор между осью 22 и отверстием в крышке 1 и корпусе 2	0,040—0,077	0,15
Зазор между внутренним 5 и наружным 6 барабанами центрифуги	0,00—0,037	0,08
	0,00—0,12	0,20

ках заваривают с последующей зачисткой наплывов, а трещины в местах пайки зачищают и запаивают медью.

При осмотре валиков 20 центрифуги и 16 насоса, шестерен обращают внимание на цементированные рабочие поверхности, на которых не должно быть выкрашивания и кольцевых рисок глубиной более 0,3 мм. На шестернях 15 и 21 допускается местное выкрашивание цементированного слоя. Износ зубьев по толщине допускается до 0,1 мм. Коробление фрикционных дисков 11, шайб 12 более 0,1 мм и разномерность их по толщине более 0,05 мм не допускаются. Такие диски и шайбы исправляют шлифовкой. Толщина эвольвентных шлицев рессор 18 и валиков 16 и 20 должна быть не менее 1,4 мм, а шлицев поводка 7 и латунных дисков — не менее 2,9 мм.

Маслооткачивающий насос (рис. 36) при текущем (межнавигационном) ремонте дизеля можно не разбирать, а при капитальном его разбирают обязательно.

В корпусе насоса допускаются кольцевые риски в камерах шестерен. Полностью их не выводят, а заглаживают острые кромки гладилкой. Замеряют торцовый и радиальный зазоры шестерен, которые не должны превышать допустимые (табл. 15). На зубьях шестерен допускаются износы, не превышающие увеличения зазора в зацеплении пары шестерен.

Таблица 15

Характеристика и место расположения зазора (см. рис. 36)	Допуски, мм	
	по чертежу	при ремонте
Зазор между втулками 1 и 6 и ведущим 10 и ведомым 9 валиками	0,040—0,077	0,15
Зазор между втулкой 3 ведомой шестерни и осью 4	0,040—0,077	0,15
Зазор между осью 4 и отверстием в корпусе 5 и крышке 2	0,00—0,037	0,08
Торцовый зазор шестерен 7 и 8 в корпусе 5	0,07—0,14	0,20
Радиальный зазор шестерен 7 и 8 в корпусе 5	0,030—0,105	0,20
Зазор или натяг между осью 4 и отверстием в крышке 2 и корпусе 5	Натяг 0,002	Зазор 0,08
	Зазор 0,035	
Зазор в зацеплении пары шестерен	0,10—0,25	0,35

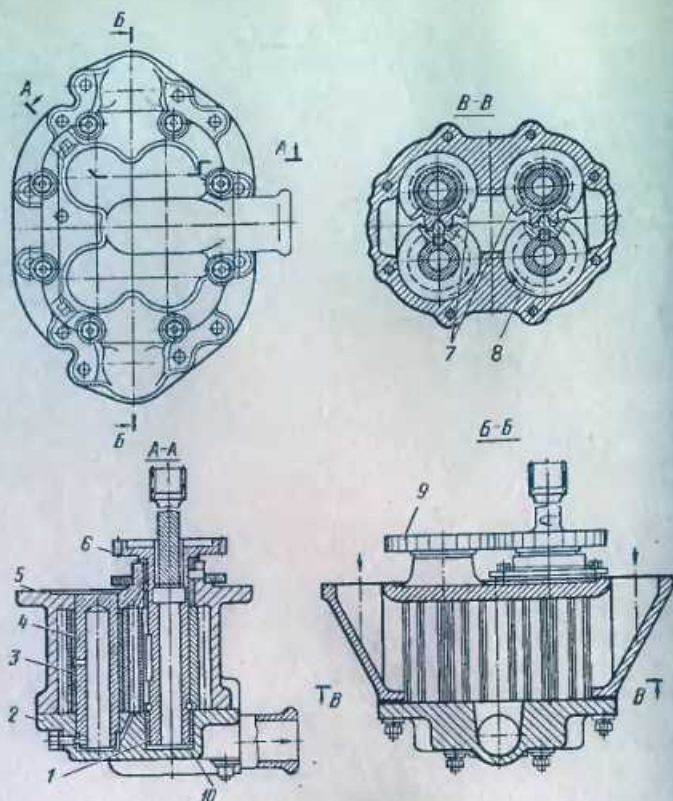


Рис. 36. Маслооткачивающий насос

стерен в 0,10—0,35 мм. Производят микрометрический замер деталей, основные зазоры не должны превышать допустимые (см. табл. 15).

Дефектация топливной аппаратуры и реверсивной муфты излагается в гл. VI и VII.

#### § 18. СБОРКА ДИЗЕЛЯ

Такие агрегаты, как топливный насос с регулятором и комплектом форсунок, реверсивная муфта, нагнетатель или турбокомпрессор, насосы пресной и забортной воды, топливоподкачивающий, маслонагнетающий с центрифугой и маслооткачивающий, собирают отдельно. После сборки их испытывают и регулируют, а затем направляют на участок сборки для монтажа. Топливный насос с комплектом форсунок перед установкой на дизель испытывают и регулируют на специальных стендах.

Блоки цилиндров собирают отдельно, после гидравлического испытания на них устанавливают впускные и выпускные коллекторы, а затем уже подают на участок окончательной сборки дизеля. Верхняя часть картера поступает на сборку с уложенным в нее коленчатым валом, установленными передачами и топливным насосом.

Все детали и агрегаты поступают на сборку после устранения дефектов, тщательно промытыми и обдутыми сжатым воздухом. Сопригаемые детали во всех случаях, не оговоренных особо, смазывают чистым маслом непосредственно перед сборкой. Использовать старые паронитовые, медно-асбестовые и бумажные прокладки (кольца, набивки и т. д.) запрещается. Их надо заказывать на заводе-изготовителе дизелей.

При сборке надо следить за тем, чтобы грязь и посторонние предметы не попали в узлы и агрегаты. Затягивать гайки или болты нужно постепенно и равномерно. Контрящие детали (пружинные и отгибные шайбы, шплинты, проволока и т. д.) устанавливать только новые. Во всех случаях, не оговоренных особо, один конец шплинта должен отгибаться поверх гайки, а другой — вниз сбоку ее. При шплинтовке «на якорь» оба конца шплинта разводят в разные стороны по бокам гайки.

**Установка поршней** — комплект поршней с поршневыми пальцами располагают на рабочем месте по порядку номеров и проверяют по клеймам принадлежность к данному дизелю. На бобышках поршней и торцах поршневых пальцев должны быть указаны: номер дизеля, порядковый номер поршня (от 1 до 6) и буква П (правый блок) или Л (левый блок). Проверяют состояние привалочных плоскостей картера под блоки и имеется ли на каждой плоскости два центрирующих штифта. После этого на плоскости ставят новые бумажные прокладки и повертывают коленчатый вал так, чтобы верхние головки 1-го и 6-го главных шатунов заняли верхнее положение.

Для соединения с шатунами поршни нагревают в электрошкафу до 100—120°C (при установке поршней на судне используют низковольтные электрогрелки Э8-72). Втулки верхних головок главных шатунов обильно смазывают маслом замшевой кистью. Нагретый поршень 1-го цилиндра надевают на головку шатуна так, чтобы бобышка с клеймом номера дизеля находилась со стороны передачи. Смазанный маслом палец вставляют в бобышку поршня, продев его сквозь втулку верхней головки шатуна. С двух сторон пальца размещают заглушки. Палец устанавливают так, чтобы они не выступали за образующую поршня. Запрещается ударять по заглушкам. В таком же порядке устанавливают следующие пять поршней главных шатунов, а затем шесть поршней прицепных шатунов. После того как поршень остынет, приступают к установке блоков цилиндров.

**Установка блоков цилиндров** — первым всегда монтируют блок с главными шатунами, а затем блок с прицепными шатунами. Несоблюдение такого порядка может привести к повреждению шатунов и гильз. а это, в свою очередь, — к аварии дизеля. До установки каждого блока повертывают коленчатый вал в такое положение, чтобы поршни 1-го и 6-го цилиндров оказались приблизительно в в. м. т., а поршни 2, 3, 4 и 5-го — на одном уровне.

Поршневые кольца на всех поршнях размещают так, чтобы замки соседних колец находились в диаметрально противоположных точках и в плоскости движения шатунов: обычно замки 1, 3 и 5-го колец — в стороне развала блоков, считая от днища поршня, а замки 2-го и 4-го колец — в противоположной стороне. После развода замков кольца и поршни обильно смазывают маслом МК или МС, а затем кольца сжимают хомутами (рис. 37).

Картер на поворотной тележке повертывают так, чтобы опорная поверхность под блок была расположена горизонтально (при постановке блоков на судне картер может находиться в рабочем положении). Блок ставят на стол стороной впуска сверху. Убедившись, что на верхнем станине наклонной передачи имеются гайка и резиновое кольцо, проверяют состояние гильз и протирают зеркало их замшей, а затем обильно смазывают маслом МК или МС замшевым помазком.

Блок закрепляют тросом и подвешивают на тельфере или тали в таком положении, чтобы он мог опускаться вдоль силовых шпилек картера. При установке блока силовые шпильки должны располагаться против отверстий в рубашке блока. Медленно опускают блок, направляя по шпилькам и слегка покачивая во избежание заклинивания его на шпильках из-за перекоса. При опускании блока сначала направляют по гильзам 1-й и 6-й поршни и надевают на них блок, а затем 2, 3, 4 и 5-й и

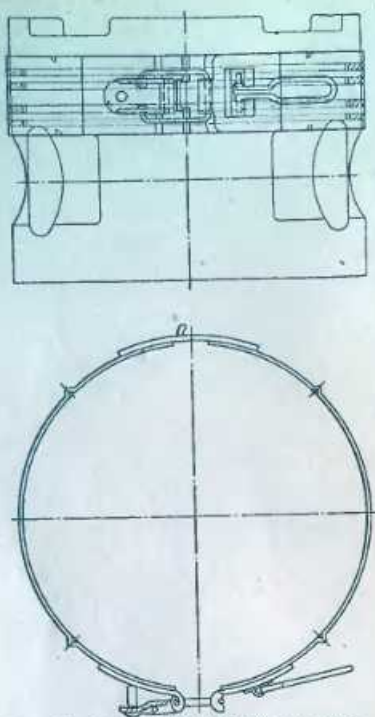


Рис. 37. Хомут ЛМ9690-173 для сжатия поршневых колец при установке блоков

гласно схеме на рис. 15. На четырех крайних шпильках крепления блока гайки затягивают на четыре с половиной грани ( $270^\circ$ ), а на остальных — на пять граней ( $300^\circ$ ). Затяжку производят ключом с плечом 1000 мм одновременно два рабочих, каждый из которых затягивает парную противоположную гайку. После затяжки гаек силовых шпилек равномерно дозатягивают гайки сшивных шпилек крепления головки к рубашке и конtringят их шплинтами.

Гайки силовых шпилек на дизелях М400 и М401 с моноблоками затягивают на четыре грани ( $240^\circ$ ), а гайки крайних шпилек — на три с половиной грани ( $210^\circ$ ) за четыре приема, по одной грани за прием в соответствии со схемой рис. 15.

Для снятия напряжений скручивания в силовых шпильках после затяжки гаек на последнюю грань легким толчком руки до резкого возрастания усилия на ключе поворачивают все гайки вместе со шпильками в обратную сторону на 0,5—1,5 мм, при этом гайки не должны поворачиваться относительно шпилек.

При затяжке гаек силовых шпилек необходимо помнить, что перезатяжка или недозатяжка даже одной гайки приводит к повышенной овализации гильзы цилиндра, а это, в свою очередь, — к прорыву газов, перегреву и задиру поршня и аварии дизеля; при неснятии напряжений скручивания силовой шпильки она может оборваться, что вызовет резкое увеличение овализации гильзы.

После затяжки гаек силовых шпилек резиновое кольцо на верхнем стакане наклонной передачи опускают вниз, заправляют в выточку среднего стакана, закрепленного на картере, и зажимают гайкой, завертывая ее специальным ключом с усиком под шлицу гайки.

опускают блок на картер. Хомуты по мере смещения их нижними торцами гильз при этом снимают с поршней. Поршневые кольца должны свободно входить в гильзы, не ломаться и не гнуться. Валик наклонной передачи, выступающий из стакана, который закреплен на головке блока, обязан легко войти по шлицам в хвостовик нижней шестерни, установленной в картере. Прокладку между картером и блоком надо зажимать правильно, без складок и повреждений. В таком же порядке устанавливают блок с прицепными шатунами.

После установки на силовые шпильки надевают нижние и верхние шайбы. Смазывают резьбу шпилек касторовым маслом, наворачивают на них гайки в соответствии с маркировкой и затягивают последние. Сначала завертывают все гайки одного блока ключом с плечом 150 мм, прилагая небольшое усилие руки. Затем затягивают все гайки до упора, принимая за него резкое возрастание усилия на ключе. Наносят метки керном одну против другой на каждой шпильке и гайке.

На дизелях М50Ф с разъемными блоками гайки затягивают в пять приемов по одной грани за прием со-

Установка верхней и нижней частей картера производится следующим образом. Верхнюю часть картера с блоками поворачивают на монтажной тележке на  $90^\circ$  (подвесками в сторону), тщательно осматривают плоскость ее разъема и масляный привод. Гайки крепления подвесок затягивают до совпадения меток 0 на гайке и шпильке. Гайки должны быть правильно зашлифованы, а внутренняя полость верхней части картера — чистой. Проверяют соответствие клейм нижней части картера верхней, протирают плоскости разъема картеров нитрорастворителем № 647 или авиационным бензином, вытирают их насухо чистой салфеткой и наносят ровный слой лака герметика. При этом на плоскостях не должно быть волосков от кисти. Через 10—15 мин после нанесения лака нижнюю часть картера надевают на штифты верхней части до соприкосновения плоскостей.

При установке нижней части картера следят за тем, чтобы зубья шестерни привода маслооткачивающего насоса вошли во впадины центральной шестерни, расположенной на коленчатом валу. Надевают нижнюю часть картера на установочные штифты плотно, но без закусывания, торцовые плоскости картеров должны совпасть. На болты надевают шайбы и ввертывают их в два крайних отверстия со стороны передачи. В два крайних отверстия со стороны реверсивной муфты ввертывают болты с пружинными и стопорными шайбами, после чего ввертывают остальные болты, не затягивая их окончательно. Затягивает все болты одним рабочим равномерным усилием, начиная со стороны передачи поочередно с обеих сторон и заканчивая со стороны реверсивной муфты. Болты контрят проволокой диаметром 1 мм, пропуская ее через все болты каждой стороны.

Установка реверсивной муфты на дизель — для отсчета углов поворота коленчатого вала на корпусе синхронизатора реверсивной муфты нанесена градуированная шкала с обозначениями верхней и нижней мертвых точек 1-го поршня левого блока на дизеле правого вращения или 1-го поршня правого блока на дизеле левого вращения. Против шкалы расположен визир — металлическая рамка с двумя натянутыми проволоками. При установке реверсивной муфты снимают крышку визира на ее картере, переключают ручным управлением муфту на передний ход и вращают за фланец отбора мощности до тех пор, пока метка 0 — в. м. т. — 1 л. ц. на градуированной шкале не совпадет с плоскостью нитей визира. Снимают форсунку 1-го левого цилиндра (для дизелей правого вращения), ставят вместо нее рыгляж 1М55-61сб и поворачивают коленчатый вал в положение, при котором поршень 1-го цилиндра левого блока находился бы в в. м. т.

На шпильки привалочной плоскости реверса устанавливают паронитовую прокладку, а в кольцевую выточку на фланце крепления картера реверсивной муфты к верхнему картеру с левой стороны (для дизелей правого вращения) — медно-асбестовое кольцо, уплотняющее маслоснабжающий трубопровод. Надевают реверсивную муфту на шпильки до полного прилегания к фланцу картера дизеля. При этом шлицы амортизатора, закрепленного на коленчатом валу, должны свободно войти в шлицы реверсивной муфты. При необходимости провертывают вал отбора мощности. Разворотом реверсивной муфты в ту или другую сторону выравнивают плоскости лап крепления дизеля и реверсивной муфты к раме судна. Для этого используют контрольную линейку длиной 1,5—2 м. Запрессовывают в верхнюю часть фланца реверсивной муфты конический штифт, фиксирующий ее картер относительно картера дизеля. В таком положении закрепляют муфту гайками.

Для точной установки в. м. т. поршня 1-го левого цилиндра или проверки ее поворачивают коленчатый вал на  $50\text{--}60^\circ$  против хода, после чего медленно вращают вал по ходу и наблюдают за подъемом риски стержня рыгляжа. Когда поршень не дойдет до в. м. т. на  $10\text{--}15^\circ$ , пре-

крашают вращение вала и в плоскости совмещения двух нитей визира фиксируют количество делений на градуированном диске корпуса фрикциона и на корпусе рыгляжа против риски на его стержне. Опять медленно вращают коленчатый вал по ходу и останавливают его, когда риска стержня рыгляжа, поднявшись вверх, снова опустится и дойдет до деления, первоначально отмеченного на корпусе рыгляжа. В этом положении на градуированном диске фрикциона против плоскости совмещения двух нитей визира фиксируют новое количество делений.

Расстояние между двумя замерами (количеством делений на градуированном диске) делят пополам. В данном случае получают фактическое положение в. м. т. 1-го левого цилиндра. При несовпадении его с градуировкой на диске (0—в. м. т. — 1 л. ц.) устанавливают коленчатый вал в положение в. м. т. 1-го левого цилиндра и переставляют указатель визира на отметку 0—в. м. т. — 1 л. ц. Если и перестановкой визира не удастся обеспечить фактическое положение в. м. т. 1-го левого цилиндра, снимают реверсивную муфту и устанавливают ее на другую шлицу амортизатора коленчатого вала. От правильности определения в. м. т. зависит регулировка угла опережения подачи топлива, газораспределения и воздухораспределения. Поэтому определять в. м. т. надо три раза. Если результаты трех проверок одинаковые, значит в. м. т. установлена правильно.

Установка нагнетателя производится на дизелях М50Ф или М400. При этом проверяют, нет ли в отверстиях горловины нагнетателя посторонних предметов, закрывают его заглушкой до постановки переходника подачи воздуха во всасывающие коллекторы. Осматривают крепление гаек, проверяют, есть ли замковое кольцо во втулке большой шестерни нагнетателя и в поводке коленчатого вала, которое предотвращает продольное перемещение рессоры привода нагнетателя. Проверяют плавность вращения шестерни нагнетателя проворачиванием втулки большой шестерни, оно должно быть легким, без прихватов. На шпильки крепления нагнетателя к верхней части картера надевают текстолитовую прокладку так, чтобы она не перекрывалась отверстием в верхней части картера, через которое масло поступает в промежуточную стенку нагнетателя и отводится от нее. Проверяют легкость перемещения рессоры по шлицам поводка коленчатого вала и по шлицам втулки большой шестерни нагнетателя, смазывают шлицы рессоры и вставляют ее во втулку большой шестерни нагнетателя.

При установке нагнетателя на картер надо следить за тем, чтобы не сместилась прокладка, а нагнетатель без перекоса и только от усилия рук сел бы на шпильки и контрольный штифт до упора промежуточной стенки в прокладку и картер дизеля. Надевают шайбы на шпильки крепления нагнетателя и наворачивают гайки. Пропускают болты через отверстия во фланцах корпуса и промежуточной стенки, ввертывают болты крепления нагнетателя в нижнюю часть картера. Затягивать гайки и болты крепления нагнетателя можно только в том случае, если он полностью сел на место.

Установка кронштейна и турбокомпрессоров производится на дизелях М401. На торец картера дизеля со стороны передачи укладывают прокладку, вставляют в поводок коленчатого вала рессору привода и устанавливают корпус привода агрегатов дизеля.

На дизеле применяют два турбокомпрессора ТК-18 с осевыми турбинами. Их устанавливают непосредственно на выпускные коллекторы по одному на каждый. С целью поддержания турбокомпрессоров снизу и сбоку ставят дополнительные кронштейны, укрепляемые на корпусе привода агрегатов дизеля. Для этого каждый корпус турбины снизу и сбоку имеет фланцы, в которые входят шайбы с шаровыми поверхностями. Шайбы опираются на упоры, выставляемые установочными болтами.

ливания на дизелях М50Ф и М400. Снимают заглушки, предохраняющие тщательно осматривают их. Продувают сжатым воздухом промытые коллекторы и переходник. Надевают на выпускные коллекторы дюритовые шланги, а на шпильки крепления — паронитовые прокладки, и монтируют коллекторы на шпильки правого и левого блоков. Устанавливают на корпус нагнетателя автомат предельных оборотов так, чтобы горловины его вошли в дюритовые шланги, а центрирующий бурт — в корпус нагнетателя. Ставят в месте соединения автомата с корпусом нагнетателя уплотнительное медно-асбестовое разрезное кольцо и стягивают его хомутом. На дизелях последних выпусков устанавливают резиновое кольцо. На корпусе нагнетателя автомат укрепляют тремя стяжными болтами, а дюритовые шланги, соединяющие его с выпускными коллекторами, — хомутами. Контрят стяжные болты хомутов и крепят шланг, связывающий задние концы выпускных коллекторов у шестых цилиндров.

На дизеле М401 к патрубкам корпусов компрессоров присоединяют колена дюритовыми шлангами, которые стягивают хомутами. С другой стороны колена прикрепляют к двум патрубкам, присоединенным к суфлеру кронштейном и болтами. Патрубки соединяют также с выпускными коллекторами шлангами, каждый из последних стягивают тремя хомутами. В патрубках установлены заслонки на валиках, соединенных муфтами. На одной оси укреплен рычаг, к которому присоединяется тяга, другой конец ее фиксируется на рычаге автомата предельных оборотов. Шарниры тяги состоят из корпусов, сухаря, пружин, гаек, законтренных шплинтами. Выпускные коллекторы монтируют так же, как и на дизелях М50Ф и М400.

Автомат предельных оборотов устанавливают на корпус привода топливного насоса и крепят к нему болтами. Тягой через рычаги автомат соединяется с валиками, на которых в воздушном тракте установлены заслонки, закрывающие доступ воздуху в цилиндры. В корпусе автомата, кроме того, находится устройство для остановки дизеля в экстренных случаях. Для этого надо нажать ручную или дистанционно через электрическую цепь на клапан, находящийся на судне. Через него сжатый воздух из баллона поступает к поршню устройства, под действием которого выводится из уступа втулки упор. Заслонки под давлением пружины закрывают доступ воздуху в цилиндры, и дизель, сделав несколько оборотов по инерции, останавливается.

Насос пресной воды на дизелях М50Ф и М400 правого вращения устанавливается на верхнюю часть картера справа, если смотреть на дизель со стороны нагнетателя, а маслонагнетающий с центрифугой — с левой стороны. На дизелях левого вращения их ставят наоборот.

Проверяют плавность вращения валика насоса пресной воды и легкость перемещения рессоры по шлицам шестерни привода и валика, есть ли замковые кольца на шестерне привода насоса и в ее шлицах. Протирают замшей плоскость разъема с насосом на картере и установочную плоскость насоса. Укладывают прокладку на шпильки крепления насоса в картере и проверяют совпадение отверстий для прохода масла. Вставляют в шестерню привода рессору и монтируют насос на картере. На шпильки и контрольные штифты насос должен садиться свободно. Затягивать гайки крепления насоса разрешается только после того, как он сядет на место.

Маслонагнетающий насос с центрифугой устанавливают так же, как и насос пресной воды.

На дизеле М401 насос пресной воды монтируется на корпусе привода агрегатов и приводится от коленчатого вала через рессору и цилиндрические шестерни. На дизелях правого и левого вращения устанавливаются один насос пресной воды. Направление вращения рабочего колеса у него левое, т. е. против часовой стрелки, если смотреть на насос со стороны привода. Крепится насос к приводу четырьмя шпильками, шайбами и гайками. Насос пресной воды дизеля М401 отличается от насоса дизелей М50Ф и М400.

Маслонагнетающий насос с центрифугой на дизеле М401 такой же, как и на дизелях М50Ф и М400. Насос устанавливают на фланце верхней части картера, фиксируют двумя штифтами и крепят к ней восемью шпильками, шайбами и гайками. Приводится насос от коленчатого вала через коническую передачу и рессору. На дизелях правого или левого вращения маслонагнетающий насос с центрифугой монтируют справа, если смотреть на них со стороны турбокомпрессоров.

Водяные трубы устанавливают в следующем порядке. Смазывают прокладки с обеих сторон белилами и надевают на шпильки крепления водяных труб левого и правого блоков по одной на каждый блок. Проверяют соосность нагнетательных патрубков водяного насоса и соединенных с ним водяных труб. Смещение осей патрубков и труб допускается не более 2,5 мм. Зазоры между трубами, а также между трубами и ближайшими к ним деталями дизеля должны быть в пределах 3 мм.

Установку наружного масло-топливопровода производят следующим образом. Очищают внутренние полости трубок от коксовых отложений. Для этого трубки прокачивают горячим дизельным топливом в течение 15 мин при давлении его на входе не менее  $4,9 \cdot 10^5$  Па и температуре 85—90°C, а затем маслом — при давлении не менее  $0,49 \cdot 10^5$  Па и температуре 60—80°C. Особенно тщательно очищают трубки подвода масла, имеющие жиклеры. Присоединяют трубки наружного маслопровода к штуцеру на фланце кронштейна водяного насоса и к распределительной крестовине, на которой смонтирован пусковой клапан. Проверяют герметичность пускового клапана, и при необходимости притирают его. Присоединяют к клапану трубопровод от агрегата предварительной прокачки дизеля топливом и маслом. Устанавливают на распределительную крестовину также трубку подвода масла к регулятору.

Подсоединяют трубки для подвода масла к механизму распределения, ставят медно-асбестовые кольца под их фланцы. Подводят от маслонагнетающего насоса трубку к масляному фильтру регулятора и к турбокомпрессорам. Соединяют трубкой гидравлический упор пуска регулятора с тройником пускового клапана и подводят к нему же трубку для смазки привода генератора. Устанавливают трубки слива масла из верхней части блоков в картер дизеля и короткую трубку для слива его из регулятора в верхнюю часть. Подводят масляную трубку от распределительной крестовины к топливному насосу.

## § 19. РЕГУЛИРОВКА ДИЗЕЛЯ

От правильной регулировки дизеля зависят надежность и долговечность его работы. Ее должны выполнять высококвалифицированные рабочие.

Регулируют дизель при первой переборке, при межнавигационном и капитальном ремонте. Кроме того, рекомендуется проверять и при необходимости подрегулировать дизель через 50—60 ч его работы.

Особенно тщательно надо регулировать и проверять опережение угла подачи топлива. Неправильная установка опережения подачи топлива всеми плунжерами насоса приводит при большом угле опережения подачи топлива к повышению давления сгорания (более  $9\ 806\ 650$  Па) и

цилиндре дизеля, а при малом — к нарушению процесса сгорания. При этом происходит догорание топлива на линии расширения, значительно повышается температура в цилиндре, что приводит к перегреву деталей поршневой группы, задирам и поломкам их.

При регулировке отдельных плунжеров в процессе эксплуатации плунжерами во время сборки насоса высокого давления наблюдается разгрузка или перегрузка отдельных цилиндров, вследствие чего повышаются крутильные колебания, ломаются поршневые кольца, перегреваются поршни и т. д.

Во время регулировки дизеля определяют в. м. т. поршня, регулируют газораспределение, опережение угла подачи топлива и воздухораспределение.

**Определение в. м. т. и н. м. т. поршней в цилиндре дизеля имеет большое значение для регулировки дизеля.**

При проверке регулировки газораспределения, а также при установке угла опережения подачи топлива и регулировке воздухораспределителей все отсчеты углов поворота коленчатого вала на дизеле правого вращения производят от в. м. т. поршня 1-го левого цилиндра, на дизеле же левого вращения — от в. м. т. поршня 1-го правого цилиндра.

Для точного отсчета углов поворота коленчатого вала на корпусе фрикциона реверсивной муфты нанесена градуированная шкала с обозначениями верхней и нижней мертвых точек поршня 1-го левого цилиндра на дизеле правого вращения и поршня 1-го правого цилиндра на дизеле левого вращения. Против шкалы установлен визир — металлическая рамка с двумя натянутыми проволоками. При необходимости можно отвернуть гайки крепления визира и сместить его в ту или другую сторону. Для дизеля правого вращения в. м. т. 1-го левого цилиндра определяют следующим образом.

Снимают форсунку 1-го левого цилиндра и ставят вместо нее рыгляж 1М55.61сб. Вращая вал по ходу, устанавливают поршень 1-го цилиндра левого блока в в. м. т. Повертывают коленчатый вал против хода на  $90-100^\circ$ , затем снова вращают его по ходу и останавливают за  $10-15^\circ$  до в. м. т. В этом положении вала наносят первую метку на градуированной шкале корпуса фрикциона реверсивной муфты против деления в плоскости совпадения двух натянутых проволок визира и метку на корпусе рыгляжа — против риски стержня. Продолжают медленно и равномерно вращать коленчатый вал по ходу и останавливают его тогда, когда риска стержня рыгляжа, поднявшись до крайнего верхнего положения, снова опустится и дойдет до деления, отмеченного на корпусе фрикциона реверсивной муфты. При этом положении вала на градуированной шкале корпуса фрикциона против деления в плоскости совпадения двух проволок визира наносят вторую метку. Делят пополам расстояние между двумя метками на градуированной шкале корпуса фрикциона и получают фактическое положение поршня 1-го левого цилиндра в в. м. т. Если нанесенная на градуированную шкалу метка не соответствует выбитым на ней делениям 0—в. м. т.—1 л. ц., поворачивают коленчатый вал до совпадения метки в. м. т. с плоскостью двух проволок визира и отвертывают гайки крепления последнего, перемещают визир до совпадения плоскости двух проволок с отметкой на шкале 0—в. м. т.—1 л. ц.

Верхнюю мертвую точку 1-го правого цилиндра для дизеля левого вращения определяют аналогично, при этом коленчатый вал вращают против часовой стрелки, если смотреть со стороны передачи.

При определении верхних и нижних мертвых точек следует пользоваться диаграммой, изображенной на рис. 38.

Укладка распределительных валков дизеля правого вращения, которые вращаются против часовой стрелки, если смотреть со сторо-

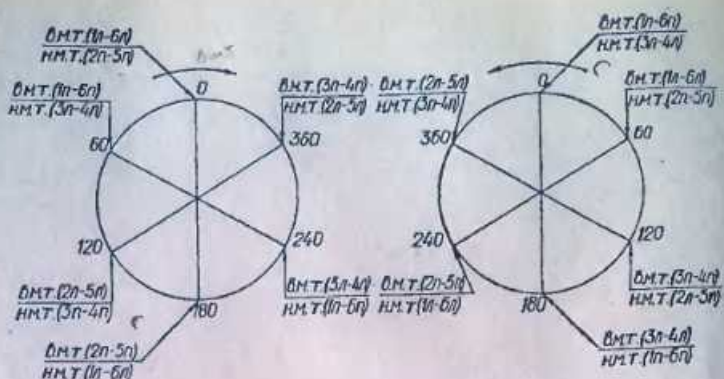


Рис. 38. Расположение верхних и нижних мертвых точек поршней для всех цилиндров дизеля правого (слева на рисунке) и левого (справа на рисунке) вращения

ны передачи. Порядок работы цилиндров дизеля правого вращения: 1л—6пр—5л—2пр—3л—4пр—6л—1пр—2л—5пр—4л—3пр. Следует помнить, что при неправильной укладке распределительных валиков возможны изгиб толпанов впускных или выпускных клапанов и повреждение поршней. Распределительные валики впуска для двух блоков укладывают при положении кулачков, совпадающем с началом впуска, а распределительные валики выпуска — с концом выпуска данного цилиндра. До начала укладки распределительных валиков на головки блоков устанавливают промежуточные передачи с подшипниками и подшипники распределительных валиков без крышек в строгом соответствии с их маркировкой. Все подшипники смазывают маслом.

Распределительные валики укладывают согласно порядку работы цилиндров, т. е. начиная с 1-го цилиндра левого блока. Для этого коленчатый вал по градуировке на шкале корпуса фрикциона реверсивной муфты устанавливают в положение, при котором он не доходит до в. м. т. 1-го левого цилиндра на  $50^\circ$  (по градуировке  $310^\circ$ ), что соответствует началу впуска. При укладке распределительного валика впуска нужно следить за тем, чтобы кулачки 1-го цилиндра находились в положении начала открытия клапанов впуска (рис. 39, б). Смазывают шейки валика маслом и закрывают все подшипники, кроме упорного, крышками в строгом соответствии с их маркировкой. Крепление гайками начинают с упорного подшипника и выполняют в два приема: сначала затягивают две гайки по диагонали на каждом подшипнике, а затем остальные. Гайки затягивают Г-образным торцовым ключом с длиной плеча 150 мм без чрезмерных усилий, чтобы не деформировать подшипник.

После укладки распределительного валика впуска поворачивают по ходу коленчатый вал на  $100^\circ$ , т. е. до деления  $50^\circ$  после в. м. т. 1-го поршня левого блока. Это положение соответствует концу выпуска в 1-м цилиндре левого блока. При данном положении укладывают распределительный валик выпуска. Кулачки 1-го цилиндра при этом должны находиться в положении конца закрытия клапанов выпуска (рис. 39, а). Порядок укладки и затягивания гаек подшипников такой же, как и у распределительного валика впуска.

Когда оба валика левого блока будут уложены, устанавливают крышку упорного подшипника, закрепляют ее гайками и проверяют осевой зазор каждого распределительного валика; он должен быть в пределах 0,10 — 0,55 мм.

Промежуточный валик, подшипники и распределительные валики правого блока устанавливают так же, как и левого с той лишь разницей,

что распределительные валики укладывают по началу впуска и концу выпуска 6-го цилиндра правого блока. Для этого коленчатый вал поворачивают против хода на  $40^\circ$  (по градуировке  $10^\circ$ ), что соответствует  $50^\circ$  до в. м. т. 6-го цилиндра правого блока. При указанном положении на подшипники укладывают распределительный валик впуска так, чтобы кулачки 6-го цилиндра находились в положении начала открытия клапанов впуска (см. рис. 39, б).

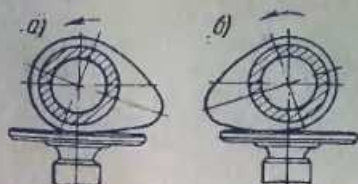


Рис. 39. Положение кулачков при укладке распределительных валиков (смотреть со стороны передачи)

Уложив валик впуска и закрепив крышки подшипников, поворачивают коленчатый вал по ходу на  $100^\circ$ , т. е. до деления  $110^\circ$  по градуировке, что соответствует концу выпуска правого блока. Распределительный валик выпуска при этом укладывают так, чтобы кулачки 6-го цилиндра оказались в положении конца выпуска (см. рис. 39, а). Устанавливают крышки подшипников распределительного валика выпуска правого блока и крышку упорного подшипника, затягивают гайки их. Проверяют на всех гайках крепления подшипников правого и левого блоков совпадение их прорезей с отверстиями под шпильки в шпильках и при необходимости дотягивают гайки или на полграна отпускают, чтобы можно было установить шпильки.

Укладка распределительных валиков дизеля левого вращения выполняется так же, как и правого. Разница заключается лишь в последовательности работы цилиндров левого вращения: 1пр—6л—4пр—3л—2пр—5л—6пр—1л—3пр—4л—5пр—2л. В связи с этим порядком распределительные валики укладывают на правый блок по началу впуска и концу выпуска 1-го цилиндра его, а на левый блок—по началу впуска и концу выпуска 6-го цилиндра данного блока. При этом коленчатый вал вращают по ходу (против часовой стрелки, если смотреть на дизель со стороны передачи).

Регулировка фаз газораспределения производится с целью обеспечения открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов каждого цилиндра в моменты, соответствующие диаграммам фаз газораспределения (рис. 40). Из диаграмм следует, что начало впуска соответствует  $50^\circ$  до в. м. т., конец впуска  $56^\circ$  после н. м. т., а конец выпуска  $50^\circ$  после

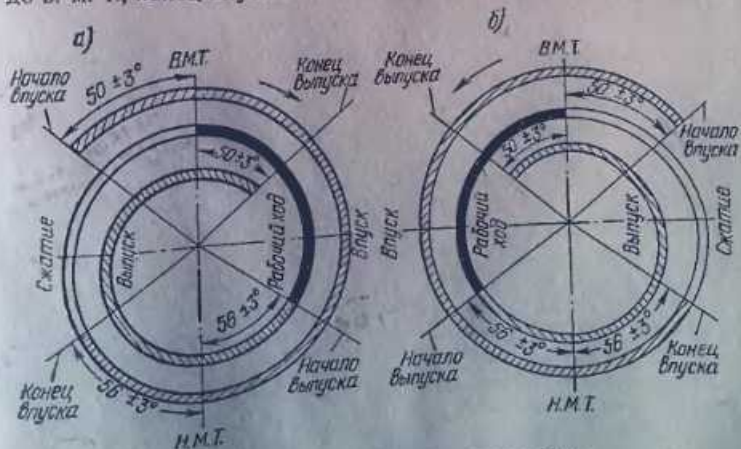


Рис. 40. Диаграмма фаз газораспределения:  
а — дизель правого вращения; б — дизель левого вращения

В. м. т. Фаза — это продолжительность открытия впускного или выпускного клапана в соответствии с диаграммой газораспределения. Она равна  $286 \pm 6^\circ$ . Фазу газораспределения регулируют по каждому впускному или выпускному клапану в отдельности вывертыванием или ввертыванием клапанной тарелки.

Чтобы отрегулировать фазу одного клапана, определяют моменты (по градуированной шкале) начала открытия и конца закрытия его. По количеству градусов на шкале подсчитывают величину фазы и, если она не соответствует  $286 \pm 6^\circ$ , регулируют ее. Для определения начала открытия клапана коленчатый вал повертывают по ходу в положение, при котором кулачок не соприкасается с тарелкой на  $5-10^\circ$  по углу поворота коленчатого вала. Затем берутся за замок тарелки клапана двумя пальцами (большим и указательным) и пытаются повернуть клапан, продолжая при этом медленно на  $0,5-1^\circ$  вращать по ходу коленчатый вал. До начала открытия клапан плотно сидит на фаске седла и не проворачивается двумя пальцами. В момент, когда кулачок начнет нажимать на тарелку, клапан отрывается от седла и его легко можно повернуть. При этом прекращают вращение коленчатого вала и замечают по градуированной шкале момент начала открытия клапана впуска (в градусах до в. м. т.) и выпуска (в градусах до н. м. т.).

На плоскости блока против проверяемого клапана карандашом указывают количество градусов в момент открытия клапана. Продолжают вращение коленчатого вала по ходу и, когда кулачок будет выходить из соприкосновения с тарелкой клапана, повертывают его за замок тарелки двумя пальцами то вправо, то влево. До посадки на седло клапан легко проворачивается двумя пальцами. В момент посадки на седло он перестает проворачиваться за счет силы трения. В это время прекращают вращение коленчатого вала и определяют по градуированной шкале момент закрытия впускного (в градусах после н. м. т.) или выпускного клапана (в градусах после в. м. т.). На плоскости блока против проверяемого клапана записывают количество градусов, при котором он закрылся. По разнице количества градусов начала открытия и конца закрытия клапана на шкале определяют величину фазы. Если эта величина не соответствует  $286 \pm 6^\circ$ , регулируют ее завертыванием или вывертыванием тарелки клапана.

Поясним регулировку фаз на примере. Впускной клапан 1-го цилиндра открывается за  $48^\circ$  до в. м. т., а закрывается за  $76^\circ$  после н. м. т., следовательно, фаза его будет равна  $48 + 180 + 76 = 304^\circ$ , т. е. больше на  $18^\circ$  по сравнению с нормальной,  $286^\circ$ . Значит, на  $18^\circ$  надо уменьшить ее завертыванием тарелки клапана. Тарелку завертывают до тех пор, пока начало впуска не уменьшится на  $9^\circ$  и не будет соответствовать  $39^\circ$  до в. м. т. При этом конец впуска тоже уменьшится на  $9^\circ$  и будет соответствовать  $67^\circ$  после н. м. т. Фаза будет равна  $39 + 180 + 67 = 286^\circ$ , что отвечает техническим требованиям.

Выпускной клапан 1-го цилиндра открывается за  $20^\circ$  до н. м. т., а закрывается за  $36^\circ$  после в. м. т., следовательно, фаза его будет равна  $20 + 180 + 36 = 236^\circ$ , т. е. на  $50^\circ$  меньше нормальной,  $286^\circ$ . В данном случае нужно увеличить фазу на  $50^\circ$  вывертыванием тарелки клапана. Тарелки вывертывают до тех пор, пока начало выпуска не увеличится на  $25^\circ$  и не будет соответствовать  $45^\circ$  до н. м. т. Конец выпуска при этом также увеличится на  $25^\circ$  и будет соответствовать  $61^\circ$  после в. м. т. Значит, фаза будет равна  $45 + 180 + 61 = 286^\circ$ , что удовлетворяет техническим требованиям.

Установку начала и конца впуска или выпуска производят согласно диаграмме газораспределения. После регулировки фазы могут быть сдвинуты вправо или влево от требуемых величин начала открытия и конца закрытия клапана. Сдвигают фазы в нужную сторону поворотом распределительного валика относительно коленчатого вала. Подска

это на примере. Начало открытия впускного клапана после регулировки фазы будет за  $39^\circ$  до в. м. т., а конец закрытия —  $67^\circ$  после н. м. т. Вращением коленчатого вала по ходу устанавливают начало открытия впускного клапана ( $39^\circ$  до в. м. т.), как это было показано выше. Отвертывают гайку на переднем конце распределительного валика впуска, которой крепится цилиндрическая шестерня.

Легкими ударами по алюминиевой наставке сдвигают шестерню со шлицев хвостовика распределительного валика. При этом валик, установленный на начало впуска, разъединится с коленчатым валом. Последний повертывают против хода в положение  $70-80^\circ$  до в. м. т., а затем по ходу в положение  $50^\circ$  до в. м. т. Снятую с хвостовика шестерню разворачивают так, чтобы она свободно вошла на шлицы хвостовика и в зацепление с зубьями шестерни промежуточной передачи. В таком положении шестерню насаживают на хвостовик распределительного валика, закрепляют гайкой и зашплинтовывают. Повертывают коленчатый вал против хода на  $10-15^\circ$ , а затем медленно вращают по ходу, проверяя начало открытия клапана двумя пальцами. Клапан должен открыться за  $50^\circ$  до в. м. т., что соответствует диаграмме газораспределения. Значит, начало открытия переместилось с  $39$  до  $50^\circ$ , т. е. на  $11^\circ$ , но так как величина фазы не изменилась, то конец закрытия переместился на такую же величину, т. е. на  $11^\circ$ , и вместо  $67^\circ$  будет  $56^\circ$  после н. м. т.

Так же устанавливают начало открытия и конец закрытия выпускного клапана.

После установки начала открытия и конца закрытия клапанов 1-го цилиндра проверяют их по всем остальным цилиндрам данного блока и при необходимости подрегулируют завертыванием или вывертыванием тарелок, используя допуск на открытие и закрытие клапана  $\pm 3^\circ$ . Кроме того, в каждом цилиндре проверяют и обеспечивают подрегулировкой одновременность открытия и закрытия обоих впускных клапанов, а также двух выпускных клапанов. Неодновременность открытия или закрытия клапанов допускается не более  $2^\circ$  по углу поворота коленчатого вала. Проверяют зазоры между затылками кулачков и тарелками клапанов. Они должны быть в пределах  $0,9-1,08$  мм.

Фазы можно сдвинуть перестановкой шестерни распределительного валика относительно промежуточного валика. Для этого подсчитывают, на сколько градусов в среднем раньше или позже откроются впускные клапаны 1-го и 6-го цилиндров. Допуск на фазу открытия и закрытия клапана по диаграмме фаз газораспределения составляет  $\pm 3^\circ$ . Если фазы отклонились более чем на  $3^\circ$ , надо отрегулировать их. Для этого складывают средние отклонения начала открытия и конца закрытия впускных клапанов 1-го и 6-го цилиндров, делят полученную сумму пополам и находят среднее отклонение от фаз. По средней величине отклонения от фазы (табл. 16) переставляют шестерни распределительного валика относительно промежуточного, повертывают распределительный валик относительно своей шестерни до совпадения ее шлицев со шлицами распределительного валика.

Установку угла опережения подачи топлива насоса производят по 2-му его плунжеру во время рабочего такта (при этом все клапаны цилиндра должны быть закрыты) на дизеле правого вращения по 1-му цилиндру левого моноблока, а на дизеле левого вращения по 1-му цилиндру правого моноблока.

Для регулировки угла опережения подачи топлива устанавливают воронку на ниппель подачи топлива в насос. Перемещают ручкой аварийного пуска рейку насоса на полную подачу, фиксируя ее в этом положении. Заливают топливо в воронку через шелковое полотно и, отвернув гайки на штуцерах замера давления и отвода отсечного топлива, выводят рабочие полости насоса топливом до вытекания его без пузырьков воздуха, после чего завертывают гайки на штуцерах. Устанавливают

Требуемый поворот распределительного валика при отсчете		При раннем открытии клапана		При позднем открытии клапана		Достижимый поворот распределительного валика при отсчете	
По коленчатому валу	По распределительному валу	Число зубьев, на которое необходимо переставить шестерню распределительного валика по направлению вращения относительно промежуточного валика	Поворот распределительного валика против вращения относительно его шестерни	Число зубьев, на которое нужно переставить шестерню распределительного валика против вращения относительно промежуточного валика	Поворот распределительного валика по направлению вращения относительно его шестерни	По коленчатому валу	По распределительному валу
3°	1°30'	2	После перестановки шестерни распределительного валика относительно промежуточного, шлицы ее не совпадут со шлицами распределительного валика. Поэтому нужно повернуть его против вращения до совпадения их шлицев	2	После перестановки шестерни распределительного валика относительно промежуточного шлицы ее не совпадут со шлицами распределительного валика. Поэтому надо повернуть его по направлению вращения до совпадения их шлицев	2°36'	1°18'
4°	2°	3		3		3°54'	1°57'
5°	2°30'	4		4		5°12'	2°36'
6°	3°	5		5		6°32'	3°16'
7°	3°30'	5		5		6°32'	3°16'
8°	4°	6		6		7°50'	3°55'
9°	4°30'	7		7		9°08'	4°34'
10°	5°	8		8		10°26'	5°13'
11°	5°30'	8		8		10°26'	5°13'
12°	6°	9		9		11°44'	5°52'
13°	6°30'	10		10		13°02'	6°31'
14°	7°	11		11		14°20'	7°10'
15°	7°30'	12		12		15°40'	7°50'

ливают приспособление — менник 1М55-79сб на штуцер 2-го плунжера насоса. Выводят рессору привода насоса из зацепления со шлицами конической шестерни. Другой ее конец находится в шлицах муфты кулачкового вала насоса. Поворачивают кулачковый вал за выступающий конец рессоры против часовой стрелки до тех пор, пока из штуцера 2-го плунжера не начнет вытекать топливо без пузырьков воздуха. Затем медленно поворачивают рессору до начала подъема («страгивания») уровня топлива в стеклянной трубке.

Устанавливают вручную положение переднего хода на реверсивной муфте и проворачивают коленчатый вал по ходу за фланец отбора мощности в положение  $30^\circ$  до в. м. т. для дизелей М50Ф и М400 и  $27^\circ$  до в. м. т. для дизеля М401 при рабочем такте 1-го цилиндра левого блока (для дизеля правого вращения) или 1-го цилиндра правого блока (для дизеля левого вращения). Клапаны в указанных цилиндрах закрыты. Устанавливают рессору в положение, при котором шлицы ее с обоих концов свободно войдут в зацепление. Соединяют кулачковый вал насоса рессорой с шестерней привода и поворачивают коленчатый вал против хода на  $50-60^\circ$ , после чего медленно вращают его по ходу. При положении поршня 1-го цилиндра примерно  $35-38^\circ$  до в. м. т. коленчатый вал проворачивают резкими толчками на  $0,5-1^\circ$ , наблюдая за уровнем топлива в стеклянной трубке. В момент начала подъема топлива в ней прекращают вращение коленчатого вала. По градуированной шкале на корпусе фрикциона определяют угол опережения подачи топлива.

Если этот угол соответствует  $29-31^\circ$  до в. м. т. (для дизелей М50Ф и М400) и  $26-29^\circ$  до в. м. т. (для дизеля М401) 1-го цилиндра, значит он установлен правильно. Когда же угол меньше или больше указанной величины, выводят (не поворачивая коленчатого вала) рессору привода топливного насоса из соединения шлицев и вторично теперь уже вращением коленчатого вала устанавливают поршень 1-го цилиндра в положение требуемого угла опережения подачи топлива. Устанавливают рессору так, чтобы ее шлицы с обоих концов свободно вошли в зацепление. Соединяют кулачковый вал насоса с шестерней привода рессорой. Не менее трех раз проверяют вращением коленчатого вала угол опережения подачи топлива. И только при совпадении всех трех показаний в пределах требуемой величины можно считать установку угла опережения подачи топлива правильной.

При несовпадении момента подачи топлива с требуемым углом опережения подачи его можно регулировать следующим образом. Выводят рессору привода топливного насоса из шлицевых соединений с муфтой и с конической шестерней. Переставляют ее по шлицам муфты. Число шлицев, на которые нужно переставить рессору, определяют по табл. 17, с учетом делений на торце конической шестерни привода насоса и рисок на рессоре. Число делений на торце конической шестерни соответствует числу шлицев в муфте. Для увеличения угла опережения подачи топлива рессору при перестановке по шлицам муфты поворачивают против часовой стрелки, а

для его уменьшения — по часовой стрелке. Если надо изменить угол на величину, не указанную в табл. 17, берут ближайшее меньшее или большее значение из таблицы. Например, для изменения угла на  $5^\circ$  поворота коленчатого вала ближайшей величиной в табл. 17 будет  $4,8^\circ$ ; на  $4,5^\circ$  —  $4,8^\circ$ ; на  $3,5^\circ$  —  $3,2^\circ$  и т. д.

Таблица 17

Поправка угла опережения в градусах поворота коленчатого вала	Число шлицев, на которое необходимо переставить рессору по шлицам муфты насоса	Поправка угла опережения в градусах поворота коленчатого вала	Число шлицев, на которое необходимо переставить рессору по шлицам муфты насоса
0,8	1	4,8	6
1,6	2	5,6	7
2,4	3	6,4	8
3,2	4	7,2	9
4,0	5	8,0	10

Перестановка рессоры на одну шлицу приводит к изменению угла опережения начала подачи топлива на  $0^{\circ},8$  (по коленчатому валу). Вводят шлицы рессоры в сопряжение со шлицами муфты. Так как шлицы противоположного конца рессоры могут при этом не совпасть со шлицами конической шестерни привода, то нужно проверить ее, а следовательно, и кулачковый вал топливного насоса в направлении перестановки до совпадения шлицев, а затем ввести в сопряжение шлицы рессоры и конической шестерни. Угол опережения подачи топлива проверяют не менее трех раз.

После установки угла опережения подачи топлива в кольцевую выточку шлиц конической шестерни вставляют замковое кольцо и проверяют возможность долевого перемещения рессоры. Проверяют, есть ли прокладка на шпильках крепления задней крышки на корпусе привода топливного насоса, ставят крышку, надевают на шпильки шайбы и гайки. Равномерно затянув гайки, контрят их проволокой диаметром 1 мм и ставят пломбу. Снимают воронку с болта бокового nipple, надевают вместо нее защитную втулку и ввертывают болт во фланец выпуска топливного насоса. Снимают трубку со штуцера 2-го плунжера, закрывают штуцер глухой гайкой. Снимают рыгляж с головки и устанавливают форсунку 1-го цилиндра.

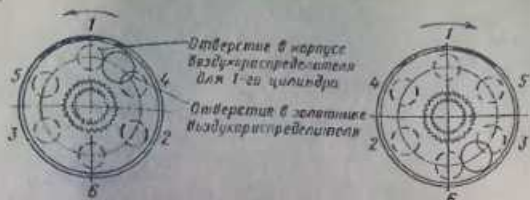
Регулировка воздухораспределения на дизелях М50Ф, М400 и М401 выполняется одинаково. Золотники воздухораспределителей левого и правого блоков устанавливают так, чтобы они обеспечивали выпуск воздуха в цилиндры через  $10-12^{\circ}$  после в. м. т. (по углу поворота коленчатого вала) во время рабочего хода. Очередность его выпуска должна соответствовать порядку работы цилиндров. Поэтому перед началом регулировки поршень 1-го цилиндра левого (для дизеля правого вращения) или 1-го цилиндра правого (для дизеля левого вращения) блока устанавливают в в. м. т. по такту сжатия (все клапаны должны быть закрыты). Проверяют коленчатый вал по направлению вращения, т. е. по такту рабочего хода на  $10-12^{\circ}$ . Снимают крышки с воздухораспределителей правого и левого блоков и отвертывают крышки золотников.

Устанавливают золотник воздухораспределителя левого (для дизеля правого вращения) или правого (для дизеля левого вращения) блока так, чтобы передняя по направлению его вращения кромка отверстия касалась кромки отверстия 1-го цилиндра в корпусе воздухораспределителя (рис. 41). Данное положение золотника обеспечивается перестановкой втулки по шлицам валика с одновременной перестановкой золотника по ее шлицам. При такой перестановке и добиваются их взаимоположения, при котором кромка отверстия золотника совпадет с кромкой отверстия 1-го цилиндра в корпусе или сместится относительно нее на  $1-2^{\circ}$ . Следует учесть, что смещение втулки по валику на одну шлицу дает изменение в  $30^{\circ}$  по углу поворота коленчатого вала, а смещение золотника по втулке на одну шлицу — в  $25^{\circ}$ .

При неполном совпадении кромок отверстий поворотом коленчатого вала совмещают их и проверяют угол впуска воздуха, который должен составлять  $10-12^{\circ}$  после в. м. т. по такту рабочего хода. После этого окончательно собирают воздухораспределитель, т. е. устанавливают шайбу со стопорным кольцом, ставят прокладку и наворачивают крышку на золотник. Отверстия во фланце крышки должны совместиться с отверстиями в золотнике. В одно из совмещенных отверстий устанавливают стопорный штифт, который фиксируют проволокой. Ставят на место крышку распределителя и притягивают ее гайками.

Проверяют коленчатый вал на  $60^{\circ}$  по ходу, т. е. на  $70-72^{\circ}$  от в. м. т. и приступают к регулировке воздухораспределителя второго блока. Золотник в данном случае устанавливают так, чтобы кромка отвер-

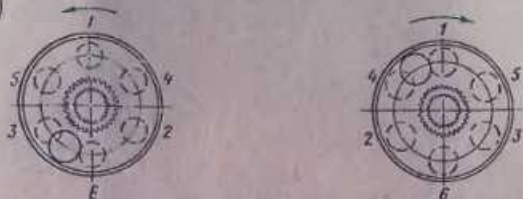
п)



Положение золотникового отверстия левого воздухораспределителя при установке поршня 1-го цилиндра левого блока на  $10-12^\circ$  после в. м. т.

Положение золотникового отверстия правого воздухораспределителя при установке поршня 1-го цилиндра левого блока на  $70-72^\circ$  после в. м. т.

б)



Положение золотникового отверстия левого воздухораспределителя при установке поршня 1-го цилиндра правого блока на  $70-72^\circ$  после в. м. т.

Положение золотникового отверстия правого воздухораспределителя при установке поршня 1-го цилиндра правого блока на  $10-12^\circ$  после в. м. т.

Рис. 41. Установка золотников воздухораспределителей:

а — для дизеля правого вращения; б — для дизеля левого вращения

ствия в нем касалась кромки отверстия 6-го цилиндра в корпусе. Обеспечивается это так же, как и при регулировке воздухораспределителя первого блока. По окончании регулировки собирают воздухораспределитель, как указано выше.

## § 20. ОКОНЧАНИЕ СБОРКИ ДИЗЕЛЯ ПОСЛЕ ЕГО РЕГУЛИРОВКИ

Установка топливных трубок высокого давления, от правильности которой зависит работа дизеля. При нарушении схемы подключения плунжеров топливного насоса к форсункам не обеспечивается последовательность работы цилиндров. Установка неочищенных трубок приводит к зависанию игл форсунок и отключению цилиндров. Поэтому непосредственно перед установкой трубок внутренние полости их прокачивают дизельным топливом в течение  $10-15$  мин при давлении не менее  $2,9 \cdot 10^5$  Па. После промывки трубки снаружи обдувают сжатым воздухом (внутренние полости продувать сжатым воздухом не рекомендуется). Затем снимают глухие гайки со штуцеров плунжеров топливного насоса и со штуцеров форсунок, расставляют трубки по местам и закрепляют накидными гайками. При постановке трубок следят за правильностью положения nipples в конусе штуцера. Гайку наворачивают на три-четыре нитки от руки, а затем затягивают ключом.

На дизеле правого вращения цилиндры левого блока по порядку должны быть подсоединены к четным плунжерам насоса, а цилиндры правого блока — к нечетным.

Форсунки к плунжерам насоса на дизеле левого вращения подсоединяют в такой последовательности: 1пр—2пл, 2пр—6пл, 3пр—4пл, 4пр—10пл, 5пр—8пл, 6пр—12пл, 1лев—1пл, 2лев—5пл, 3лев—3пл, 4лев—9пл, 5лев—7пл, 6лев—11пл.

Установка тяг управления начинается с подвижного беззазорного соединения их с шаровыми поводками. Такое соединение обеспечивает вкладышами, вставленными в каждый наконечник тяги и постоянно прижатыми к шаровому поводку пружиной. Поэтому при установке тяг надо добиваться пужного поджатия пружины. Для этого заворачивают гайку до упора в торец вкладыша, а затем отвертывают ее на  $\frac{1}{4}$  оборота и зашлифовывают. Сферические поверхности вкладышей при установке тяг смазывают солидолом. При регулировке тяги управления останавливают на те же шаровые поводки, с которых их снимали. Следует иметь в виду, что правильная установка пробок также предотвращает выскакивание шарового поводка из наконечника тяги.

Длину тяг регулируют так, чтобы при положении рычага управления дизелем на упоре максимальных оборотов корпуса управления рычаг управления регулятора находился на упоре максимальных оборотов на самом регуляторе (рис. 42).

Опрессовка дизеля водой производится с целью проверки герметичности соединений водяной системы. Для опрессовки можно использовать любой источник горячей воды, обеспечивающий ее давление не ниже  $2,9 \cdot 10^5$  Па. Рекомендуется применять также гидроневматическую установку с паровым подогревом воды.

При опрессовке вынимают деревянные заглушки из патрубков отвода воды и приемного патрубка насоса пресной воды. К патрубкам на выпускных коллекторах присоединяют дюритовыми шлангами и хомутами

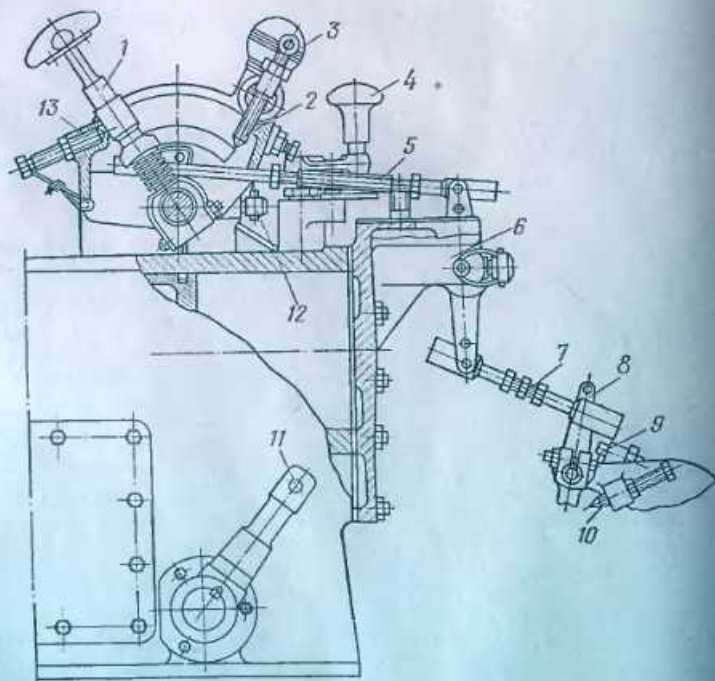


Рис. 42. Управление дизелем и реверсивной муфтой:

1 — рычаг управления дизелем; 2 — упор реверсирования; 3 — рукоятка гидравлического управления реверсивной муфтой; 4 — перепускной край; 5, 7 — тяга управления; 8 — рычаг управления регулятора; 9 — упор максимальных оборотов регулятора; 10 — упор «Стоп» для съемного рычага ручного управления реверсивной муфтой; 11 — упор для максимальных оборотов (бублик упора максимальных оборотов регулятора); 12 — тавотинда; 13 — упор

трубу подачи горячей воды, а к приемному патрубку водяного насоса — переходник с краном. На пароотводные ниппели правой и левой головок надевают резиновые шланги с кранами. Открывают краны на шлангах, через дизель воду с температурой 80—90°C для прогрева блоков и выпускают дизель водой под давлением  $2,9 \cdot 10^5$  Па в течение 5 мин. При опрессовке необходимо убедиться, нет ли течи в соединениях водяной системы (во фланцевых соединениях, в соединениях дюритовыми шлангами, через заглушки в головках). После опрессовки сливают воду из дизеля через кран на переходнике, закрепленном на водяном насосе, снимают трубы и шланги, установленные для опрессовки. Закрывают деревянными заглушками патрубки на выпускных коллекторах и водяном насосе.

Опрессовка дизеля маслом производится с целью проверки правильности монтажа дизеля, чистоты трубок и каналов распределения, правильности постановки заглушек и прокладок, через которые возможна течь. Для опрессовки используют любую насосную установку, создающую давление в масляной магистрали дизеля не ниже  $9,8 \cdot 10^5$  Па при температуре масла 80—90°C.

Перед опрессовкой из centrifуги вывертывают заглушку и ввертывают переходник шланга насосной установки. Повышают давление масла до  $9,8 \cdot 10^5$  Па и проверяют в течение 5 мин, нет ли течи по разъемам дизеля с агрегатами, реверсивной муфтой, кронштейном турбокомпрессора, нагнетателем и по соединениям маслопровода. Снижают давление масла до  $4,9 \cdot 10^5$  Па и снимают крышки с блоков, проверяя, что масло вытекает из всех смазочных отверстий шеек и кулачков распределительных валшков. По окончании опрессовки сливают его через сливные пробки отстойника картера.

## § 21. ИСПЫТАНИЕ ДИЗЕЛЯ ПОСЛЕ СРЕДНЕГО РЕМОНТА

Каждый дизель после среднего или капитального ремонта подвергают стендовым испытаниям с регулировкой его параметров.

Как исключение, после среднего ремонта при отсутствии испытательного стенда разрешается устанавливать дизель на судно, где проверяют и регулируют основные параметры его работы.

Испытание дизеля и регулировка его работы в условиях судна проводятся в такой последовательности.

Монтаж дизеля на судне, при котором устанавливают дизель и крепят его к подmotorной раме, монтируют системы охлаждения, смазки, топливную, воздушную и газораспределительную. При подсоединении топливной и масляной систем надо следить за тем, чтобы в них не попадала грязь, влияющая причиной выхода из строя агрегатов или дизеля в целом.

Соединяют вал отбора мощности с гребным валом и производят их центровку приспособлением (рис. 43), устанавливаемым на фланце гребного вала. Этим приспособлением определяют также, насколько изменятся диаметральный и торцовый зазоры между фланцами реверсивной муфты и вала отбора мощности при различных положениях их в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Зазоры измеряют между болтами приспособления и между диаметром и торцами фланцев вала отбора мощности и гребным валом.

По разности диаметрального зазора между верхним и нижним, а также между боковыми положениями фланцев определяют величину смещения оси вала дизеля относительно оси гребного вала. Смещение может быть как по вертикали, так и по горизонтали. По разности торцового зазора, при указанных положениях фланцев, судят о величине

изгиба осей дизеля и гребного вала. Изгиб осей также может быть в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При центровке смещение осей в любом направлении не должно превышать 0,1 мм, излом не более 0,15 мм на длине 1 м в радиальном направлении.

**Приготовление и пуск дизеля** — ответственные операции, требующие большого внимания от личного состава. Неправильный пуск может привести к аварии дизеля или отдельных его агрегатов. Пуск дизеля возможен при температуре масла и воды не ниже 15°C и температуре воздуха в машинном отделении не ниже 8°C, давление воздуха в баллоне при этом должно быть не ниже 98·10<sup>5</sup> Па. С целью уменьшения износа деталей во время пуска дизель прогревают водой до температуры воды и масла на выходе из него (не ниже 50°C). Пуск дизеля в данном случае обеспечивается при давлении воздуха в баллоне не ниже 73·10<sup>5</sup> Па. Воду и масло подогревают специальным устройством. Если его на судне нет, необходимо заполнить систему смазки горячим маслом, а систему охлаждения — горячей водой температурой не менее 70°C.

Перед пуском дизеля проверяют, достаточно ли топлива в топливных цистернах и пусковом бачке, достаточно ли масла в масляном баке, правильность заполнения системы охлаждения по уровню воды в расширительном бачке; заливают водой (если спускалась она из насоса) насос забортной воды через заливное отверстие в крышке; проверяют, нет ли воды в корпусах турбин турбокомпрессоров (для дизеля М401), присоединение штатных контрольно-измерительных приборов; производят наружный осмотр дизеля и систем, при этом надо убедиться в том, что на дизеле и валопроводе нет посторонних предметов, проверяют легкость передвижения рычага управления дизелем, для чего рукояткой аварийного пуска передвигают рейку топливного насоса на полную подачу и убеждаются в плавном ее возвращении в исходное положение, положение рукоятки крана 4 (см. рис. 42), рукоятки 3 гидравлического управления и штоля 11 для съемного рычага ручного управления реверсивной муфтой. Рукоятку крана блокировки устанавливают в фиксированное положение гидравлического управления («Гидр.»), рукоятку гидроуправления — на фиксаторах в положении «Стоп», а штоль для съемного рычага ручного управления направляют вверх с небольшим наклоном в сторону дизеля. Перемещать рукоятку гидравлического управления реверсивной муфтой можно лишь после установки рычага управления дизелем на упор реверсирования 2. Рабочим положением упора реверсирования считается положение, при котором откидной болт упора повернут в сторону дизеля; проверяют положение спускных и перекрывающих кранов дизеля и систем: топливной, смазки и охлаждения. Они должны находиться в рабочем положении; проверяют, открыты ли заслонки автомата предельных оборотов. При открытых заслонках рукоятку (с отверстием) их двулучевого рычага устанавливают под углом 90° к оси коллектора, а рычаг — по оси коллектора.

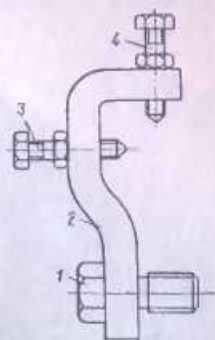


Рис. 43. Приспособление для центровки дизеля с гребным валом или с валом гидротормоза:

1 — болт крепления приспособления; 2 — кронштейн; 3 — болт для замера торцового зазора; 4 — болт для замера диаметра зазора

Непосредственно перед пуском дизеля повертывают коленчатый вал воздухом от баллона давлением (7,8÷11,7)·10<sup>5</sup> Па, замеренным манометром на редукторе, на три-четыре оборота и одновременно включают агрегат прокачки. При этом обеспечивается смазка подшипников. Проверяют также, нет ли воды в цилиндрах, которая может быть причиной гидравлического

удара и аварии дизеля. Разрешается проворачивать коленчатый вал ключом вручную.

Пуск дизеля производится сжатым воздухом, давление которого в пусковом баллоне должно быть не менее  $73 \cdot 10^5$  Па. Выполняются два прощерочных последовательных запуска дизеля. Первые запуски, запуски после переборки, при смене топливного насоса, а также после проверки автомата предельных оборотов осуществляются под небольшой нагрузкой на переднем ходу.

Запускают дизель следующим образом. Устанавливают рычаг управления дизелем на упор реверсирования. На судах, где имеются быстрооткрывающиеся клапаны, открывают вентили на воздушных баллонах. Включают агрегат прокачки и прокачивают дизель маслом и топливом. В момент повышения давления масла в главной масляной магистрали до  $0,98 \cdot 10^5$  Па резко открывают вентиль баллона (или быстрооткрывающийся клапан). Максимальная длительность непрерывной работы агрегата прокачки допускается не более 1 мин. Как только дизель запустится, закрывают кран пускового воздуха, выключают агрегат прокачки, переключают реверсивную муфту на холостой ход (при этом надо следить за тем, чтобы дизель не пошел в «разнос»), переходят с работы от пускового бачка (если он предусмотрен) к работе от главной топливной магистрали. При пуске с упора реверсирования мгновенный заброс частоты вращения дизеля должен быть не более 1200 об/мин. Если он больше, дизель останавливают и вывертывают болт гидравлического упора пуска, находящийся в нижней части регулятора. После пуска при положении рычага управления на упоре реверсирования частота вращения дизеля должна быть 850 об/мин.

Прогрев дизеля после пуска производят для того, чтобы все детали его, а также вода и масло имели соответствующую температуру. Прогревают дизель на холостом ходу при 850 об/мин. При этом следят за тем, чтобы давление масла в главной магистрали дизеля было не ниже  $5,9 \cdot 10^5$  Па, температура масла и воды повышалась постепенно и равномерно. Резкое повышение ее свидетельствует о ненормальной работе трущихся деталей. В данном случае дизель останавливают, осматривают фильтры на выходе масла и проверяют, нет ли воздуха в водяной системе.

Проверяют уровень воды в расширительном бачке, а также подает ли воду насос забортной воды. Прогрев считают законченным, когда температура воды и масла на входе равны соответственно 55 и 40°C. При прогреве дизель осматривают, течь воды, масла и топлива через соединения устраняют подтяжкой гаек или штуцеров. Кроме того, на ощупь проверяют равномерность нагрева всех частей дизеля. При неравномерном их нагреве дизель останавливают и определяют причину.

Проверка дизеля под нагрузкой производится после его прогрева на переднем ходу при полной нагрузке судна. Если на судне два или три дизеля, нагрузка на них должна быть одинаковой. Переходить с одного режима работы на другой необходимо постепенно и плавно, не допуская резкого изменения частоты вращения дизеля.

Минимальную частоту вращения 500—600 об/мин проверяют при откинутом упоре реверсирования. Для этого повертывают рукоятку управления в сторону дизеля. Продолжительность работы на малой частоте вращения составляет 5 мин, а непрерывная — не более 30 мин.

Через каждые 30 мин осматривают масляные фильтры на выходе из дизеля. При обнаружении на сетках фильтра стальной, алюминиевой или бронзовой стружки дизель останавливают для выяснения причины ее появления.

На упоре максимальных оборотов при переднем ходе проверяют максимальную мощность дизеля, у дизеля М50Ф она должна быть

882 598,8 Вт при 1850 об/мин, у дизеля М400—808048,9 Вт при 1800 об/мин и у дизеля М401—808 048,9 Вт при 1600 об/мин.

На судне замерить максимальную мощность нельзя, и ее определяют по максимальной частоте вращения. При этом у гребного впитта не должны быть попутны лопасти, подводная часть судна не должна создавать дополнительного сопротивления из-за обрастания ракушками или из-за повреждений; нагрузка судна должна быть максимальной, все дизели должны работать на упоре максимальных оборотов.

Если при указанных условиях частота вращения одного или всех дизелей не соответствует максимальной мощности, отвертывают упор максимальных оборотов на регуляторе. Когда и при этом частота вращения дизеля не повысится, отвертывают упор максимальной подачи топлива на топливном насосе высокого давления. После достижения требуемой частоты вращения проверяют пуск каждого дизеля. Правильно отрегулированный дизель при максимальной мощности не имеет черного дыма на выпуске. Если он есть, значит дизель или отдельные цилиндры перегружены. Такой дизель эксплуатировать нельзя, его останавливают, выясняют и устраняют причину дымления.

После того как дизель будет отрегулирован по частоте вращения на максимальную мощность, проверяют максимальную частоту вращения при сбросе нагрузки с 100% до 0%. Для этого переключают реверсивную муфту с максимальной частоты вращения на переднем ходу на холостой ход. Заброс частоты вращения при этом: дизеля М50Ф— не более 2050 об/мин, у дизеля М400 — не более 2000 об/мин и у дизеля М401 — не более 1750 об/мин.

Если частота вращения дизеля при сбросе нагрузки превышает указанные пределы, его останавливают заслонкой автомата предельных оборотов и заворачиванием упора максимальных оборотов 13 (см. рис. 42) или упора на регуляторе. Необходимо помнить, что при проверке частоты вращения в момент сброса нагрузки переключением на холостой ход ни в коем случае нельзя переключать реверсивную муфту на передний или задний ход, если рычаг управления дизеля установлен на максимальной нагрузке. При таких переключениях реверсивная муфта может выйти из строя.

При проверке работы реверсивной муфты надо помнить, что максимальная частота вращения дизеля при работе на заднем ходу составляет 750 об/мин. Повышать ее не разрешается, так как это приведет к поломке конических шестерен редуктора заднего хода. Если частота вращения на заднем ходу при положении рычага управления дизелем на упоре реверсирования 2 ниже 750 об/мин, увеличивать ее также не разрешается.

Реверсивная муфта имеет два управления: гидравлическое и ручное. Основным рабочим управлением является гидравлическое. Во время работы дизеля перепускной кран 4 должен быть повернут до упора в сторону надписи «Гидр.». В положение «Ручн.» его поворачивают только при ручном переключении муфты, когда дизель не работает или когда вышло из строя гидравлическое управление.

При гидравлическом управлении реверсивная муфта переключается перемещением рукоятки 3, а при ручном — съемным рычагом, надеваемым на штырь 11. Продолжительность переключения реверсивной муфты с переднего хода на задний и с заднего на передний при гидравлическом управлении не более 6 сек, включая выдержку 1—1,5 сек на холостом ходу.

Нормальная работа гидравлического управления обеспечивается при давлении масла в главной магистрали дизеля на режиме реверсирования (при 700 об/мин переднего хода) не менее  $5,4 \cdot 10^5$  Па и температуре его на входе в дизель до 70°C, при падении давления масла реверсирование производят ручным управлением. После остановки

дизеля определяют и устраняют причину неполадки, иначе возможен прижог конусов синхронизатора реверсивной муфты и ее тормозной ленты. Рычаг управления дизелем и рукоятка гидравлического управления реверсивной муфты механически заблокированы, что исключает переключение последней без предварительной установки рычага управления дизелем на упор реверсирования.

Во всех случаях переключения реверсивной муфты рычаг управления дизелем устанавливают на упор реверсирования. При этом на холостом ходу дизель развивает 850 об/мин. Если частота вращения не соответствует указанной, значит нарушена регулировка упора реверсирования или тяг управления, которую необходимо восстановить. Для этого проверяют регулировку тяг управления.

Упор реверсирования регулируют на прогретом дизеле. Для уменьшения частоты вращения последнего винт упора реверсирования 2 вывинчивают, а для увеличения ее ввинчивают. Если при регулировке требовалось увеличить частоту вращения на холостом ходу, то по окончании ее заглушают дизель, ставят рычаг 1 управления на упор реверсирования и проверяют перемещение рукоятки 3 гидравлического управления реверсивной муфтой. Когда рукоятка оказывается зажатой и переключить реверсивную муфту невозможно, постепенно вывинчивают винт упора 2 (на одну-две грани) и, прижимая к нему рычаг управления 1 дизелем, освобождают рукоятку 3. После этого запускают дизель, восстанавливают требуемую частоту вращения на холостом ходу (850 об/мин) за счет удлинения регулируемой тяги 7, останавливают дизель и переводят рукоятку управления им в положение максимальной частоты вращения. Довертывают винт упора максимальной частоты вращения 13 так, чтобы при касании рычагом 8 регулятора упора 9 рукоятка 1 управления дизелем одновременно касалась винта упора 2.

Во время переключения реверсивной муфты с переднего хода на задний или с заднего хода на передний необходимо при переходе через холостой ход делать выдержку 1—1,5 сек. Это предохраняет дизель и муфту от перегрузки. Переключение без выдержки на холостом ходу не аварийно, но приводит к сокращению срока службы дизеля и муфты и может быть допущено только в исключительных случаях при экстренном реверсировании.

Чтобы избежать повреждения реверсивной муфты, повышать частоту вращения дизеля после выключения переднего хода разрешается не ранее чем через 2—3 сек. Останавливают дизель только после переключения реверсивной муфты на холостой ход. Оставлять муфту включенной на передний или на задний ход при неработающем дизеле запрещается.

При гидравлическом управлении реверсивной муфтой рычаг ручного переключения снимают, а перепускной кран 4 повертывают в положение «Гидр». Для переключения реверсивной муфты с холостого хода на передний рукоятку гидравлического управления 3 быстро перемещают из положения «Стоп» в положение «Вперед», а для переключения ее с холостого хода на задний — из положения «Стоп» в положение «Назад». Для переключения реверсивной муфты с переднего хода на задний или с заднего хода на передний рукоятку гидравлического управления перемещают из одного крайнего положения в другое.

Длительность переключения рукоятки гидравлического управления из одного положения в другое должна быть не более 1 сек.

Для перехода на ручное управление реверсивной муфтой повертывают кран перепуска в сторону «Ручн.» до упора, надевают съемный рычаг ручного управления на штырь поперечного валика гидравлического управления и стопорят его чекой.

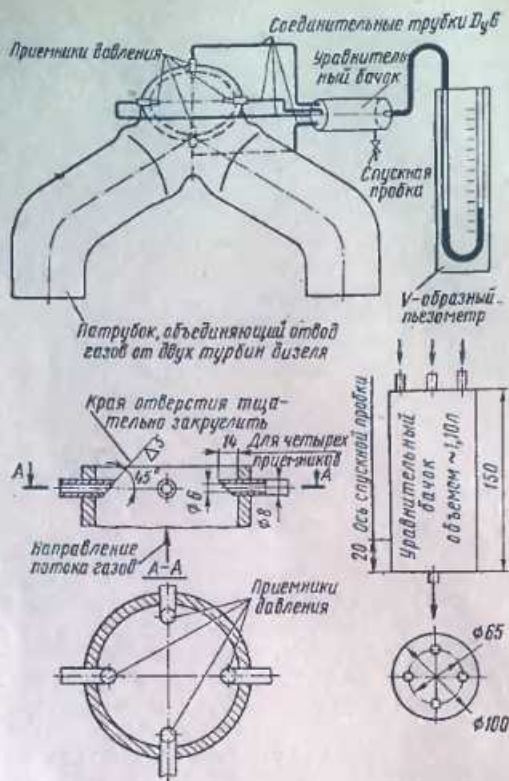


Рис. 44. Схема замера противодействия выпуску

оследний и поворачивают край блокировки в положение «Гидр.». Переключать реверсивную муфту ручным управлением на работающем дизеле следует быстро, медленное переключение может привести к ее аварии.

Определение противодействия за турбинами в объединенном патрубке производится следующим образом. Замеряют противодействие приемниками длиной 14 мм (рис. 44). Косой срез их должен быть направлен навстречу потоку газов. Каждый приемник соединяется трубкой, имеющей внутренний диаметр 6 мм, с уравнительным бачком объемом около 1,10 л. Все трубки одинаковой длины. Уравнительный бачок закрепляется в горизонтальном положении в непосредственной близости от дизеля. Замеряют также противодействие V-образным пьезометром.

Противодействие на выпуске, создаваемое газовыпускным трактом при работе дизеля с мощностью 735 499 Вт при 1550 об/мин коленчатого вала, должно быть не более 951 мм вод. ст. (70 мм рт. ст.).

Контроль работы дизеля производится по приборам. При работе его на различных режимах показания приборов должны соответствовать данным, приведенным в табл. 4. Обслуживающий персонал обязан постоянно наблюдать за показаниями приборов. Система терморегулирования воды (ГОСТ 10150—62) обеспечивает поддержание ее температуры на выходе из дизеля в пределах от 65 до 85°C при нагрузке от 25 до 100% и изменении температуры забортной воды от 5 до 35°C.

Переключение реверсивной муфты ручным управлением требует больших усилий. Для выполнения его надо занять удобное положение. Производят переключение двумя руками. При холостом ходе рычаг ручного управления расположен почти перпендикулярно к оси коленчатого вала.

Для переключения реверсивной муфты с холостого хода на передний рычаг ручного управления перемещают в сторону моноблока до отказа, а для переключения с холостого хода на задний — в сторону от дизеля до отказа, при этом рычаг не должен отходить обратно.

Сразу же по окончании переключения реверсивной муфты с ручного управления рукоятку гидравлического управления ставят в положение, в котором находится рычаг ручного управления, снимают по-

Динамическая ошибка регулирования (заброс) при работе на переходных режимах, при сбросе и приеме нагрузки от холостого хода до 100% и от 100% до холостого хода не должна превышать 18°C. Перепад температуры охлаждающей воды допускается не более 15°C. Датчики аварийно-предупредительной сигнализации (срабатывают при температуре воды на выходе из дизеля и турбокомпрессоров  $88 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

Система терморегулирования масла (ГОСТ 10150—62) обеспечивает поддержание его температуры на входе в дизель в пределах от 50 до 67°C, при нагрузке от 25 до 100% и изменении температуры забортной воды от 5 до 35°C. Динамическая ошибка регулирования нагрузки от холостого хода до 100% и от 100% до холостого хода не должна превышать 18°C. Датчик аварийно-предупредительной сигнализации срабатывает при температуре масла на выходе из дизеля  $98 \pm 2^\circ\text{C}$ .

При значительных или внезапных изменениях в показаниях приборов необходимо немедленно установить и устранить причину их, надо систематически наблюдать за контрольными отверстиями в моноблоках и насосах, периодически прочищать их. Нагрузка дизеля при работе на переднем ходу не должна превышать значений, приведенных в табл. 4. При работе на переходных режимах (выходе на крылья у судов с подводными крыльями и в других случаях) допускается кратковременное (1,5÷2 мин) превышение ограничительной характеристики.

## Глава V

### КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЯ

#### 22. ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ КАРТЕРА

У быстроходных дизелей верхняя часть картера является дорогостоящей деталью, замена которой значительно удорожает ремонт. В условиях ремонтного завода верхнюю часть картера не изготавливают, так как для этого требуются сложные приспособления и инструмент. Получить ее по фундам запасных деталей сложно из-за большого дефицита. Поэтому на ремонтном заводе должны быть приняты меры к восстановлению работавшей верхней части картера рекомендуемыми ниже способами, предложенными ремонтными техническими службами. Следует отметить, что при всех способах восстановления основные чертежные размеры или размеры, допустимые при ремонте (обведенные прямоугольником), не должны превышать значений, приведенных на рис. 45.

Ремонтному заводу необходимо заказывать верхнюю часть картера в сборе с нижней из расчета одна деталь на пятнадцать ремонтируемых дизелей.

Остановимся на работах, которые выполняются на ремонтном заводе и на судне.

Определение размера постелей под коренные вкладыши и соосности их производят в такой последовательности. Проверяют клеймение деталей, принадлежащих к данному узлу. Верхнюю и нижнюю части картера клеймят одинаковым цифровым номером, который наносят на боковой поверхности у разъема. Подвеску клеймят номером узла и



повторно обмеряют все постели. Чертежный размер диаметра постели под коренной вкладыш  $117+0,21$  мм, на ремонтируемом картере он порт обмера. Его используют при определении натяга вкладыша или

Для определения годности картера измеряют несоосность постелей под коренные вкладыши; она не должна превышать 0,025 мм. Несосоосность определяют в плоскости А. За действительные оси опор (постесобранными подвесками без вкладышей) устанавливают на плиту (рис. 46) домкраты так, чтобы размер А был перпендикулярен плоскости плиты, а действительная ось 1-й и 7-й опор (в I поясе) находилась на одной высоте от плоскости ее. Замеряют диаметры всех опор картера под вкладыши. При разности диаметров между 1-й и 7-й опорами 1-ю опору принимают за 0, а индикатор устанавливают по 7-й опоре с поправкой на разность диаметров по формуле

$$K = \frac{A_1 - A_7}{2},$$

где  $K$  — величина отклонения показания индикатора на 7-й опоре;  $A_1$  и  $A_7$  — диаметр соответственно 1-й и 7-й опор, замеренный по I поясу.

После указанной установки 1-й и 7-й опор параллельно плите, перемещая по последней стойку с индикатором, настроенную по плиткам от 1-й опоры, измеряют все остальные опоры по I поясу. При этом учитывают величину отклонения показания индикатора на замеряемой опоре, подсчитанную по указанной формуле, в которой вместо  $A_7$  подставляют значение диаметра замеряемой опоры.

При несоосности постелей вкладышей более 0,025 мм измеряют биение 2, 3, 5 и 6-й коренных шеек коленчатого вала (рис. 47). При этом вал устанавливают на три (1, 4 и 7-ю) коренные шейки. Сумма величины максимального биения коренных шеек вала и несоосности постелей должна быть не более 0,065 мм. Если она больше, заменяют коренной вкладыш, увеличивая зазор между коренной шейкой и вкладышем на двойную величину разности 0,065 и фактической суммы вели-

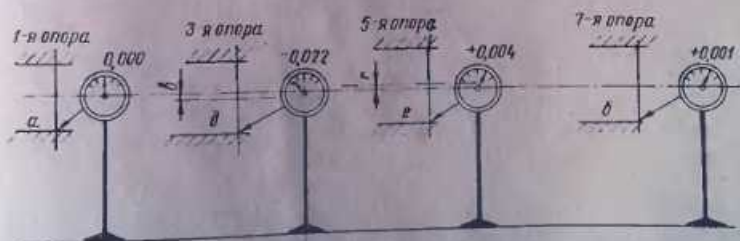


Рис. 46. Определение несоосности постелей картера под коренные вкладыши

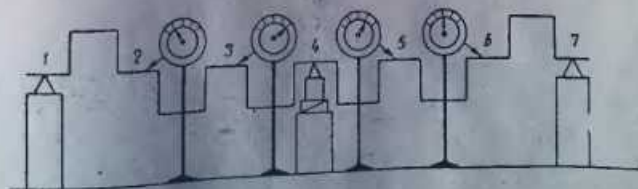


Рис. 47. Определение биения шеек коленчатого вала

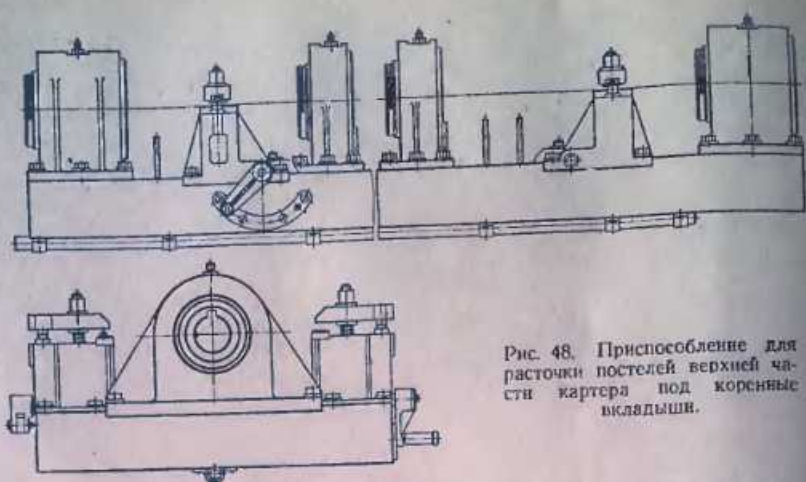


Рис. 48. Приспособление для расточки постелей верхней части картера под коренные вкладыши.

чины максимального биения коренных шеек и несоосности постелей, но не превышая максимально допустимого зазора 0,18 мм. Если замена коренных вкладышей не обеспечит указанных требований, постели картера (одну или несколько) растачивают с установкой в них ремонтных вкладышей. Первый ремонтный размер постели под вкладыш 117,1<sup>+0,021</sup> мм, второй — 117,2<sup>+0,021</sup> мм.

Расточку постелей под коренные вкладыши производят на любом горизонтально-расточном станке, при частоте вращения шпинделя 1000 об/мин с подачей на один оборот не более 0,01 мм.

Для обеспечения несоосности постелей не более 0,02 мм применяют приспособление для расточки (рис. 48), имеющее станину с установленными на ней четырьмя призонными подшипниками скольжения. В последних вращается борштанга с резцами. Подшипники изготовлены в виде конических втулок с очень точно доведенными поверхностями по конусу и торцу. Продолжительность работы конических подшипников значительно большая, чем цилиндрических. При износе для восстановления их требуется только подрезка торца и доводка конической поверхности. Трущиеся поверхности подшипников обильно смазывают маслом с помощью специально установленного насоса.

Борштанга (рис. 49) изготавливается из стали 20Х термически обработанной на твердость 56—60 по Роквеллу шкала С. Зазор между подшипниками и борштангой должен быть 0,02—0,04 мм, допустимый прогиб ее не более 0,02 мм. Резец для расточки (рис. 50) снабжен пластиной из твердого сплава ТЗ0к4. По размерам и углам заточки он должен соответствовать чертежу. При затуплении резец перетачивают или заменяют. Установленные в борштангу резцы выверяют на нужный размер специальным индикаторным приспособлением (рис. 51). Зная диаметр борштанги и требуемый диаметр расточки, по мерным пластинкам настраивают все резцы на нужный ремонтный размер.

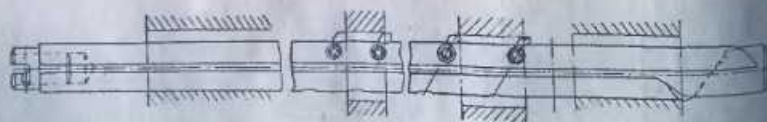


Рис. 49. Борштанга ЛМ9417-082 для расточки постелей верхней части картера под коренные вкладыши

Для расточки картер устанавливают на приспособление сверху на четыре опорные площадки. Предварительное центрирование относительно посадочных мест под реверсивную муфту и под нагнетатель производится двумя установочными пальцами, заниженными на 0,5 мм по сравнению с диаметром базовых отверстий. Приспособление имеет специальное устройство, которым приподнимают картер приблизительно на 6 мм для обеспечения рабочего положения борштанги. После установки борштанги с выверенными

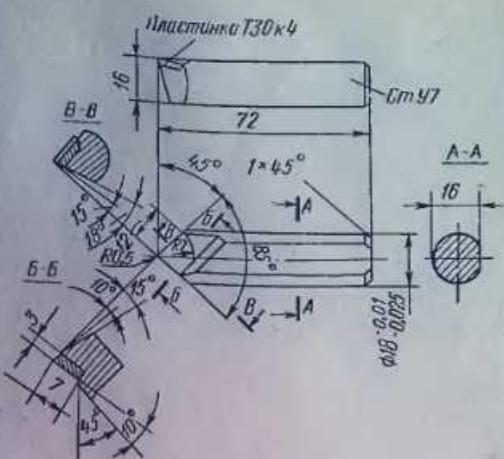


Рис. 50. Резец ЛМ9317-251 для расточки постелей картера

на размер резцами картер опускают в крайнее нижнее положение на опорные площадки приспособления.

Картер, имеющий коробление, будет располагаться на трех площадках приспособления. Если зазор при этом не превышает 0,1 мм, качку устраняют прокладками из фольги. При большем зазоре шабрят установочные плоскости картера с выверкой посадочных диаметров под реверсивную муфту и нагнетатель.

Для соблюдения требований технических условий по пересечению оси вкладышей с центром осей вертикальных и наклонных передач и по совпадению оси коленчатого вала с осью вала реверса картер центрируют двумя индикаторами, установленными на борштанге. При проворачивании последней отклонение индикаторов по поясам под нагнетатель и под реверсивную муфту должно быть не более 0,03 мм. При больших отклонениях регулирование в вертикальной плоскости производят установкой прокладок из фольги на опорные площадки, а в горизонтальной плоскости — перемещением картера за счет зазора по штифтам. После окончательной центровки картер жестко крепят прижимными планками, снимают индикаторы с борштанги и растачивают постели картера под вкладыши.

Пересечение оси вкладышей с центром осей вертикальных и наклонных передач проверяют специальным «книжальным» приспособлением. Его устанавливают по отверстию вкладыша 1-й опоры, от поворачивания центрируют по отверстию вертикальной передачи и поочередно прошивают валиками через каждое наклонное отверстие (рис. 52). После расточки проверяют несоосность постелей под коренные вкладыши индикатором с установкой картера на контрольной плите.

При исправлении несоосности одной или двух опор под коренной вкладыш их растачивают на горизонтально-расточном станке борштангой, которую базируют в четырех специальных бронзовых

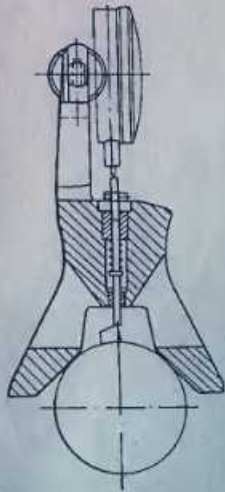


Рис. 51. Индикаторное приспособление для установки реза в борштанге

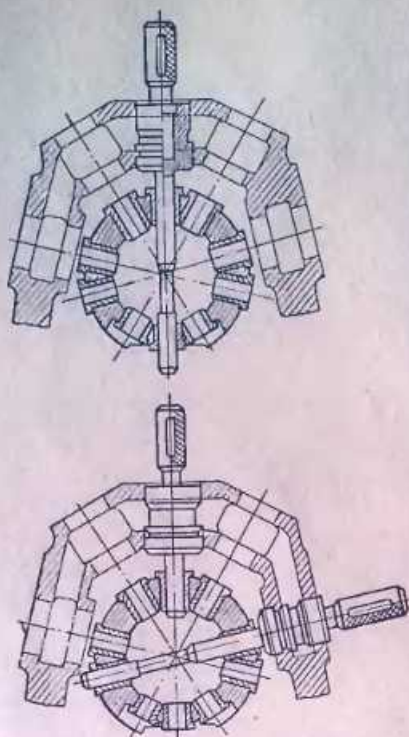


Рис. 52. Схема проверки пересечения оси вкладышей с осью вертикальных и наклонных передач

подшипниках. Форма подшипника цилиндрическая, наружный диаметр 117—0,02 мм, ширина равна длине опоры под коренной вкладыш. Внутренний диаметр подшипника должен обеспечивать зазор с борштангой 0,03—0,05 мм. Четыре таких подшипника устанавливают в опоры картера вместо коренных вкладышей для расточки средних опор — по два, по обе стороны растачиваемой опоры, для крайних опор — четыре с одной стороны.

Определение посадки коренного вкладыша в картере производят следующим образом. Перед тем как определить натяг вкладыша, выясняют степень его деформации. При установке половинки вкладыша в постель картера или в подвеску он должен садиться с натягом. Если половинка вкладыша деформирована, он садится в постель свободно.

Фактический натяг вкладыша в постели картера определяют подсчетом. На поверхности масляной канавки каждой половинки вкладыша электрографом нанесены: фактическая величина толщины половинки вкладыша  $T$ , номер заливки свинцовистой бронзы и величина выступания (со знаком  $+$ ) или утопания (со знаком  $-$ ) плоскостей стька (см. рис. 27).

По среднему диаметру постели, подсчитанному по результатам микрометрического обмера (как указано выше), суммарной величине выступания плоскостей вкладыша, найденной по надписям и данным табл. 18, определяют натяг его в постели, который должен быть в пределах 0,066—0,100 мм, допустимый при ремонте не менее 0,02 мм. Если натяг меньше допустимого, коренной вкладыш заменяют.

Обмер внутреннего диаметра коренного вкладыша выполняют с целью определения зазора между вкладышем и шейкой коленчатого вала; он должен быть 0,075—0,130 мм, допустимый при ремонте 0,065—0,18 мм. Для микрометрического обмера половинки вкладышей в картере и подвески устанавливают в соответствии маркировки их порядковым номерам опор и затягивают гайки крепления подвесок и стяжных шпилек, как указано выше. Микрометрический обмер коренных вкладышей выполняют индикаторным прибором для внутренних измерений с точностью измерений 0,002 мм. Прибор настраивают по эталонному кольцу диаметром 105 мм.

Обмер производят в двух направлениях (А и Б), как показано на рис. 28. В связи с тем, что внутренняя поверхность вкладыша расточена по гиперболе, при обмере в каждом направлении перемещают прибор вдоль вкладыша и наименьший диаметр записывают в паспорт обмера. После обмера последнего вкладыша проверяют настройку прибора по эталонному кольцу. Если будет установлено, что прибор «сбил» при обмере, повторно обмеряют все вкладыши. При овальности вкладыша

более 0,05 мм его снимают, проверяют постель и наружную поверхность вкладыша, затем устанавливают вкладыш, затягивают гайки крепления подвесок и стяжных шпилек и повторно обмеряют вкладыш.

Замена коренных вкладышей — одна из точных и ответственных операций. От качества ее выполнения зависит надежность работы дизеля.

По замерам постели под вкладыш определяют среднюю арифметическую величину ее диаметра по формуле

$$D_{\text{ср.п}} = \frac{A_1 + B_1 + A_{II} + B_{II}}{4}$$

Замеряют диаметры коренных шеек коленчатого вала, для которых заменяют вкладыши. Замеры выполняют в одном среднем поясе шейки в двух направлениях (А и Б). Находят среднюю арифметическую величину диаметра каждой шейки по формуле

$$D_{\text{ср.ш}} = \frac{A + B}{2}$$

Определяют для каждого из заменяемых вкладышей необходимую толщину его половинки

$$T_{\text{расч}} = \frac{D_{\text{ср.п}} - D_{\text{ср.ш}}}{2} - 0,05 \text{ мм,}$$

где — 0,05 — средний радиальный зазор, мм.

Отбирают комплект вкладышей, у которых арифметическая толщина половинки вкладыша равна

$$T_{\text{факт}} = T_{\text{расч}} \pm 0,05 \text{ мм.}$$

Для каждого комплекта вкладыша, отобранного по толщине половинок, определяют суммарную величину выступания плоскостей стыка половинок вкладыша.

По среднему диаметру постели и суммарной величине выступания плоскостей стыка вкладыша, пользуясь данными табл. 18, выбирают из комплектов вкладышей такие, которые обеспечивают натяг в постели, равный 0,066—0,100 мм. Следует иметь в виду, что верхний предел натяга гарантирует более надежную работу коренных вкладышей и поэтому в дизелях последних выпусков величина натяга 0,034—0,068 мм изменена на 0,066—0,100 мм. Разрешается комплектовать вкладыши из половинок различных заливок свинцовистой бронзы при условии разности толщины их у вновь скомплектованного вкладыша, не превышающей 0,015 мм. После комплектования каждую половинку вкладыша клеймят электрографом номерами опоры и картера (см. рис. 27).

Подобранные вкладыши устанавливают в соответствующие постели картера, затягивают гайки крепления подвесок и замеряют внутренний диаметр вкладыша. При замере внутреннего диаметра вкладышей устанавливают соседние подвески. Овальность вновь установленных вкладышей допускается не более 0,05 мм. Разрешается две перезатяжки шпилек крепления подвесок и сшивных шпилек. Если после повторной затяжки овальность вкладыша будет более 0,05 мм, подобранный комплект заменяют.

По результатам произведенных обмеров определяют для каждой опоры значение максимального и минимального зазоров по формулам:

$$a_{\text{макс}} = D_{\text{вкл. макс}} - D_{\text{ш. мин}};$$

$$a_{\text{мин}} = D_{\text{вкл. мин}} - D_{\text{ш. макс}}.$$

где  $D_{\text{вкл. макс}}$  и  $D_{\text{вкл. мин}}$  — соответственно максимальное и минимальное значения внутреннего диаметра вкладыша (из двух замеров А и Б);

$D_{\text{ш. макс}}$  и  $D_{\text{ш. мин}}$  — максимальное и минимальное значения (из А и Б) соответствующей коренной шейки коленчатого вала.

Суммарная величина выступания плоскостей стѣны половин одного вкладыша, мм

Средний диаметр постелей картера, мм	Суммарная величина выступания плоскостей стѣны половин одного вкладыша, мм														
	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19
116,998	0,067	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	0,085	0,089	0,092	0,095	0,098				
116,999	0,066	0,069	0,072	0,075	0,078	0,081	0,084	0,088	0,091	0,094	0,097				
117,000		0,068	0,071	0,074	0,077	0,080	0,083	0,087	0,090	0,093	0,096	0,100			
117,001		0,067	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	0,086	0,089	0,092	0,095	0,099			
117,002		0,066	0,069	0,072	0,075	0,078	0,081	0,085	0,088	0,091	0,094	0,098			
117,003			0,068	0,071	0,074	0,077	0,080	0,084	0,087	0,090	0,093	0,097	0,100		
117,004			0,067	0,070	0,073	0,076	0,079	0,083	0,086	0,089	0,092	0,096	0,099		
117,005			0,066	0,069	0,072	0,075	0,078	0,082	0,085	0,088	0,091	0,095	0,098		
117,006				0,068	0,071	0,074	0,077	0,081	0,084	0,087	0,090	0,094	0,097	0,100	
117,007				0,067	0,070	0,073	0,076	0,080	0,083	0,086	0,089	0,093	0,096	0,099	
117,008				0,066	0,069	0,072	0,075	0,079	0,082	0,085	0,088	0,092	0,095	0,098	
117,009					0,068	0,071	0,074	0,078	0,081	0,084	0,087	0,091	0,094	0,097	0,100
117,010					0,067	0,070	0,073	0,077	0,080	0,083	0,086	0,090	0,093	0,096	0,099
117,011					0,066	0,069	0,072	0,076	0,079	0,082	0,085	0,089	0,092	0,095	0,098

117,012												
117,013			0,068	0,071	0,075	0,078	0,081	0,084	0,088	0,091	0,094	0,097
117,014			0,067	0,070	0,074	0,077	0,080	0,083	0,087	0,090	0,093	0,096
117,015			0,066	0,069	0,073	0,076	0,079	0,082	0,086	0,089	0,092	0,095
117,016				0,068	0,072	0,075	0,078	0,081	0,085	0,088	0,091	0,094
117,017				0,067	0,071	0,074	0,077	0,080	0,084	0,087	0,090	0,093
117,018				0,066	0,070	0,073	0,076	0,079	0,083	0,086	0,089	0,092
117,019					0,069	0,072	0,075	0,078	0,082	0,085	0,088	0,091
117,020					0,068	0,071	0,074	0,077	0,081	0,084	0,087	0,090
117,021					0,067	0,070	0,073	0,076	0,080	0,083	0,086	0,089
117,022					0,066	0,069	0,072	0,075	0,079	0,082	0,085	0,088
117,023						0,068	0,071	0,074	0,078	0,081	0,084	0,087
117,024						0,067	0,070	0,073	0,077	0,080	0,083	0,086
117,025						0,066	0,069	0,072	0,076	0,079	0,082	0,085
117,026							0,068	0,071	0,075	0,078	0,081	0,084
117,027							0,067	0,070	0,074	0,077	0,080	0,083
117,028							0,066	0,069	0,073	0,076	0,079	0,082
117,029								0,068	0,072	0,075	0,078	0,081
117,030								0,067	0,071	0,074	0,077	0,080
117,031								0,066	0,070	0,073	0,076	0,079
117,032									0,069	0,072	0,075	0,078
117,033									0,068	0,071	0,074	0,077
117,034									0,067	0,070	0,073	0,076
117,035									0,066	0,069	0,072	0,075
117,036										0,068	0,071	0,074
117,037										0,067	0,070	0,073
										0,066	0,069	0,072

Зазоры вновь устанавливаемых вкладышей должны находиться в пределах 0,075—0,130 мм, допустимые при ремонте 0,065—0,180 мм. Если зазор между вкладышем и валом не соответствует заданным пределам, ставят новый вкладыш с учетом значения толщины  $T$  (при малом зазоре  $T$  уменьшают, при большом — увеличивают).

Приведем пример замены вкладышей после длительной работы. В результате деформаций обнаружился дефект вкладышей 3-й и 5-й опор (задиры рабочей поверхности). Заменяем эти вкладыши в следующем порядке.

Устанавливаем в картер подвески без вкладышей, затягиваем гайки крепления подвесок и шпильных шпилек, как указано выше. В случае если постели не имеют следов проворота вкладышей или повышенного наклепа, несоосность постелей не замеряют и оценивают в 0,02 мм. Для определения несоосности постелей с дефектами домкраты устанавливаем их картер на плите (см. рис. 46) так, чтобы направление разбора  $A$  (см. рис. 28) было перпендикулярно плоскости плиты, а действительные оси 1-й и 7-й опор в I поясе находились на одной высоте от плоскости плиты. Замеряем диаметры постелей в I поясе в направлении  $A$ , определяем высоту действительных осей каждой опоры в I поясе и подсчитываем несоосность. Методику подсчета поясним схемой (см. рис. 46):

$$\begin{aligned} D_1 &= 117,028 && \text{— диаметр 1-й постели;} \\ D_3 &= 117,026 && \text{» 2-й »} \\ D_5 &= 117,032 && \text{» 5-й »} \\ D_7 &= 117,026 && \text{» 7-й »} \end{aligned}$$

Ввиду того что  $D_1$  отличается от  $D_7$ , то при совпадении осей 1-й и 7-й опор показания индикатора в точках  $a$  и  $b$  будут отличаться. Найдем величину показания индикатора в точке  $b$  (7-я опора), если индикатор в точке  $a$  (1-я опора) установлен на 0 по формуле

$$K = \frac{D_1 - D_7}{2} = \frac{117,028 - 117,026}{2} = +0,001 \text{ мм,}$$

где  $K$  — показание индикатора в точке  $b$ , взятое из условия, что ось 1-й опоры совпадает с осью 7-й опоры.

Теперь найдем отклонение осей 2, 3, 4, 5 и 6-й опор относительно осей 1-й и 7-й опор. Поясним это на примере 3-й и 5-й опор. Пусть индикатор в точке  $d$  и  $e$  показывает отклонение соответственно — 0,22 и +0,004 мм. Тогда несоосность опор в указанных точках  $d$  и  $e$  определим по формулам:

$$\begin{aligned} K_3 &= -0,022 - \frac{D_1 - D_3}{2} = -0,022 - \frac{117,028 - 117,026}{2} = \\ &= -0,022 - 0,001 = -0,023 \text{ мм;} \end{aligned}$$

$$K_5 = 0,004 - \frac{D_1 - D_5}{2} = 0,004 - (-0,002) = +0,006 \text{ мм.}$$

Точно так же находим отклонение всех остальных опор и заносим в табл. 19.

Затем определяем несоосность постелей, которая равна сумме максимального отклонения со знаком (+) и максимального отклонения со знаком (—):  $0,009 + 0,023 = 0,032$  (из табл. 19).

Так как несоосность постелей вкладышей получилась более 0,023 мм, замеряем биение 2, 3, 4, 5 и 6-й коренных шеек коленчатого вала. Методика определения биения пояснена на рис. 47. Регулировкой опоры

Таблица 19

№ опоры	Полок обмера	Отклонение от номинального диаметра (117 мм)			Несоосность постелей относительно 1-й и 7-й опор
		A	B	D <sub>ср</sub>	
1	I	0,028	0,020	0,019	0,000
	II	0,020	0,008		
2	I	0,024	0,022	0,024	+0,009
	II	0,028	0,022		
3	I	0,026	0,024	0,023	-0,023
	II	0,024	0,016		
4	I	0,022	0,020	0,023	+0,007
	II	0,030	0,020		
5	I	0,032	0,028	0,031	+0,006
	II	0,034	0,030		
6	I	0,020	0,032	0,026	-0,004
	II	0,020	0,030		
7	I	0,026	0,036	0,022	0,000
	II	0,004	0,020		

бываемся соосности 1, 4, 7-й опор. Максимальное отклонение индикатора на 2, 3, 5 и 6-й шейках принимаем за биение этих шеек и заносим в табл. 20. Из нее берем максимальное из всех биений 0,023 мм. Находим сумму абсолютных величин максимального биения и несоосности:  $0,023 + 0,032 = 0,055$  мм.

Как видим, сумма этих величин лежит в допустимом пределе, т. е. менее 0,065 мм. Следовательно, в картер можно устанавливать вкладыши.

Таблица 20

Показатель	№ шейки					
	1		2		3	
	A	B	A	B	A	B
Отклонение от диаметра 105 мм . . . . .	0,919	0,913	0,911	0,907	0,891	0,899
D <sub>ср</sub> . . . . .	104,916		104,909		104,895	
Биение . . . . .	0,000		0,004		0,007	

Продолжение табл. 20

Показатель	№ шейки							
	4		5		6		7	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Отклонение от диаметра 105 мм . . . . .	0,907	0,909	0,901	0,903	0,897	0,905	0,915	0,919
D <sub>ср</sub> . . . . .	104,908		104,902		104,901		104,917	
Биение . . . . .	0,000		0,023		0,015		0,000	

Диаметры постелей вкладышей замеряем так, как это указано выше. Результаты замеров заносим в табл. 19 и подсчитываем среднюю арифметическую величину постели D<sub>ср</sub>:

$$D_{\text{ср.п}} = \frac{A_1 + B_1 + A_{11} + B_{11}}{4};$$

$$D_{\text{ср.п5}} = \frac{117,032 + 117,028 + 117,034 + 117,030}{4} = 117,031 \text{ мм.}$$

Точно так же находим  $D_{\text{ср.п}}$  для 3-й постели.

Замеряем диаметры коренных шеек коленчатого вала, значения записываем в табл. 20. Подсчитываем средние арифметические диаметры шеек коленчатого вала:

$$D_{\text{ср.ш}} = \frac{A + B}{2}; \quad D_{\text{ср.ш3}} = \frac{104,891 + 104,899}{2} = 104,895 \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ср.ш5}} = \frac{104,901 + 104,903}{2} = 104,902 \text{ мм.}$$

Определяем необходимую толщину половинок вкладышей для 3-й и 5-й опор:

$$T_{\text{расч}} = \frac{D_{\text{ср.п}} - D_{\text{ср.ш}}}{2} - 0,05;$$

$$T_{\text{расч3}} = \frac{117,023 - 104,895}{2} - 0,05 = 6,014 \text{ мм.}$$

$$T_{\text{расч5}} = \frac{117,031 - 104,902}{2} - 0,05 = 6,015 \text{ мм.}$$

Отбираем комплекты, у которых фактическая толщина половинок вкладышей равна  $T_{\text{факт3}} = 6,014 \pm 0,015 \text{ мм.}$ ;  $T_{\text{факт5}} = 6,015 \pm 0,015 \text{ мм.}$

Берем  $T_{\text{факт3}} = 6,015 \text{ мм.}$ , величина выступания плоскостей стыка верхней половинки  $+0,08$ , нижней  $+0,09$ ;  $T_{\text{факт5}} = 6,008 \text{ мм.}$ ; величина выступания плоскостей стыка: верхней половинки  $+0,09$ , нижней  $+0,10$ .

Находим суммарную величину выступания плоскостей стыка половинок вкладыша  $a$ :

$$a_3 = 0,08 + 0,09 = 0,17 \text{ мм.}; \quad a_5 = 0,09 + 0,10 = 0,19 \text{ мм.}$$

Определяем по среднему диаметру постели ( $D_{\text{ср3}} = 117,023 \text{ мм.}$  и  $D_{\text{ср5}} = 117,031 \text{ мм.}$ ) и суммарной величине выступания плоскостей стыка вкладышей ( $a_3 = 0,17 \text{ мм.}$  и  $a_5 = 0,19 \text{ мм.}$ ) натяг выбранных вкладышей, который по табл. 18 для 3-й опоры равен  $0,080 \text{ мм.}$ , а для 5-й  $0,078 \text{ мм.}$  Выбранные вкладыши обеспечивают натяг в требуемых пределах  $0,066 - 0,100 \text{ мм.}$

Устанавливаем подобранные вкладыши в соответствующие постели картера и замеряем после затяжки гаек крепления подвесок и шпильки шпилек внутренний диаметр (мм):

В направлении А:

В направлении Б:

$$D_{\text{вкл3}}^* = 105,014; \quad D_{\text{вкл3}}^* = 105,006; \quad \text{овал } 0,003;$$

$$D_{\text{вкл5}}^* = 105,008. \quad D_{\text{вкл5}}^* = 105,014; \quad \text{овал } 0,006.$$

Величина овала допустимая, т. е. менее  $0,05 \text{ мм.}$

Находим максимальные и минимальные зазоры:

$$a_{\text{макс}} = D_{\text{вкл.макс}} - D_{\text{ш.мин}};$$

$$a_{\text{мин}} = D_{\text{вкл.мин}} - D_{\text{ш.макс}};$$

$$a_{\text{макс3}} = 105,014 - 104,891 = 0,123 \text{ мм.}$$

$$a_{\text{мин3}} = 105,006 - 104,899 = 0,107 \text{ мм.}$$

$$a_{\text{макс5}} = 105,014 - 104,901 = 0,113 \text{ мм.}$$

$$a_{\text{мин5}} = 105,008 - 104,903 = 0,105 \text{ мм.}$$

Таким образом, все зазоры лежат в допустимых пределах. Клейким подобранные вкладыши электрографом номерами опор и номером картера.

**Замена подвески** — это сложная операция, требующая высокой квалификации исполнителя. Перед установкой новой подвески замеряют фактическую величину и непараллельность гнезда (см. рис. 45) картера под подвеску по размеру  $196^{+0,04}$  мм. Если непараллельность гнезда более 0,02 мм, прошабривают плоскости *E* его, не выходя за допустимый ремонтный размер 197 мм.

Размер новой подвески должен обеспечивать посадку ее в гнезде картера с натягом  $0,01_{-0,02}$  мм. Для ремонтного картера разрешается использовать подвеску с зазором до 0,02 мм. При подборе подвески обеспечивают припуск металла под расточку по диаметру, который для нового картера равен  $117^{+0,021}$  мм, а для ремонтного  $117,1^{+0,021}$  и  $117,2^{+0,021}$  мм. После подбора подвески устанавливают в картер и затягивают гайки силовых шпилек на три-три с половиной грани от упора. Проверяют совпадение отверстий в шпильке и прорезях гайки под шплинт, устанавливают метки 0 на гайке и шпильке одну против другой и клеймят гайки и шайбы порядковыми номерами шпилек данной подвески. Затягивают гайки стяжных шпилек на три-три с половиной грани от упора.

При расточке новой подвески под вкладыш необходимо обеспечить совпадение диаметра на подвеске и на опоре картера без снятия металла на опоре последнего, соосность диаметра растачиваемой опоры со всеми остальными опорами картера в пределах 0,025 мм.

Новую подвеску растачивают аналогично расточки постелей под коренные вкладыши.

**Восстановление опоры** под коренной вкладыш при износе ее поверхности более второго ремонтного размера  $117,2^{+0,021}$  мм производят наплавкой алюминиевого сплава АЛ4 (см. рис. 45). Перед наплавкой во все гнезда, кроме наплавляемой опоры, устанавливают подвески и затягивают их гайками силовых и стяжных шпилек как при окончательной сборке. Картер постепенно нагревают до 100—150°C, наплавляют небольшой слой алюминиевого сплава и вновь нагревают картер до 150—200°C, затем охлаждают его до комнатной температуры в течение 2—3 ч.

После наплавки проверяют диаметр и непараллельность плоскостей *E*, при необходимости прошабривают их и подбирают новую подвеску. Наплавленную опору с новой подвеской растачивают как изложено выше. Проверяют также несоосность всех постелей под коренные вкладыши и фактические их размеры.

**Замена шпильки крепления подвесок** выполняется при ослаблении их в картере, поломке, глубокой коррозии, забоинах и рисках на полированной поверхности глубиной более 1 мм, при повреждении резьбы. Так как шпилька не имеет на стержне шестигранника, ее вывертывают гайкой и контргайкой или специальной гайкой с конtringущим болтом (рис. 53). Обломанные шпильки с выступающим над плоскостью конtringущим болтом вывертывают специальным эксцентриковым ключом (рис. 54). Можно вывертывать шпильку с предварительным зашлифованием квадрата и с последующим подбором ключа или воротка.

Нормальный диаметр резьбы шпильки  $25 \times 2$  сп, средний диаметр резьбы 23,79—23,85. Шпильки разделяют на три группы: 1-я группа —  $23,81_{-0,02}$  мм, 2-я группа —  $23,83_{-0,02}$  мм, 3-я группа —  $23,85_{-0,02}$  мм.

Резьбу в картере под шпильку калибруют по среднему диаметру и также делят на три группы: 1-я группа —  $23,70^{+0,02}$  мм, 2-я группа —  $23,72^{+0,02}$  мм, 3-я группа —  $23,74^{+0,02}$  мм.

Для получения требуемого натяга 0,07—0,11 мм шпильки ввертывают в отверстие картера той же группы. Шпильки ремонтных размеров

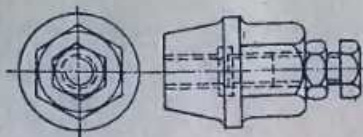


Рис. 53. Специальная гайка с коническим болтом для шпилек

и резьбу в картере под увеличенные шпильки также рассортировывают на три группы. Ремонтный размер и группу резьбы указывают на торце шпильки, со стороны короткой (наружной) резьбы. Подготавливают резьбу в картере и ввертывают шпильки так, как это указано ниже для шпильки крепления блока.

При этом длина выступающей части шпильки должна быть равна  $105^{+0,5}$  мм, а большая ось овала в нижней части шпильки располагаться вдоль оси картера с отклонением не более  $\pm 20^\circ$ .

После замены шпильки ставят подвеску и шайбу, подбирают свободно наворачиваемую гайку. На рядом стоящую незаменяемую шпильку устанавливают шайбу и гайку согласно номеру шпильки, после чего затягивают равномерно две гайки крепления подвески. Гайку на новой шпильке завертывают на три-три с половиной грани от упора, совместив отверстие в них под шплинт и установив метку 0. Гайку на старой шпильке затягивают до совпадения меток 0. Установив две стяжные шпильки и затянув их на три-три с половиной грани от упора, замеряют диаметр опоры  $117^{+0,021}$  мм. Если указанный размер опоры не обеспечен, перезатягивают гайки до получения размера  $117^{+0,021}$  мм, после чего ставят новые метки 0 на гайках и шпильках. Если после двух-трех перезатяжек не удастся обеспечить размер  $117^{+0,021}$  мм, растачивают опору под один из ремонтных размеров  $117,1^{+0,021}$  или  $117,2^{+0,021}$  мм.

Изготавливать шпильки крепления подвесок на ремонтном заводе нецелесообразно, так как при ремонте дизелей требуется небольшое их количество, а технология производства очень сложная. Рекомендуется шпильки заказывать на заводе-изготовителе из расчета одна-две шпильки на десять дизелей. Кроме того, следует использовать шпильки забракованного верхнего картера.

Замена шпилек крепления блоков производится вследствие поломки, трещины, глубокой коррозии, забойки и рисок на полированной поверхности глубиной более 1 мм, повреждения верхней резьбы или ослабления посадки в картере.

Удалять поврежденную шпильку нужно, не нарушая резьбу в картере. Для этого верхнюю часть картера закрепляют так, чтобы удаляемая шпилька находилась в вертикальном положении, а на ключ (рис. 55) надевают два удлинителя с плечом 1 м на каждую сторону.

Для удаления шпильки, оборванной заподлицо с плоскостью картера, в ней просверливают отверстие, нарезают левую резьбу и завертывают болт, которым вывертывают остаток шпильки. Можно в засверленное отверстие забить специальную оправку квадратного или трехгранного сечения и ею вывернуть оставшуюся в картере часть шпильки.

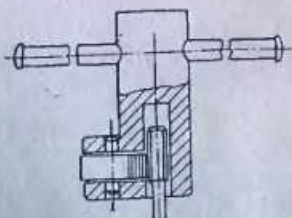


Рис. 54. Эксцентриковый ключ для вывертывания поврежденных шпилек

В связи с тем, что шпилька имеет большой натяг по резьбе в картере, перед вывертыванием его нагревают в районе дефектной шпильки до  $100-150^\circ\text{C}$  электронагревателями или нагретыми болванками.

Если шпильку вывернуть нельзя, срезают ее заподлицо с плоскостью картера, засверливают строго по центру на диаметр 18—20 мм, а затем остаток вытравливают 70%-ным раствором азотной кислоты. После травления резьбовое отверстие нейтрализуют щелочью и тщательно промывают горячей мыльной водой, так как оставшаяся

ся в нем кислота повредит резьбу  
ввернутой новой шпильки, а щелочь,  
действуя на алюминий, —  
резьбу в картере.

Шпильки крепления блоков  
нормального размера в нижней  
части имеют резьбу  $27 \times 2$  сп, а по  
среднему диаметру в пределах  
25,79—25,85 мм и рассортировыва-  
ются на три группы: 1-я груп-  
па — 25,81 $_{-0,02}$  мм, 2-я группа — 25,83 $_{-0,02}$  мм, 3-я группа — 25,85 $_{-0,02}$  мм.

Отверстия в картере нарезают и калибруют по среднему диаметру резьбы  
25,70—25,76 мм и также делят на три группы: 1-я группа —  
25,70 $^{+0,02}$  мм, 2-я группа — 25,72 $^{+0,02}$  мм, 3-я группа — 25,74 $^{+0,02}$  мм.  
Для получения требуемого монтажного натяга 0,07—0,11 мм шпильки  
ввертывают в отверстие картера той же группы.

Кроме шпилек нормального размера на резьбе, завод выпускает ре-  
монтные шпильки увеличенного размера: 1-й ремонтный —  $27,1 \times 2$  сп,  
 $D_{ср} = 25,95_{-0,06}$  мм; 2-й ремонтный  $27,2 \times 2$  сп,  $D_{ср} = 26,05_{-0,06}$  мм; 3-й  
ремонтный  $27,3 \times 2$  сп,  $D_{ср} = 26,15_{-0,06}$  мм. На свободном торце таких  
шпилек ставят соответствующее клеймо (P1, P2, P3).

Резьбовое отверстие в картере после удаления поврежденной или  
поломанной шпильки калибруют под размер ремонтной шпильки. В слу-  
чае особой необходимости в картере нарезают резьбу большего разме-  
ра и изготавливают специальную шпильку с резьбой  $30 \times 2$  сп. Резьбу на-  
резают на станке или вручную специальными метчиками — предвари-  
тельными и калибровочным. При калибровке для получения точной и  
чистой резьбы метчик смазывают сырой нефтью или веретенным мас-  
лом. После нарезки отверстие в картере тщательно продувают сжатым  
воздухом и специальным резьбовым калибром устанавливают группу  
резьбы. Кроме среднего диаметра, калибром проверяют перпендику-  
лярность резьбы к плоскости картера. Неперпендикулярность оси резь-  
бы допускается не более 0,1 мм на длине 100 мм. Если она больше,  
шпилька оборвется после непродолжительной работы.

После определения калибром группы резьбы в картере подбирают  
по среднему диаметру резьбы шпильку одноименной группы с резьбой  
в картере. Проверяют резьбовым микрометром фактический средний  
диаметр резьбы шпильки, чтобы убедиться в том, что натяг в резьбовой  
паре находится в пределах 0,07—0,11 мм. Протирают резьбу сухой сал-  
феткой и смазывают маслом МК-22 или МС-20.

Ввертывать шпильки лучше всего на радиально-сверлильном станке  
при частоте вращения шпинделя 30—40 об/мин. Правильность натяга  
в резьбовой паре при этом определяют усилием ввертывания, которое  
проверяют по амперметру, включенному в цепь электродвигателя стан-  
ка. Показание амперметра должно быть на 1—4 А выше показаний при  
ввертывании на первые пять—семь витков резьбы. При меньшем пока-  
зании амперметра не будет достаточного натяга, при большом он будет  
выше нормального, вследствие чего возможно повреждение резьбы.

Ввертывают шпильку ключом (см. рис. 55) за шестигранник, распо-  
ложенный в нижней ее части. Если нет радиально-сверлильного станка,  
шпильку ввертывают вручную; на ключ надевают специальный двусто-  
ронний удлинитель с плечом не более 1 м на сторону. Шпильку вверты-  
вают одновременно двое рабочих. В картер дизеля с разъемным бло-  
ком (дизель М50Ф) ввертывают шпильку длиной 435 мм, высота вы-  
ступающей части равна 383 мм, а в картер дизеля с моноблоком (дизели

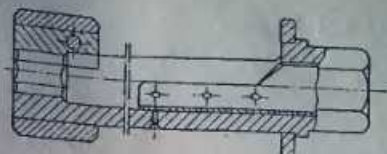


Рис. 55. Ключ ЛМ9838 для шпилек  
крепления моноблока

М50Ф, М400 и М401) — длиной  $475_{-1,55}$  мм с выступающей частью, равной  $423_{-0,5}^{+1,15}$  мм. Перпендикулярность шпильки к плоскости картера проверяют специальным приспособлением или угольником и щупом; допустимый перекосяк на длине 100 мм не более 0,15 мм.

Ремонт отверстий под стаканы передач производится при их повреждении или при износе. При этом отверстия растачивают до допустимых ремонтных размеров (на рис. 45 они окружены прямоугольником). В данном случае устанавливают стаканы наклонных передач с ремонтными размерами наружных диаметров. Если при ремонте нет возможности для установки таких стаканов, растачивают отверстия и используют втулки 1, 2, 3, 4, 5, 6, обеспечив натяг их в отверстиях картера 0,03—0,06 мм. Затем растачивают установленные втулки по внутреннему диаметру до чертежного размера. При расточке отверстий в картере под стаканы передач до допустимых ремонтных размеров или внутренних диаметров установленных втулок до чертежных размеров необходимо сохранять угол наклона этих отверстий. Кроме того, надо стремиться к тому, чтобы ось их пересекалась с осью коленчатого вала.

Пересечение оси вкладышей с центром осей вертикальных и наклонных передач проверяют специальным «кинжальным» приспособлением. Корпус последнего устанавливают по отверстию вкладыша 1-й опоры, от проворачивания центрируют по отверстию вертикальной передачи и поочередно прошивают валиками через каждое наклонное отверстие. Схема проверки показана на рис. 52.

При установке в отверстия вертикальных и наклонных передач втулки ее с торцов кончат от проворачивания резьбовыми стопорами из алюминия, которые кернят от выворачивания.

Во втулках просверливают каналы для прохода масла соответственно каналам в картере.

Ремонт картера заваркой производится вследствие разрушения шатунов. При этом, как правило, повреждается верхняя часть картера в плоскости движения шатуна и выбивается боковая часть ее. При разрушении амортизатора коленчатого вала или деталей реверсивной муфты картер повреждается в районе ее крепления. Такие повреждения картера или трещины, обнаруженные при дефектации, ремонтируют заваркой. Нельзя заваривать подвески, трещины в местах крепления шпилек, подвесок и блоков.

Разрешается заваривать дефекты с установкой алюминиевых накладок, наплавкой алюминия и приваркой вырезанных частей с другого забракованного по каким-либо причинам картера. При заварке картера должны быть поставлены подвески и затянуты до рабочего положения гайки шпилек крепления подвесок и тяжелых шпилек. Если место заварки по площади больше  $5 \text{ см}^2$  и расположено вблизи опор коренных вкладышей, перед заваркой и после нее измеряют несоосность диаметров  $117_{+0,21}$  мм под коренные вкладыши, как указано выше. Если после заварки она не превышает 0,05 мм, верхнюю часть картера можно подвергнуть дальнейшей обработке, заключающейся в зачистке сварных швов и шабровке плоскостей в районе заварки с проверкой их по краске. При несоосности более 0,05 мм перерастачивают постели под коренные вкладыши на один из ремонтных размеров  $117,1_{+0,021}$  или  $117,2_{+0,021}$  мм.

Заварку выполняют в соответствии с порядком, изложенным в § 7.

Замена нижней части картера может производиться во время эксплуатации дизеля без разборки его и во время ремонта. При замене нижней части картера в первом случае снимают ее с дизеля, полностью разбирают и вывертывают шпильки крепления привода к маслооткачивающему насосу. Вставляют стальной цилиндр диаметром  $70_{-0,05}$  мм, для

ной 100 мм до половины в отверстие привода маслооткачивающего насоса. Надевают на вторую половину стального цилиндра новую нижнюю часть картера. Стягивают оба картера болтами и подрезают торцы нижней части картера по размерам старой. Подрезать торцы картера можно на расточном или фрезерном станке. Если нет станков, подгоняют плоскости по торцам припилькой с последующей шабровкой и проверкой по краске лекальной линейкой.

Выпрессовывают из плоскости разъема верхней части картера два штифта и собирают новую нижнюю часть картера с верхней так, чтобы точно совпали их торцы, устанавливают и затягивают до отказа все болты крепления нижней части картера. Рассверливают два отверстия на диаметр 10 мм и ставят в них новые фиксирующие штифты. По окончании механической обработки и подгонки новую нижнюю часть картера собирают и устанавливают на дизель, предварительно отрегулировав зазор в зацеплении шестерен привода и маслооткачивающего насоса с центральной шестерней, который должен быть в пределах 0,1—0,25 мм.

На ремонтном заводе новую нижнюю часть картера устанавливают так, чтобы ось отверстия диаметром  $83A^{+0,035}$  мм (стакан привода к топливному насосу) на верхней части картера совпала с осью отверстия диаметром  $70A^{+0,03}$  мм (привод к маслооткачивающему насосу) на нижней части. Для центровки изготавливают ступенчатый валик с диаметрами, обеспечивающими зазор с указанными отверстиями в пределах 0,05—0,07 мм. Вставив центровочный валик в нижнюю часть картера, крепят его к верхней. Подрезают торцы нижней части картера на расточном станке, при этом разрешается подрезка верхней на глубину до 0,1 мм. Протачивают в нижней части на расточном станке центрирующий пояс для реверсивной муфты по диаметру  $360C_{2a}^{-0,54}$  мм. После подгонки нижней части к верхней выполняют дальнейшие работы, как указано выше.

Остановимся на конструктивных изменениях, влияющих на ремонт верхней и нижней частей картера.

Для повышения усталостной прочности шпилек крепления подвесок верхней части картера и для снижения в них напряжений от изгиба внесены конструктивные изменения (рис 56). Шпилька 1М.01.57 заменена шпилькой 1М.01.57А с увеличенными радиусами во впадинах резьбы на обоих концах. Эти радиусы упрочняют обкаткой специальным роликом. Вместо обычной прорезной гайки 1М.01.66 поставлена прорезная гайка 1М.01.66-1 со сферической опорной поверхностью и с удлиненной резьбовой частью. Плоская подкладочная шайба 1М.01.67 заменена шайбой

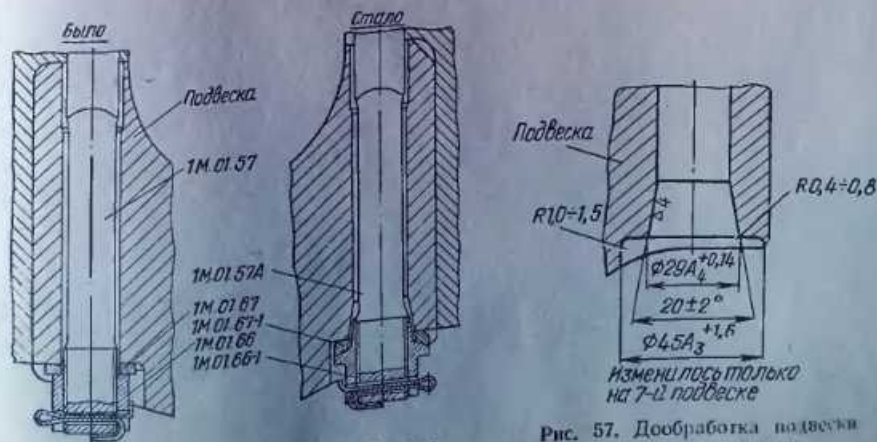


Рис. 57. Дообработка подвески

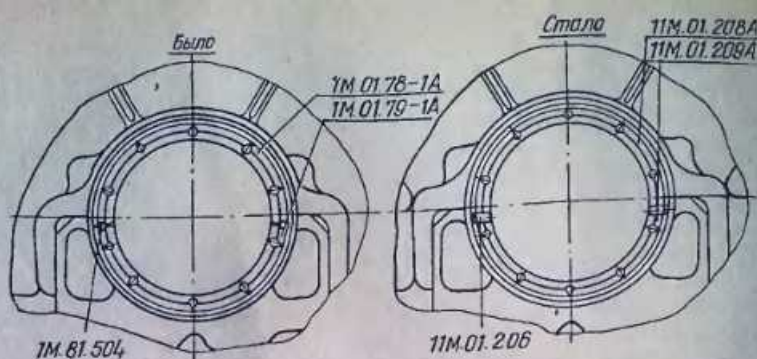


Рис. 58. Устранение выработки отверстий под штифты крепления упорных полуколец в 7-й подвеске

со сферической поверхностью под новую гайку. В связи с новой конструкцией гайки частичному изменению подверглись подвески картера. Гайка и шайба новой конструкции могут быть установлены на подвески дизелей первых выпусков при условии дообработки подвесок, как указано на рис. 57. Изменение внедрено с апреля 1965 г.

Во время работы на деталях верхней части картера наблюдалась выработка отверстий под штифты крепления упорных полуколец в 7-й подвеске и регулировочного кольца под центральную шестерню у 1-й подвески. Новые полукольца (11M.01.208A, 11M.01.209A) от старых (1M.01.78-1A, 1M.01.79-1A) отличаются тем, что у них нет двух сквозных отверстий под штифты 1M.81.504 (рис. 58). Кроме того, полукольца торцами упираются в поверхность специальной головки штифта 11M.01.206. Устанавливать новые полукольца на старом картере можно при использовании старых штифтов.

Новое регулировочное кольцо 13M.01.205/1÷8 (рис. 59) отличается от старого 3M.01.25-1 увеличенными отверстиями под штифты ( $8_{-0,050}^{+0,035}$  мм). На старом картере такое регулировочное кольцо можно устанавливать только при замене штифтов 1M.81.504 штифтами 1M.81.557. Изменение внедрено с октября 1966 г.

С целью повышения долговечности коренных вкладышей, предотвращения растрескивания бронзы и образования наклепа по наружному диаметру их увеличена стрела гиперболы до  $0,025 \pm 0,005$  мм вместо  $0,015 \pm 0,005$  мм. В постели картера все вкладыши устанавливают с повышенным натягом  $0,066 - 0,100$  мм вместо  $0,034 - 0,068$  мм, в связи с чем увеличился их наружный диаметр до  $117_{+0,068}^{+0,100}$  мм вместо  $117_{+0,055}$  мм. Коренные вкладыши новой конструкции можно устанавливать на старый картер и наоборот. Изменение внедрено с марта 1967 г.

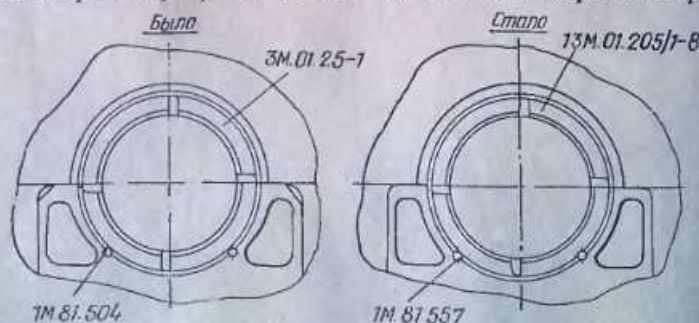


Рис. 59. Новое регулировочное кольцо под центральную шестерню 1-й подвески

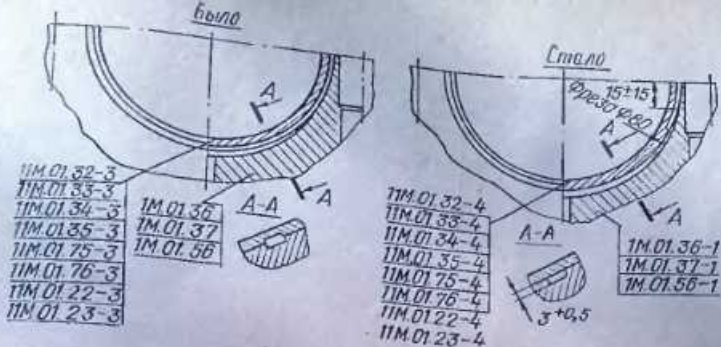


Рис. 60. Устранение разрушения свинцовой бронзы коренных вкладышей в районе масляной канавки

Для повышения работоспособности свинцовой бронзы и предотвращения ее разрушения в районе масляной канавки увеличена жесткость нижних половинок коренных вкладышей (кроме 7-й опоры) за счет ликвидации на последних масляной канавки. На подвесках этих годны для работы как с новыми, так и со старыми вкладышами. При вне дорабатывают по размерам, указанным на рис. 60. Изменение введено с июня 1968 г.

С целью повышения прочности антифрикционного слоя коренных вкладышей вместо свинцовой бронзы Бр.С30 (ГОСТ 493—54) применяют оловянисто-свинцовистую бронзу Бр.ОС1-22АМ (ТУ 533—67). Геометрические размеры коренных вкладышей, натяг в постелях картера, а также диаметральные зазоры между наружным диаметром коренных шеек коленчатого вала и внутренним диаметром коренных вкладышей остались прежними. Изменение введено с августа 1969 г.

Чтобы повысить надежность крепления топливного насоса высокого давления к верхней части картера, алюминиевые опоры заменены стальными, а шпильки диаметром 8 мм — шпильками диаметром 10 мм с установкой пружинных шайб (рис. 61). Изменение введено с марта 1970 г.

Для повышения работоспособности шпилек крепления блоков и моноблоков в них внесены следующие изменения (рис. 62). Гайка ИМ.01.65 и шайба ИМ.01.68 заменены гайкой ИМ.01.212 со сферической опорной поверхностью и с удлиненной резьбовой частью. В связи с новой конструкцией гайки на шпильках крепления блока и моноблока увеличена длина резьбы под гайку с  $28^{+1,5}$  до  $34^{+1,5}$  мм. В моноблоках и головках

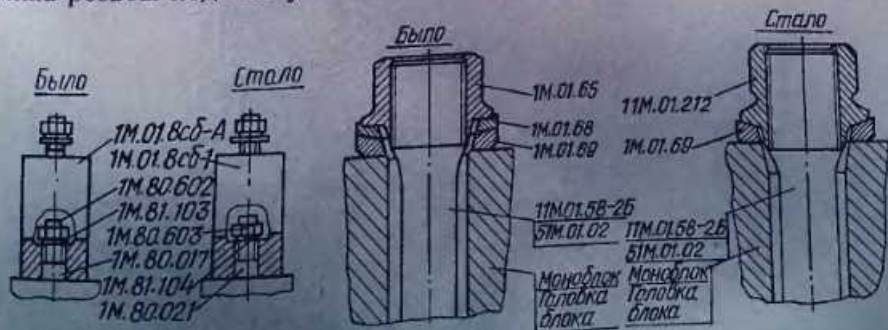
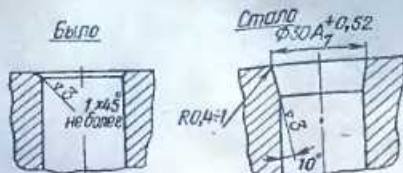


Рис. 61. Повышение надежности крепления топливного насоса

Рис. 62. Повышение надежности шпилек крепления моноблоков



блоков в отверстиях под шпильки крепления выполнен конус под углом  $10^\circ$  вместо фаски  $1 \times 45^\circ$  (рис. 63).

Гайки новой конструкции можно устанавливать на картеры только с новыми шпильками, при этом моноблоки и головки блоков используют как новые, так и старые, но с доработкой их по рис. 63. Гайки старой конструкции

Рис. 63. Дообработка моноблоков или головок блока для новых шпилек

струкции 1М.01.65 в комплекте с шайбами 1М.01.68 и 1М.01.69 могут быть применены как на картерах со старыми шпильками, так и с новыми. Моноблоки и головки блоков при этом устанавливают старой и новой конструкции. Изменение введено с марта 1969 г.

Наблюдались обрывы шпилек крепления стакана привода маслооткачивающего насоса. Для предотвращения этого изменены конструкции стакана привода и крепления его на нижней части картера (рис. 64). Новый стакан 1М.02.09-1 и прокладка 1М.02.26-1 отличаются от старых числом отверстий под шпильки крепления, их диаметром и расположением. Привод на нижней части картера крепится шестью шпильками М8. В связи с увеличением количества шпилек большого диаметра и их новым расположением, частично изменена отливка картера — форма фланца под стакан привода и число приливов для шпилек. Устанавливать новый привод маслооткачивающего насоса на старом картере и старый привод на новом картере нельзя. Изменение введено с апреля 1965 г.

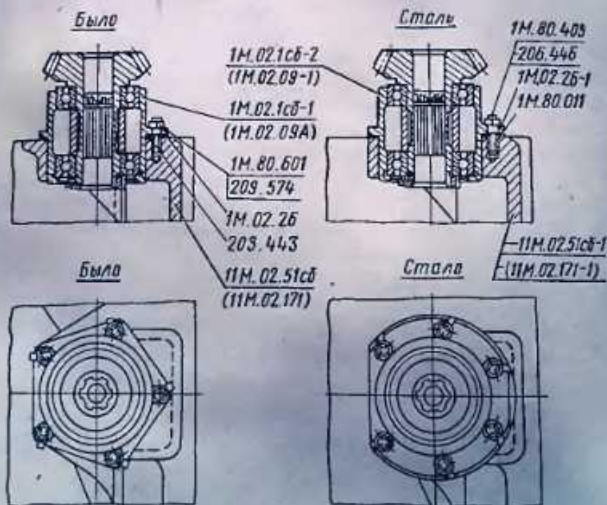


Рис. 64. Устранение обрыва шпилек крепления стакана привода маслооткачивающего насоса

### § 23. КОЛЕНЧАТЫЙ ВАЛ

Коленчатый вал (рис. 65) — самый сложный и наиболее дорогой узел кривошипно-шатунного механизма. Изготовленный из высококачественной легированной стали 18Х2Н4ВА вал для повышения усталостной прочности и износоустойчивости азотирован на глубину 0,25—0,40 мм. Твердость любой поверхности его составляет не менее

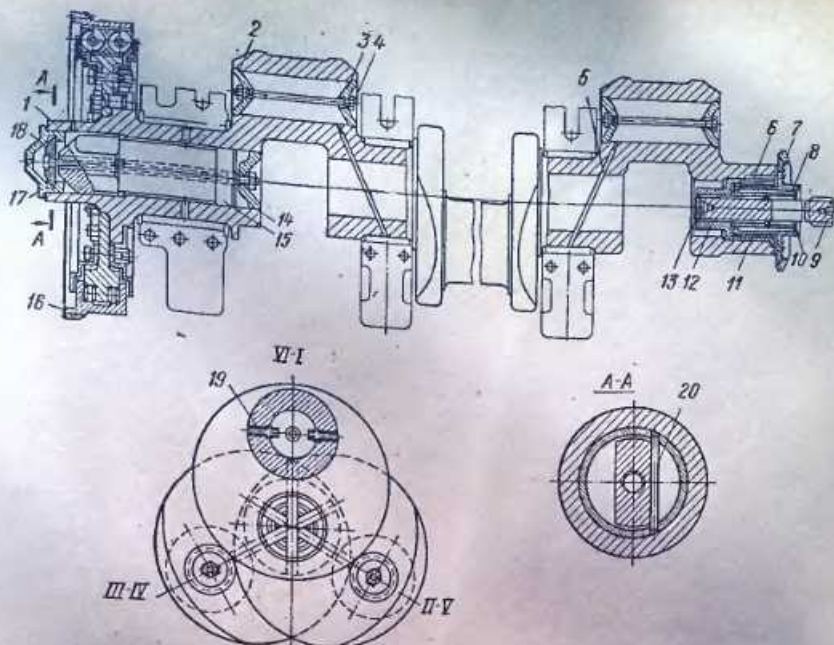


Рис. 65. Коленчатый вал:

- 1 — коленчатый вал; 2 — кольцо уплотнительное; 3, 14, 17 — заглушки; 4 — стяжной болт;  
 5, 19 — медные трубки; 6 — шпонка цилиндрическая; 7 — центральная шестерня; 8 — поводок;  
 9 — рессоры; 10, 13 — замковые кольца; 11 — бронзовая втулка; 12 — хвостовик; 15 — поплавок;  
 16 — амортизатор; 18 — траверса; 20 — шлифт

HR600. Азотируют коленчатый вал в готовом виде и только после этого полируют.

При соблюдении правил эксплуатации и качественном ремонте верхней части картера (при достижении соосности коренных вкладышей и зазоров их с шейками вала) такая конструкция и технология изготовления коленчатого вала обеспечивают ему высокую надежность и большой срок работы (до 25 000—30 000 ч). Причиной поломки коленчатого вала может быть скрытый порок металла или авария дизеля. Трущиеся поверхности коренных и шатунных шеек изнашиваются незначительно вследствие большой твердости азотируемой и высокого класса чистоты полированной поверхностей шеек. У большинства коленчатых валов шатунные и коренные шейки в первые 100—150 ч работы изнашиваются на 0,02—0,03 мм, в последующие 2000—4000 ч, если вал не вынимался из картера, на 0,03—0,05 мм.

Правка коленчатого вала при ремонте с целью устранения биения шеек запрещена, так как при этом на азотированной поверхности образуются микротрещины, являющиеся концентраторами напряжений и приводящие к поломке вала.

На механический участок коленчатый вал поступает с картой обмера после дефектации, проверки на магнофлюксе и микрометрического обмера (см. § 17). Здесь производят следующие работы.

**Полировка шеек** выполняется при любом ремонте дизеля. При этом удаляют мелкие кольцевые риски, небольшие забоины глубиной до 0,02 мм, следы коррозии или пригара масла при условии, что коренные шейки имеют биение не более 0,04 мм и геометрия их не выходит за пределы, приведенные в табл. 8. Кроме того, шейки полируют также после шлифовки или лекального их исправления до допустимых размеров.

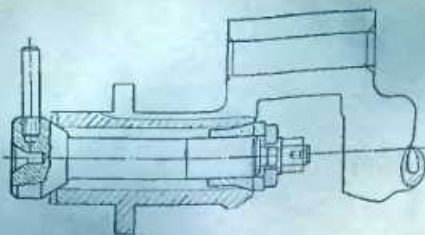


Рис. 66. Центрирующая пробка для установки вала на шлифовальном станке

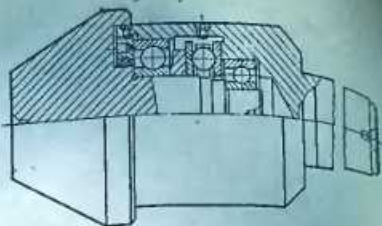


Рис. 67. Грибковый вращающийся центр ЛМ9689-659

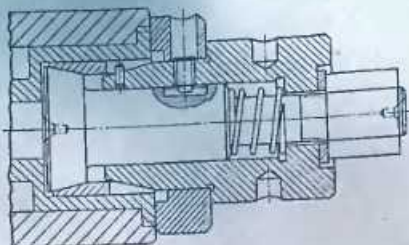


Рис. 68. Разжимная оправка для установки вала при полировке

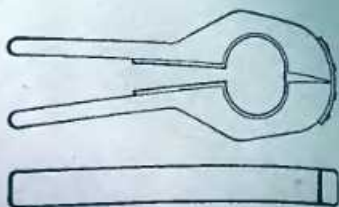


Рис. 69. Жимки ЛМ9666-089 для полировки шеек колесчатого вала

Коренные и шатунные шейки полируют вручную на токарном станке. Для этого в 7-ю и 8-ю шейки вала вставляют центрирующую пробку (рис. 66) и поджимают ее со стороны 1-й шейки грибовым вращающимся центром (рис. 67), используют также и разжимные оправки (рис. 68). Выполняют полировку специальными деревянными жимками ЛМ9666-089 (рис. 69), в которые закладывают наждачное полотно (зерно 400—500). Чистота поверхности шеек и галтелей вала должна соответствовать  $\nabla 10$ .

Цилиндричность шеек вала проверяют по краске специальным точно доведенным полукольцом (рис. 70). Им же проверяют перпендикулярность торцов шеек вала. Отпечаток краски при проверке должен быть не менее 75% поверхности шейки. Полукольца для проверки коренных шеек различаются только линейным размером, в зависимости от длины шейки, а для шатунных — еще и диаметром. При несоответствии отпечатка указанной величине отдельные места шеек дополнительно полируют до получения требуемой цилиндричности.

Шлифовка шеек, как правило, производится не более чем на 0,20 мм по диаметру от его фактического размера с тем, чтобы не нарушить азотированный слой. В исключительных случаях, когда вал заменить нельзя из-за отсутствия запасного, шейки шлифуют на меньший размер с последующей полировкой без азотации вала, но при первой же возможности его заменяют азотированным.

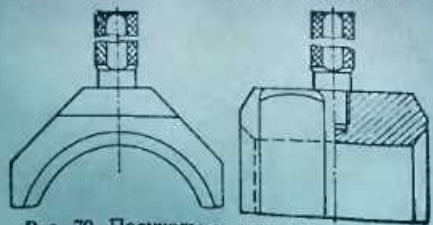


Рис. 70. Полукольцо для проверки цилиндричности и перпендикулярности торцов шеек вала

Коренные шейки вала шлифуют на шлифовальном станке с высотой центров не менее 250 мм и расстоянием между ними не менее 1400 мм. Шлифовку выполняют электрокорундовым шлифовальным кругом с керамической связкой твердостью  $SM_1$ — $SM_2$  (зерно 60). Размер круга зависит от станка; рекомендуется  $750 \times 305 \times 67$ .

До установки на станок шлифовальный круг необходимо отбалансировать, допустимый дисбаланс на его образующей не более 3 г. При большем дисбалансе получается граненность шеек вала, увеличивающая износ вкладышей дизеля.

Устанавливают вал на станок так же, как и при полировке. При этом проверяют центрирующие фаски, удаляют шабером забонны или заусенцы и зачищают наждачным полотном. При значительных повреждениях центрирующих фасок коленчатый вал устанавливают в люнет на токарный станок, выверяют индикатором по наружной поверхности шейки и протачивают фаски резцом до полного их исправления.

Шлифовку рекомендуется начинать с 4-й шейки, так как она обычно имеет наибольшее биение. Все шейки вначале предварительно шлифуют до получения правильной геометрической формы без проверки размеров. Под каждую отшлифованную шейку размещают люнеты, предохраняющие коленчатый вал от прогиба. После этого заправляют круг алмазом по образующей и по радиусам.

Отклонения от геометрической формы не должны превышать допустимые (см. табл. 8). На износ вкладышей сильно влияют корсетность и граненность, поэтому надо стремиться к тому, чтобы их не было на шейках коленчатого вала. Все размеры проверяют микронными индикаторами. Биение шеек вала проверяют индикатором на трех призмах, установленных под 1, 4 и 7-й шейками (см. рис. 47).

После шлифовки коренные шейки полируют, как указано выше, при этом съем металла не более 0,01—0,02 мм.

Шатунные шейки шлифуют на специальном шлифовальном станке с высотой центров не менее 300 мм и расстоянием между ними не менее 1500 мм. При этом вал устанавливают в специальные люльки, имеющие делительное приспособление для поворачивания его на 120° соответственно углу разворота кривошипа. Вал укладывается 1-й и 8-й шейками в люльки на специальные вкладыши. При повороте вал выверяют индикатором по 1-й и 6-й шатунным шейкам. При шлифовке 2-й и 5-й шатунных шеек, а затем 3-й и 4-й его поворачивают специальным делителем (рис. 71). Для сохранения угла разворота между коленами, равного 120°, относительный поворот вала в делителе не разрешается.

Все шатунные шейки вначале предварительно шлифуют до получения правильной геометрической формы. При чистовой шлифовке, после шлифовки каждой двух шеек, шлифовальный круг правят алмазом. Размеры диаметров шатунных шеек выдерживать наибольшие, не допуская снятия металла более 0,2 мм. При чистовой шлифовке выдерживать все допуски согласно техническим условиям (см. табл. 8), так как последующая полировка шеек вала не улучшает их геометрической формы.

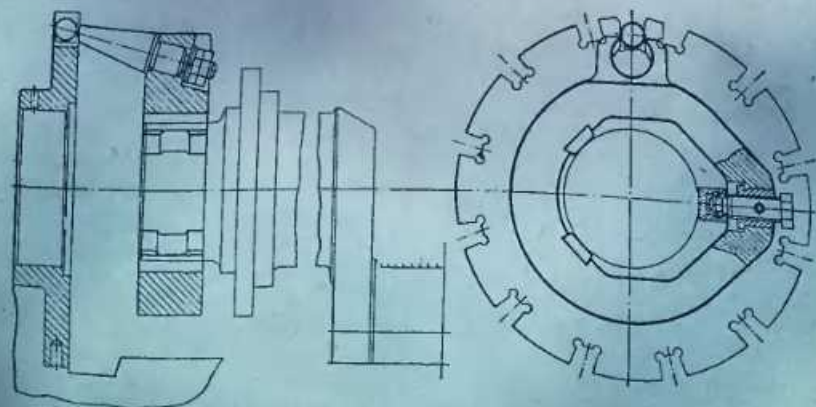


Рис. 71. Делитель для шлифовки шатунных шеек

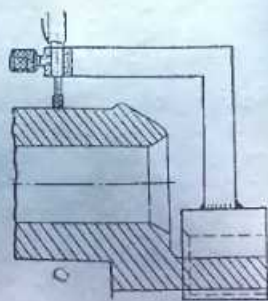


Рис. 72. Призма с индикатором для проверки радиуса кривошипа вала

Размеры и допуски проверяют микрометром и микронным индикатором. Угол разворота шеек проверяют на плите. При этом вал устанавливают на три призмы, под 1, 4 и 7-ю коренные шейки подкладывают мерные плитки или специальные стойки и щуп с выверкой по индикатору. Радиус кривошипа проверяют специальной призмой с индикатором (рис. 72), настраиваемым по эталон-

ному коленчатому валу. После шлифовки диаметры шатунных шеек полируют, как указано выше.

Замена амортизатора или болтов крепления его производится довольно часто, так как при неправильной выпрессовке болтов в процессе разборки возможен задир в отверстиях фланца коленчатого вала. Амортизатор чаще всего заменяют при повреждении его поломанными пружинами.

Коленчатый вал с амортизатором (см. рис. 65) соединяется двенадцатью призонными болтами. Отверстия во фланце вала и в поводке амортизатора развертывают в сборе, так как эти детали невзаимозаменяемы. Развертывают отверстия по диаметру на размер  $14A^{+0,010}$  мм и разбивают на две группы: I группа — 14,000—14,009 мм; II группа — 14,010—14,019 мм. Наружный диаметр болтов  $14,037_{-0,025}$  мм. Болты также разбивают на две группы: I группа — 14,012—14,024 мм; II группа — 14,025—14,037 мм. Болты I группы предназначены для отверстий I группы и болты II группы — для отверстий II группы, т. е. монтажный натяг может быть от 0,003 до 0,027 мм.

Для уменьшения износа болтов посадочную поверхность их хромируют на толщину от 0,010 до 0,022 мм.

Болты для ремонта дизелей изготовляют увеличенного размера (14,237 и 14,437 мм). На торце болта электрографом наносят его фактический диаметр (последние три цифры, например у болта диаметром 14,232 мм на торце ставят цифры 232).

Чтобы получить нужную посадку, необходимо отверстия в поводке амортизатора совместить по меткам с отверстиями на фланце коленчатого вала и развернуть черновой и чистовой развертками. Монтажный натяг между болтом и отверстием должен быть в пределах 0,003—0,027 мм независимо от размера болта.

При отсутствии ремонтных болтов увеличенного размера снятые болты хромируют до нужного размера, выдерживая требуемую посадку. Толщина слоя хрома не должна быть более 0,1 мм.

В случае значительного износа сопрягаемых поверхностей развертывают отверстия до получения правильной окружности и изготовляют специальные болты из стали 18Х2Н4ВА с последующей термической обработкой до HRC 35—41 (рис. 73). Закалка производится при  $880^{\circ}\text{C}$  с охлаждением в масле, а отпуск — при  $170^{\circ}\text{C}$  с охлаждением на воздухе. Толщина слоя хрома (из

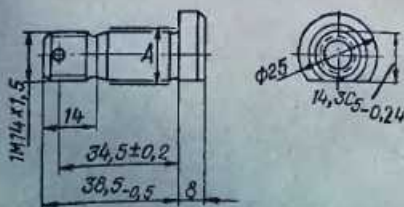


Рис. 73. Болт для соединения коленчатого вала с амортизатором

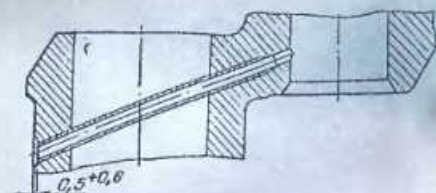
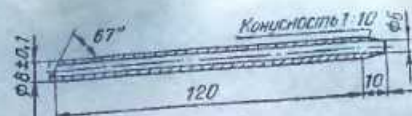


Рис. 74. Трубка (медная) перепуска масла в коленчатом вале



чертеже показано пунктиром) должна быть в пределах  $0,010-0,022$  мм на сторону.

После подбора или изготовления болты клеймят порядковым номером согласно клеймам на поводке и фланце коленчатого вала.

Замена масляных трубок в коренных шейках производится при повреждении их. Масляные трубки, запрессованные в коренных шейках коленчатого вала, дополнительно уплотнены по внутреннему диаметру (рис. 74). Если трубка ослабла, ее уплотняют и развальцовывают у входного отверстия.

Для уплотнения трубки по внутреннему диаметру пользуются специальным набором прошивок с шаровой поверхностью диаметром 6,00; 6,05; 6,10; 6,15 мм (рис. 75), переходя последовательно от меньшего размера к большему. Трубки должны плотно прилегать по всей поверхности отверстия.

Масляные трубки в шатунных шейках коленчатого вала развальцованы со стороны наружных поверхностей (рис. 76). Если трубка ослабла в отверстии, ее развальцовывают. Поврежденную трубку заменяют новой. После развальцовки трубка со стороны наружной поверхности шейки должна утопать на глубину 0,5—1,1 мм.

Замена бронзовой втулки в поводке коленчатого вала, служащей опорой центральной шестерни дизеля правого вращения.

В новых деталях наружный диаметр втулки  $65C^{+0,100}_{pr+0,075}$  мм, а отверстие в поводке коленчатого вала диаметром  $65A^{+0,03}$  мм, натяг между втулкой и поводком  $0,045-0,100$  мм. При замене втулки проверяют фактические диаметры втулки и отверстия. Натяг должен быть в пределах  $0,045-0,100$  мм. Запасную втулку вытачивают из Бр. АЖМц 10-3-1,5, обеспечивая требуемый натяг по наружному диаметру, а по внутреннему — с припуском под расточку в собранном виде с коленчатым валом. Внутренний диаметр втулки  $60A^{+0,03}$  мм, а посадочный диаметр центральной шестерни  $60Л^{-0,065}$  мм, допустимый зазор между втулкой и шестерней  $0,065-0,135$  мм. Окончательно отверстие во втулке растачивают на токарном станке после запрессовки в коленчатый вал. При этом необходимо обеспечить биение втулки относительно диаметра 1-й коренной шейки не более  $0,01$  мм, овальность и конусность до  $0,02$  мм.

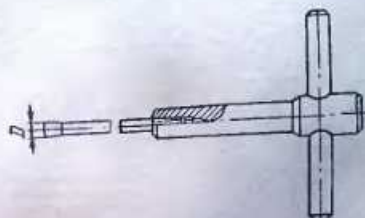


Рис. 75. Прошивка для уплотнения масляной трубки

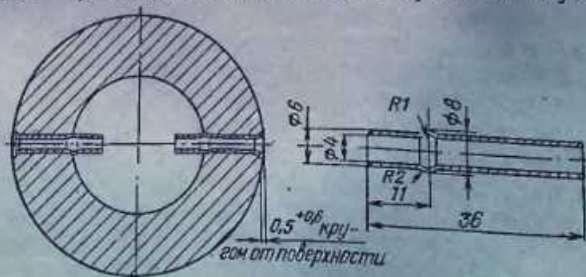


Рис. 76. Установка трубки в шатунной шейке вала

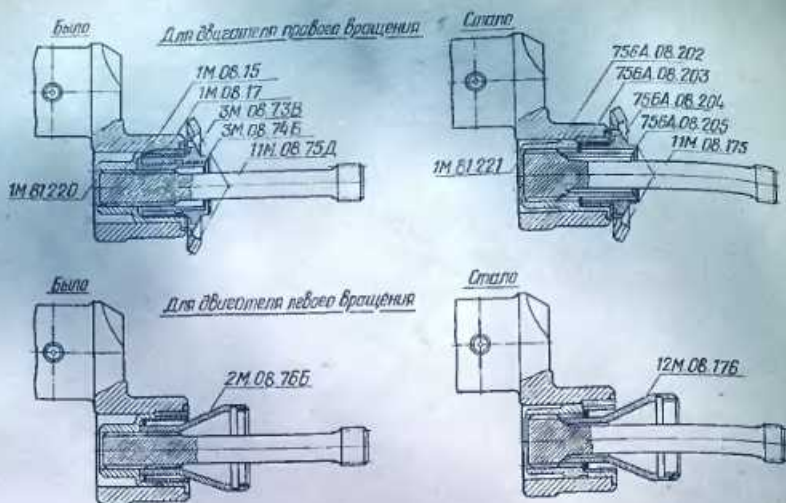


Рис. 77. Повышение надежности работы привода газораспределения

Остановимся на конструктивных изменениях, влияющих на ремонт коленчатого вала. Для повышения надежности работы деталей привода газораспределения и всех агрегатов, расположенных в передней части дизеля, применена новая конструкция отдельного привода указанных механизмов (рис. 77). В ней рессора 11М.08.175 передает вращение только нагнетателю и установленным на нем агрегатам.

Привод механизма газораспределения и насосов на дизелях правого вращения осуществляется новым поводком 756А.08.205, на дизелях левого вращения — новой муфтой 12М.08.176. Коленчатый вал с новым поводком представляет механический узел 756А.08.2сб, который может быть установлен на любом дизеле вместо старого узла 25М.08.19сб при условии замены коронной шестерни, поводка и рессоры на дизелях правого вращения или рессоры и муфты — на дизелях левого вращения. Изменение внедрено с октября 1969 г.

## § 24. АМОРТИЗАТОР

На дизелях первых выпусков устанавливался двенадцатигнездный амортизатор (рис. 78). Из-за повышенных нагрузок, вызываемых крутильными колебаниями валопровода дизельной установки, у него часто ломались пружины 3. Поэтому на дизелях последующих выпусков он заменен на семигнездный.

Двенадцатигнездный амортизатор (см. рис. 78) разбирают в таком порядке. Расконтривают и отвертывают гайки болтов 7, выбивают последние и снимают два упорных диска 6. Последующую разборку необходимо выполнять осторожно во избежание несчастного случая. Грибки 4, расположенные в двенадцати окнах амортизатора, находятся под действием сильно сжатых пружин и при неосторожной выпрессовке, разлетаясь в стороны с большой силой, могут ранить рабочего или окружающих. Для выпрессовки пакета грибков с пружинами бронзовой выколоткой осаждают их вместе на 15—20 мм и, сжав выдвинутую часть специальными клещами ЛМ9690-442, вынимают поочередно из всех две-

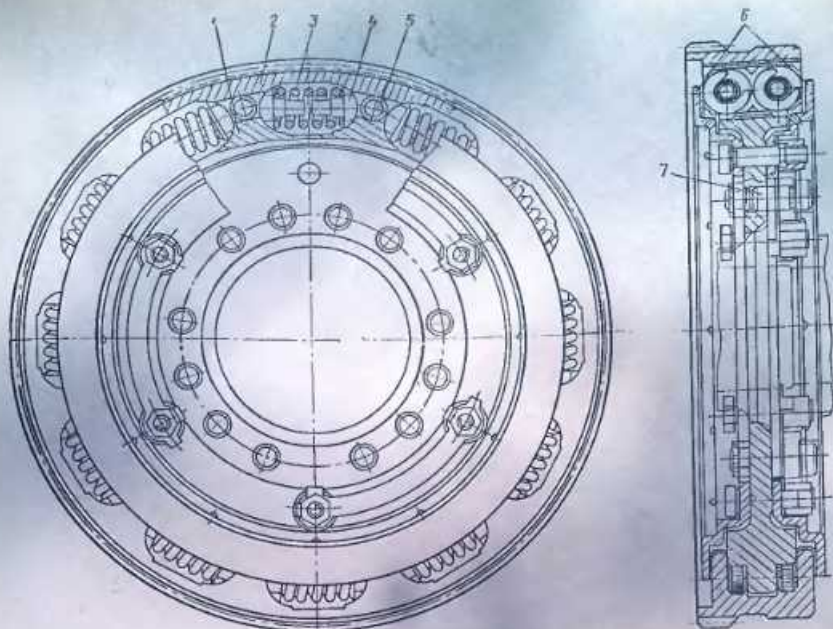


Рис. 78. Двенадцатигнездный амортизатор

надцати окон. При снятии пакета надо проверить, есть ли на торце грибка номер гнезда амортизатора. Если номер отсутствует, его наносят электрографом. Пружины взаимозаменяемы, поэтому их не маркируют.

После выпрессовки грибков вынимают из пазов амортизатора ролики 5 (двадцать четыре штуки), при этом проверяют, есть ли на их торцах номер гнезда амортизатора. Для снятия поводок 1 повертывают относительно корпуса 2 амортизатора.

Семигнездный амортизатор (рис. 79) разбирают так: отгибают усики стопорных шайб 3, отвертывают болты 2 и снимают планки 1. Последующую разборку выполняют аналогично двенадцатигнездному амортизатору, при этом пакет грибков с пружинами сжимают клещами ЛМ9690-1213.

Все детали амортизатора промывают в бензине и тщательно дефектируют. На беговых дорожках поводка 1 (рис. 80) и венца 3 в местах работы роликов 2 появляются износы в виде сферических лунок *a* и *e*. Глубина *б* и *д* лунок не более 0,02 мм.

На поводке 1 поверхность  $D_1$  беговой дорожки цементируется на глубину 0,60 мм. Износ на величину  $d \geq 0,15$  мм недопустим, при этом поводок бракуют, так как твердость цементированной поверхности на такой глубине недостаточна для работы роликов. При величине износа  $d \leq 0,15$  мм поверхность  $D_1$  поводка выверяют в патроне шлифовального станка с точностью по бою до 0,01 мм и шлифуют до выведения следов износа, а затем замеряют с точностью до 0,002 мм фактической величины  $D_1$ . Составляют паспорт обмеров и подбирают новые ролики, как сказано ниже в разделе сборки амортизатора.

На венце 3 поверхность  $D_2$  беговой дорожки азотируют на глубину 0,45 мм. Износ на величину  $б \geq 0,10$  мм не допустим, при этом венец бракуют, так как твердость азотированной поверхности на такой глубине для работы роликов недостаточна. При величине износа  $б < 0,10$  мм

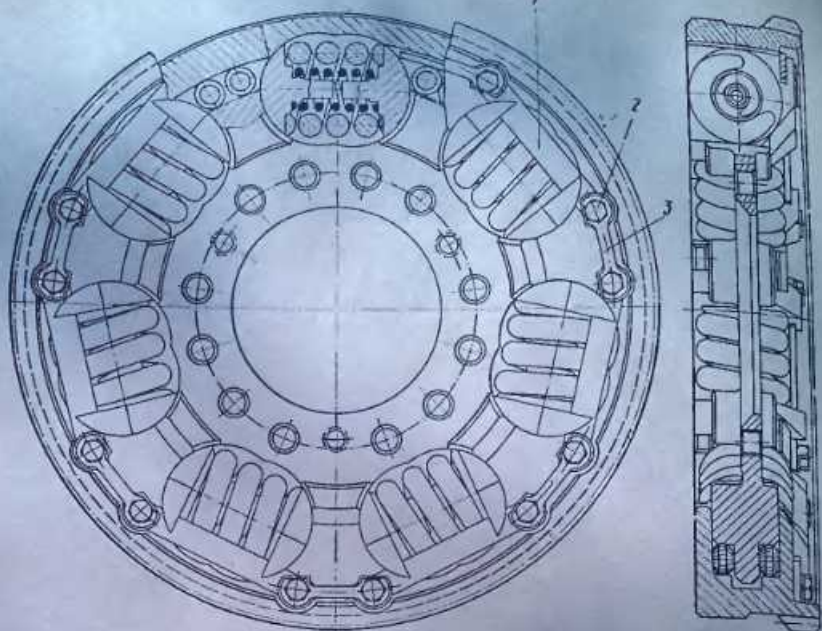


Рис. 79. Семигнездный амортизатор

венц 3 устанавливают в патрон шлифовального станка и выверяют по бою поверхность  $D_2$  до 0,01 мм, при этом овал поверхности  $D_2$  не должен превышать 0,03 мм. Чтобы обеспечить такую величину овала, разрешается деформировать венц. Величина деформации не должна превышать 0,3 мм. Затем поверхность  $D_2$  шлифуют на шлифовальном станке до выведения следов износа  $a$ , измеряют с точностью до 0,002 мм и составляют паспорт, в котором записывают фактический диаметр  $D_2$ . По новым размерам  $D_2$  подбирают ролики.

Если по размерам или каким-либо другим дефектам бракует поводок, то одновременно бракует и венц, и наоборот, так как они спарены совместно по сферическим поверхностям  $v$  и  $z$ .

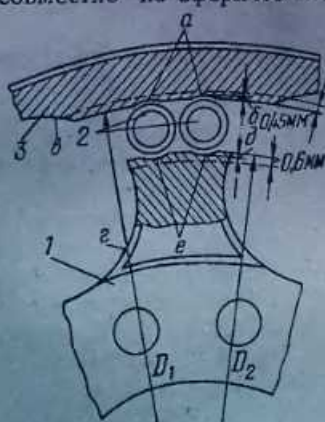


Рис. 80. Износ беговых дорожек амортизатора

Наклеп на сферических поверхностях  $v$  и  $z$  зачищают крокусной бумагой. При ступенчатом износе этих мест совмещают центры поверхностей  $D_1$  и  $D_2$  роликами, а затем шлифуют поверхности  $v$  и  $z$ . Проверяют, нет ли на пружинах амортизатора трещин. Поломанные пружины и пружины с трещинами заменяют новыми.

Перед сборкой двенадцатигнездного амортизатора (см. рис. 78) определяют соответствие диаметральных размеров всех роликов их гнездам между поверхностями поводка и корпуса амортизатора. Каждая пара роликов, расположенная в диаметрально противоположных гнездах, должна иметь суммарный зазор от 0,00 до 0,02 мм. Диаметр ролика  $D$  находят по формуле

$$D = \frac{D_2 - D_1 - (0,00 \pm 0,02)}{2} = \text{мм.}$$

где  $D_2$  — фактический диаметр наружной дорожки в корпусе амортизатора (чертежный размер  $306^{+0,1}$  мм);  
 $D_1$  — фактический диаметр внутренней дорожки в поводке (чертежный размер  $274_{-0,1}$  мм).

Диаметры  $D_1$  и  $D_2$  измеряют на обеих деталях соответственно по гнездам 1—7, 2—8, 3—9, 4—10, 5—11, 6—12 с каждой стороны. Размеры роликов приведены в табл. 21. Ролики одного амортизатора, как правило, должны соответствовать одной размерной группе, однако допускается установка для нового амортизатора двух смежных групп, а для ремонтируемого — любой группы. Фактический размер ролика указывается на одном его торце, на другом ставится номер гнезда.

После подбора роликов проверяют щупом зазор между торцами упора каждой пары грибков, который должен быть в пределах 1,99—2,12 мм. Следует помнить, что при большей его величине (в ремонтируемом амортизаторе) возможна поломка пружины. На подобранные новые грибки ставят номер гнезда. Все детали амортизатора после подбора роликов и грибков промывают бензином, а затем приступают к окончательной сборке его. Соединяют поводку с корпусом амортизатора так, чтобы заводские метки 0, стоящие против одного из окон на обеих деталях, совпали. Смазанные маслом ролики амортизатора вставляют в гнезда согласно номерам на их торцах.

Собранные попарно грибки с пружинами сжимают клещами ЛМ9690-442 (рис. 81) и вставляют в соответствующие окна примерно на половину длины грибков, после чего осаждают их латунной наставкой одновременно заподлицо с плоскостью корпуса амортизатора. Устанавливают два упорных диска, закрепляют их болтами и гайками, контрят гайки болтов усиками отгибных пластин.

Для сборки семигнездного амортизатора необходимо иметь паспорт обмера беговых дорожек под ролики. Для подбора роликов из паспорта венца и поводка следует вписать в табл. 22 размеры под ролики в строгом соответствии с рабочим положением поводка и венца. В табл. 22 записывают диаметр ролика, обеспечивающий диаметральный зазор между венцом, поводком и двумя диаметрально расположенными роликами. Он должен быть в пределах 0,003—0,015 мм. Зазор для двух роликов одного гнезда может быть равен 0,002—0,008 мм. При зазоре 0,008 мм зазор для роликов противоположного гнезда должен быть не более 0,007 мм.

После определения размеров и подбора роликов их клеймят соответственно номерам гнезда. Клейма ставят электрографом на фаске роли-

Группа	Диаметр ролика $D$ , мм	Группа	Диаметр ролика $D$ , мм
I	15,99—16,00	VII	16,05—16,06
II	16,00—16,01	VIII	16,06—16,07
III	16,01—16,02	IX	16,07—16,08
IV	16,02—16,03	X	16,08—16,09
V	16,03—16,04	XI	16,09—16,10
VI	16,04—16,05		

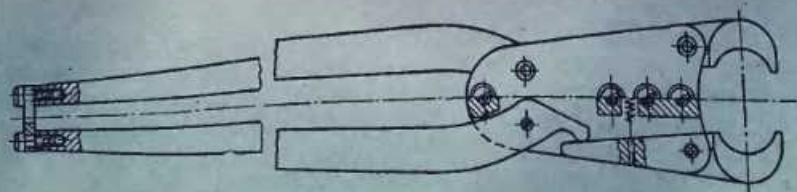


Рис. 81. Клещи ЛМ9690-442 для сжатия пружин амортизатора

Таблица 22

№ гнезда	Сторона реверса (зубья)			Сторона звания (противоположная сторона зубья)						
	Диаметр бетонной дорожки венца З, мм	Диаметр бетонной дорожки в повороте Б, мм	Размер гнезда $\frac{З-Б}{2}$ , мм	Размер ролика, мм	Фактический зазор между роликом и бетонными дорожками А, мм	Диаметр бетонной дорожки венца П, мм	Диаметр бетонной дорожки в повороте В, мм	Размер гнезда $\frac{П-В}{2}$ , мм	Размер ролика, мм	Фактический зазор между роликом и бетонными дорожками А <sub>2</sub> , мм
1	286,994	254,918	16,038	16,034	0,004	286,990	254,926	16,032	16,028	0,004
2										
3										
4										
5										
6										
7										

ка. Находящиеся в гнездах со стороны реверсивной муфты ролики дополнительно клеймят буквой З. Пример расчета и подбора роликов для первого окна приведен в табл. 22. Размер ролика определяется так:

$$D = \frac{З - Б}{2} = \frac{286,994 - 254,918}{2} = 16,038 \text{ мм};$$

$$D_{\text{макс}} = 16,038 - 0,002 = 16,036 \text{ мм}, \quad D_{\text{мин}} = 16,038 - 0,007 = 16,031 \text{ мм}.$$

Следовательно, в первое гнездо со стороны зуба можно ставить два ролика под № 1 диаметром 16,036; 16,034; 16,032 мм.

После подбора и клеймения роликов подбирают попарно грибки по зазору между их опорами. Зазор должен быть в пределах 2,04—2,28 мм. На торцах грибков, подобранных попарно по всем семи окнам амортизатора, электрографом ставят номер окна.

При сборке амортизатора смазывают животным жиром трущиеся поверхности поводка и венца, а затем соединяют их так, чтобы совпали метки спаренности. Подобранные по окнам грибки также смазывают животным жиром, собирают их с пружинами и укладывают на верстаке около соответствующего окна амортизатора. Подобранные ролики устанавливают в свои гнезда в строгом соответствии с маркировкой. Снимают поочередно пакеты грибков с пружинами клещами ЛМ9690-1213 и вставляют их в свои гнезда. Затем в пазы грибков укладывают планку и молотком забивают грибки до тех пор, пока плоскость ее не совпадет с плоскостью венца. Остальные шесть пакетов грибков собирают аналогично. Совместив отверстие в планках с отверстиями венца, на каждые две планки накладывают стопорные шайбы и закрепляют их болтами, после чего, отгибая шайбу на одну грань, контрят болты. Собранный амортизатор устанавливают на коленчатый вал дизеля. При установке совмещают метку (риску) на фланце коленчатого вала и поводке амортизатора.

## § 25. ШАТУНЫ

Шатуны дизеля испытывают большие знакопеременные нагрузки, приводящие к появлению усталостных трещин, выявляемых визуальным осмотром и методами магнитного контроля; образованию заботи, риск на полированных поверхностях, определяемых визуальным осмотром и устраняемых зачисткой и полировкой; прогибу и скручиванию стержней, определяемых замером перегиба и скручивания осей отверстий верхних и нижних головок, устраняемых заменой втулок верхних и нижних головок (при больших прогибах шатуны бракуют); ос-

лаблению посадки втулок верхних и нижних головок и износу их по внутреннему диаметру, устраняемых заменой втулок; нарушением геометрии отверстий в проушинах под палец прицепного шатуна или выкрашиванию хромированного слоя, определяемому визуальным осмотром и замером и устраняемому перехромированием проушин; ослаблению конических штифтов, выявляемому визуально и устраняемому заменой штифтов; износу или разрушению шатунного вкладыша, определяемому замером и визуально, устраняемому пересвищиванием и пересмеднением поверхностей вкладыша или заменой его.

Выявление усталостных трещин на шатунах производится магнитной дефектоскопией (см. § 8) или визуальным осмотром лупой семикратно-го увеличения. Особое внимание следует обращать на поверхности под вкладыш в районе цилиндрического штифта. Шатуны с трещинами любого вида и расположения бракуют и заменяют новыми.

При замене шатунов необходимо помнить, что главные и прицепные шатуны разбиты по весу на три группы. На дизель устанавливают шатуны только одной группы, причем весовое сочетание групп главного и прицепного шатунов безразлично. Кроме того, при сборке дизеля шатуны комплектуют по весу с деталями поршневой группы. Вес главного шатуна от 8190 до 8250 г, прицепного в сборе со втулками 2950—2980 г. Для нормальной работы дизеля разница в весе одного комплекта шатунов не должна быть больше 15 г для главных и 10 г для прицепных шатунов.

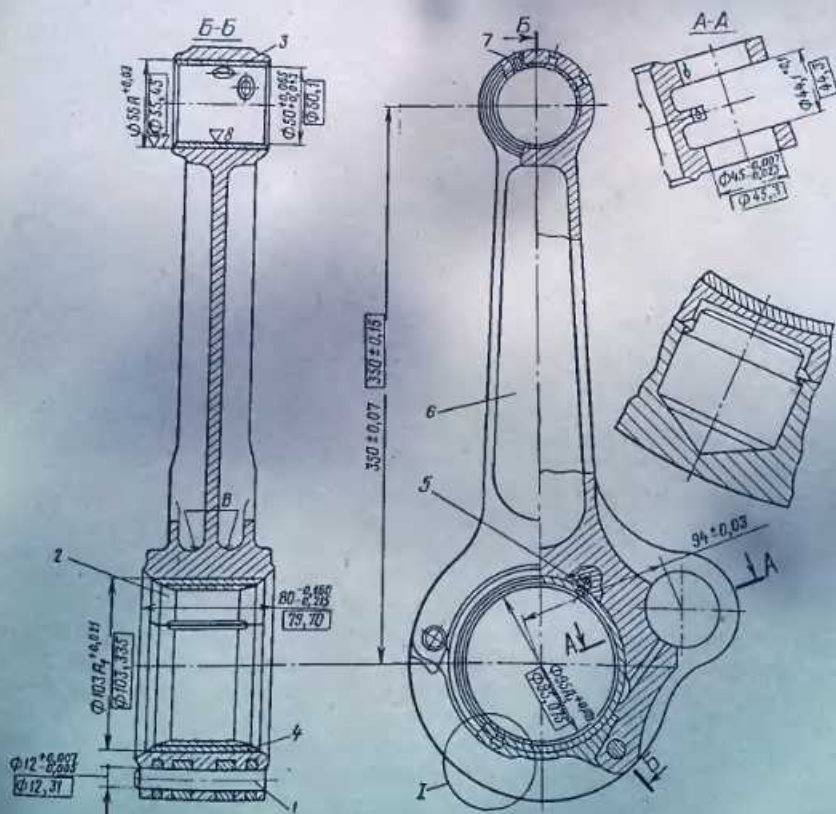


Рис. 82. Шатун главный:

1 — штифт конический; 2, 4 — вкладыши шатуна; 3 — втулка верхняя; 5 — стопор вкладыша; 6 — шатун главный; 7 — втулка

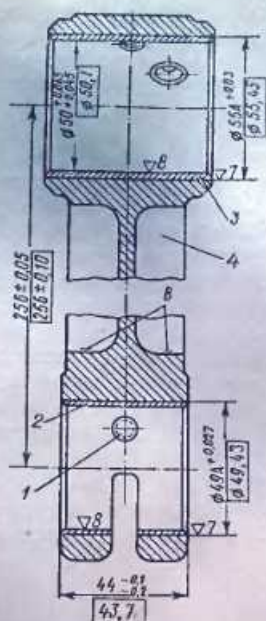


Рис. 83. Шатун прицепной:

1 — стопор; 2 — втулка нижняя; 3 — втулка верхняя; 4 — шатун прицепной

Во время замены комплекта шатунов их подгоняют по весу равномерной полировкой средней полки тавра до размера не менее 5,7 мм по толщине, а также обработкой поверхности  $B$ , но не более, чем до размеров, указанных на рис. 82 и 83. При подгонке надо следить за тем, чтобы во время полировки на тавре шатуна не образовывались прижоги, которые являются концентраторами напряжений и могут привести к появлению трещин на шатуне. После подгонки фактический вес каждого шатуна наносят кислотным клеймом на средней полке, а затем шатун моют и протирают насухо.

Зачистка забоин, рисок, царапин, заусенцев, наклепов, коррозии на поверхности шатуна производится шабером, после чего зачищенные места тщательно полируют наждачным полотном, а затем фетровыми кругами на полировальной бабке. На некоторых шатунах возможны цвета побежалости, их также полируют. При твердости полированных поверхностей менее НВ321 шатуны бракуют. Любые дефекты на поверхности шатуна являются концентраторами напряжений. Устраняют их полировкой поверхности, за исключением отверстий под вкладыши, под втулки пальца поршня и прицепного шатуна, под конические штифты. По чистоте обработки наружные полированные поверхности шатунов должны удовлетворять  $\nabla 8$  и  $\nabla 7$  внутри тавра шатуна.

**Перекося** (непараллельность) и **скручивание** осей отверстий шатунов под пальцы и вкладыши и перекося верхней головки прицепного шатуна относительно оси отверстий проушин главного шатуна обязательно проверяют при ремонте дизеля. Проверка производится по схемам рис. 31 и 32 контрольными валиками.

Перекося и скручивание осей отверстий проверяют на расстоянии 100 мм от плоскости симметрии шатуна. Для главного шатуна с запрессованной в верхнюю головку втулкой и установленным вкладышем разность размеров:  $b$  и  $b'$  не более 0,05 мм;  $a$  и  $a'$  не более 0,05 мм;  $g$  и  $g'$  не более 0,08 мм;  $v$  и  $v'$  не более 0,08 мм. Для прицепного шатуна с запрессованными втулками разность размеров  $e$  и  $e'$  не более 0,05 мм;  $d$  и  $d'$  не более 0,08 мм.

Для главного шатуна с выпрессованной втулкой допускаемая непараллельность осей отверстий верхней и нижней головок, замеренная на длине 200 мм, не должна превышать 0,08 мм. Скручивание оси отверстия втулки верхней головки относительно оси вкладыша на длине 200 мм для работавшего шатуна может быть допущено до 0,12 мм.

Если при замере перекося и скручивание осей окажутся в 2 и 3 раза выше допустимых пределов, заменяют втулки верхних и нижних головок. При больших величинах перекося и скручивания осей возможен изгиб шатуна. Такой шатун бракуют.

Замена втулок шатунов производится при прижогах, задирах, глубоких кольцевых рисках, уменьшении внутреннего диаметра вследствие перегрева втулок, трещинах на них, потере натяга в отверстиях шатуна (при нажатии на втулку шатуна в направлении от внутреннего диаметра к наружному между ними появляется масло). Как было сказано, втулки изготавливают из высокооловянистой бронзы Бр. ОФ7-0,2 с доп.

пительным уплотнением нагартовкой и последующей специальной термической обработкой.

Ремонтные втулки, поставляемые для замены изношенных или ослабленных, по поверхностям имеют припуск для их последующей механической обработки под ремонтный размер отверстий в шатуне.

Если у отверстия в шатуне сохранился нормальный чертежный размер, то при замене втулки надо ставить втулку нормального чертежного размера. По чертежу наружный диаметр втулки верхней головки нового шатуна  $55^{+0,10}_{+0,07}$  мм, диаметр отверстия в ней  $55A^{+0,03}$  мм. Монтажный натяг между втулкой и отверстием шатуна должен быть в пределах 0,06—0,08 мм. При уменьшении или увеличении его втулка во время работы провернется, что может привести к аварии дизеля. Втулка нижней головки нового прицепного шатуна должна иметь наружный диаметр  $49^{+0,064}_{+0,051}$  мм, диаметр отверстия  $49A^{+0,027}$  мм, монтажный натяг 0,045—0,065 мм. У ремонтных втулок наружный диаметр увеличен на 0,4 мм.

Для обеспечения монтажного натяга втулки обрабатывают по наружному диаметру до нужного размера. Чтобы удалить дефектную втулку, высверливают стопоры, а затем выпрессовывают ее. Перед запрессовкой новой втулки тщательно зачищают отверстие шатуна, зачищают заусенцы и притупляют кромки отверстий для ее стопорения. После этого с точностью до 0,002 мм замеряют отверстие под втулку. При овальности или конусности более 0,02 мм отверстие шлифуют.

Запрессовка втулки — ответственная операция и неправильное ее выполнение приводит к потере подобранного монтажного натяга. Поэтому втулку предварительно охлаждают в жидком азоте (в отдельных случаях разрешается нагревать шатун до 110—120°C). Охлажденная втулка под действием собственного веса легко входит в отверстие головки шатуна. Запрессовывать втулку под прессом запрещается, так как при этом уменьшается монтажный натяг.

После запрессовки во втулке (через отверстие в шатуне) сверлят отверстие, в которое вставляют стопор, развальцовывают его и подрезают торцы втулки заподлицо с торцами головки шатуна. На торцах втулки делают фаски под углом 10°. Для расточки втулки верхней головки главный шатун устанавливают на разжимную гидрооправку по отверстию под палец прицепного шатуна и фиксируют съемным пальцем по отверстию в верхней головке. Резцы для расточки должны иметь пластины из твердого сплава и специальные углы заточки (рис. 84).

Расточку рекомендуется выполнять на алмазно-расточном станке с четырьмя расточными головками: две для предварительной расточки и две для чистовой. Режимы обработки: предварительная расточка — частота вращения шпинделя 1950 об/мин, подача на один оборот 0,015 мм, припуск по диаметру 0,2 мм; чистовая расточка — частота вращения шпинделя 2800 об/мин, подача на один оборот 0,009 мм, припуск по диаметру 0,1 мм.

Если такого станка нет, можно использовать токарный станок любой модели. Частота вращения шпинделя должна быть не менее 900 об/мин, продольная подача не более 0,07 мм на один оборот шпинделя. Для расточки втулки с токарного станка снимают держатель резца, резцовые салазки и поворотный лимб, а на плоскость суппорта на специальном переходнике устанавливают приспособление. Вставляют резец в оправку, которая крепится на планшайбе. При расточке необходимо выдерживать межцентровое расстояние между верхней и нижней головками главного шатуна, равным  $350 \pm 0,07$  мм. По диаметру втулку верхней головки обрабатывают на размер  $50^{+0,073}_{+0,053}$  мм.

При установке поршневого пальца с ремонтными размерами втулку обрабатывают на размер, обеспечивающий (после освинцевания или

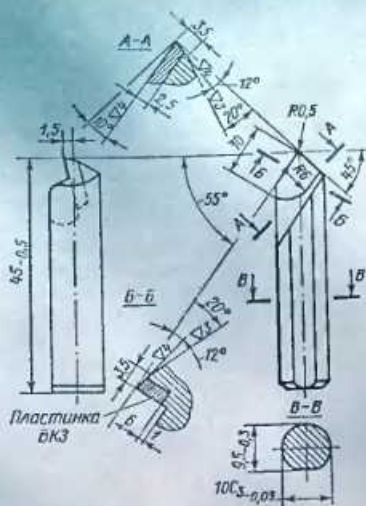


Рис. 84. Резец для расточки втулок и вкладыша шатуна

головки шатуна к его пальцу.

втулки должен быть  $45^{+0,106}_{-0,090}$  мм, зазор между ней и пальцем — в пределах 0,076—0,108 мм.

Втулки верхних головок главного и прицепного шатунов гальванически освинцовывают на толщину 0,003—0,007 мм, внутренний диаметр втулки после этого должен быть  $50^{+0,08}_{-0,06}$  мм, а зазор между ней и поршневым пальцем в пределах 0,06—0,08 мм.

Исправление отверстий в проушинах под палец прицепного шатуна производится при износе или повреждении хромированных отверстий проушин главного шатуна или при непараллельности их оси к оси вкладыша, замеренной на длине 200 мм и превышающей 0,08 мм. Шатуны со снятыми вкладышами и крышкой направляют на гальваническую обработку. Если необходимо, то выпрессовывают и втулку верхней головки.

Перед восстановлением хромированного слоя удаляют оставшийся на шатуне хром либо шлифовкой, либо дехромированием в гальванической ванне, закрепляют шатун на анод, а не на катод. Хром можно удалить, если поместить проушину шатуна в ванну с соляной кислотой. После полного растворения хрома шатун промывают в нейтральных растворах, а затем в горячей воде и зачищают отверстия в проушинах. Отверстие замеряют в двух взаимно перпендикулярных направлениях с точностью до 0,002 мм.

У шатунов в зависимости от группы диаметр отверстий по чертежу должен быть  $44,98A^{+0,015}$  или  $45,08A^{+0,015}$  мм. В случае, если диаметр окажется больше допустимого, отверстие шлифуют до удаления следов износа и получения правильной цилиндрической поверхности, но не больше чем до диаметра 45,115 или 45,165 мм. Установку шатуна на шлифовальном станке выверяют по индикатору от отверстий под палец прицепного шатуна и отверстия диаметром 103А под вкладыш. Оба отверстия проушины шлифуют с одной установки для обеспечения их полной соосности. Шлифовать следует до возможно меньшего диаметра с

лужения ее на толщину 0,003—0,007 мм) зазор с поршневым пальцем в пределах 0,06—0,08 мм.

Бронзовые втулки в прицепном шатуне растачивают также за одну установку на специальном алмазнодорожном станке с креплением по полкам тавра шатуна и проверкой предварительно расточенных отверстий. Если нет специального станка, втулки растачивают на токарном станке. Втулка верхней головки прицепного шатуна работает в тех же условиях, что и втулка главного шатуна. У нее такие же размеры, как и у втулки последнего. К ней предъявляются те же требования, что и к втулке главного шатуна. При расточке втулки необходимо выдержать межцентровое расстояние, равным  $256 \pm 0,05$  мм.

Нижнюю втулку прицепного шатуна растачивают по диаметру на размер  $45,1^{+0,015}$  мм с последующим лужением на толщину 0,003—0,007 мм. Это обеспечивает лучшую приработку втулки нижней

При этом внутренний диаметр

тем, чтобы толщина хрома, которым будет впоследствии покрыто отверстие, была наименьшей, так как при этом соединение со сталью получится более надежным. Поверхность средней опоры шатуна под палец прицепного шатуна должна быть ниже поверхности диаметра 45 мм на 0,005—0,010 мм.

Поверхности проушины под палец прицепного шатуна хромируют до толщины слоя хрома на сторону в пределах 0,005—0,010 мм. Если по условиям ремонтного производства не представляется возможным мерное хромирование покрытия, шлифовкой хромированного слоя доводят отверстия до нужного размера. По окончании шлифовки перпендикулярность осей отверстий к торцу шатуна должна быть не более 0,03 мм.

Замена конического штифта (см. рис. 82) крепления крышки главного шатуна производится при ослаблении его натяга в отверстиях, задире и выпадании. Конические штифты выпадают при неправильном изготовлении или монтаже их, а также при длительной работе дизеля на холостом ходу и малой частоте вращения. Эксплуатация дизеля на холостом ходу на упоре реверсирования при 850 об/мин разрешается не более 1 ч. Но нужно стремиться как можно меньше работать на данном режиме. Это позволит избежать выпадания штифтов и обеспечить надежность и долговечность работы дизеля.

При выпадании штифта появляются удары (стуки) из-за увеличения зазора между шатуновой шейкой и вкладышем шатуна. Штифт ударяет о щеку коленчатого вала, вследствие чего выходят из строя коленчатый вал и шатун, а при отрыве крышки последнего ломаются верхняя часть картера и моноблок. Дизель с такими деталями надолго выходит из строя. Для его ремонта требуется большое количество дорогостоящих и дефицитных частей. Конические штифты с дефектами заменяют.

Конический штифт, соединяющий крышку с шатуном, запрессовывают в отверстие шатуна и крышки с определенным натягом. Штифт самотормозящий, он должен быть совершенно гладким, без следов износа, конусность его 1:73,15 и диаметр основания 12,04В<sub>±0,005</sub> мм. Чистота обработки  $\nabla 8$ . При замене допускается наибольший диаметр штифта 12,35 мм. Штифт должен иметь натяг в гнезде 0,000—0,026 мм.

Для подбора нового штифта собирают шатун с крышкой без вкладышей, проверив клейма спаренности на обеих деталях. Затем устанавливают шатун с крышкой в тиски, ручной конической разверткой развертывают отверстия до правильного конуса по всей поверхности с чистотой  $\nabla 7$ .

Конический штифт, вставленный от руки, не должен доходить до плоскости шатуна на 2—3 мм. На специальном приспособлении (рис. 85) запрессовывают штифты двумя ударами груза весом 2580 г; первый удар по штифту делают с высоты 420 мм, второй — с высоты 540 мм. После запрессовки торцы штифтов не должны выступать за плоскость шатуна. Если же штифт выступает со стороны малого диаметра конуса, его заменяют штифтом большего диаметра. При выступании штифта со стороны большего диаметра конуса продолжают запрессовку его дополнительными ударами и разрешается. При этом штифт выпрессовывают, дополнительно развертывают конусное отверстие и повторяют все операции до получения правильного положения штифта. После подгонки торец штифта клеймят порядковым номером гнезда и номером шатуна.

При дальнейших разборках и сборках шатуна окончательно подогранные штифты выпрессовывают и запрессовывают специальной струбциной (см. рис. 21). Диаметр ремонтных конических штифтов увеличен по сравнению с нормальным чертежным на 0,3 мм. Для обеспечения требуемой посадки отверстия в шатуне и крышке развертывают на больший диаметр и проверяют по краске штифтом, при этом отпечаток краски должен быть не менее 80% поверхности отверстий.

Замена шатунного вкладыша производится при трещинах или разру-

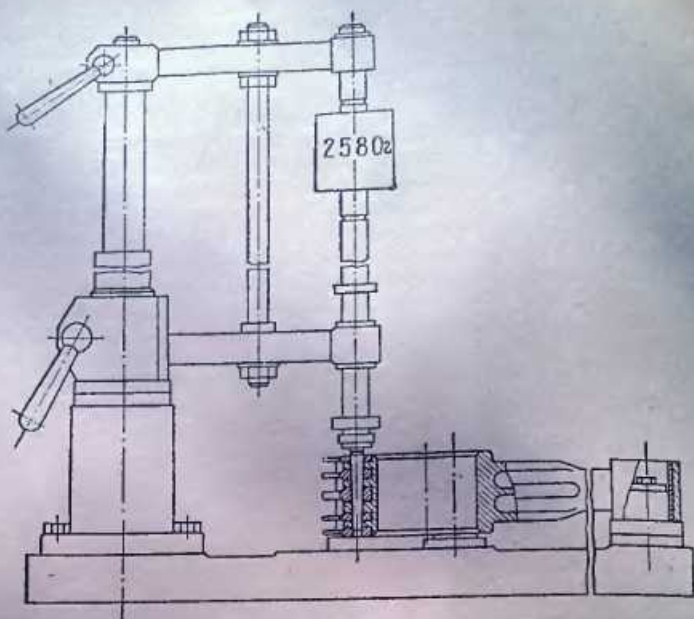


Рис. 85. Приспособление для запрессовки конического штифта

шениях, выкрашивании свинцовистой бронзы, кольцевых рисках глубиной более 0,3 мм и увеличении зазора между вкладышем и шейкой конического вала более 0,15 мм.

Наклеп на наружной поверхности шатунового вкладыша зачищают наждачной бумагой. После этого ее гальванически омедняют, толщина слоя меди не должна превышать 0,2 мм.

При стирании свинцово-оловянистого покрытия с рабочей поверхности (внутренней) вкладыша ее переосвинцовывают. Для этого гальванически снимают оставшуюся часть свинцово-оловянистого покрытия и наносят новый слой толщиной 0,003 — 0,007 мм.

Надежная работа дизеля во многом зависит от состояния трущихся рабочих поверхностей вкладыша шатуна и втулок (от чистоты поверхности и правильной геометрии отверстия, от расположения осей отверстий, точности межцентрового расстояния шатунового механизма). Точность обработки отверстий во втулках и вкладыше обеспечивается специальным оборудованием и алмазной расточкой верхней и нижней головок, производимой за одну установку двумя расточными головками на специальном станке. Вкладыши к шатуну подбирают комплектно, по замеренному диаметру отверстия в последнем. Размер наружного диаметра вкладыша гравировается на фаске вкладыша. После подбора вкладышей на их фаске ставят номер шатуна.

Чертежом для новых шатунов предусмотрен натяг между вкладышем и шатуном 0,074 — 0,120 мм (до 1968 г. натяг был 0,044 — 0,090 мм). У шатуна и вкладыша, работавшего на дизеле, натяг со временем ослабевает. После зачистки вкладыш можно омеднить для восстановления натяга. Толщина слоя меди по наружному диаметру 0,15 — 0,20 мм. Прилегание подобранного по шатуну вкладыша проверяют по краске при установленном штифте. Оно должно быть равномерным на площади не менее 80% поверхности отверстия.

Прежде чем собрать шатун с вкладышем под расточку, выпрессовы-

вают конические штифты струбциной (см. рис. 21) и, разъединив крышку и шатун, зачищают заусенцы в отверстиях под конусные штифты. При этом следят за правильной установкой штифта в теле шатуна, который должен входить в гнездо с натягом 0,000—0,026 мм и не выступать за образующую диаметра 103 мм более чем на 1,9 мм во избежание продавливания вкладыша, глубина отверстия в котором 2 мм.

Для расточки вкладыша шатун устанавливают на разжимную гидрокорректирующую оправку по отверстию под палец прицепного шатуна и фиксируют его съемным пальцем по отверстию в верхней головке шатуна. Резцы для расточки должны иметь пластинки из твердого сплава и специальные углы заточки (см. рис. 84).

Алмазную расточку производят на станке с четырьмя расточными головками: две — для предварительной расточки и две — для чистовой окончательной. Режимы обработки приведены в табл. 23.

Таблица 23

Показатель	Вкладыш		Стула	
	Предварительная расточка	Чистовая расточка	Предварительная расточка	Чистовая расточка
Частота вращения шпинделя, об/мин . . . . .	1950	2700	1950	2800
Подача на один оборот . . . . .	0,015	0,009	0,015	0,009
Припуск по диаметру, мм . . . . .	0,120	0,080	0,200	0,100

При отсутствии специального станка вкладыши обрабатывают на токарном станке любой модели, но обязательно при хорошем его техническом состоянии. Скорость вращения шпинделя станка не менее 900 об/мин, продольная подача не более 0,007 мм на один оборот.

С токарного станка снимают держатель резца, резцовые салазки и поворотный лимб, а на плоскость суппорта на специальном переходнике устанавливают приспособление (рис. 86). На шпиндель станка наворачивают переходную планшайбу; к ней крепят оправку с гнездами для резцов. Для точной установки резцовой оправки в переходной планшайбе должны быть четыре радиально расположенных регулировочных болта, которыми резцовая оправка точно ставится на планшайбу. Приспособление выверяют по индикатору и крепят на станке четырьмя гайками; суппорт стопорится клином. Шатун устанавливают в приспособлении по

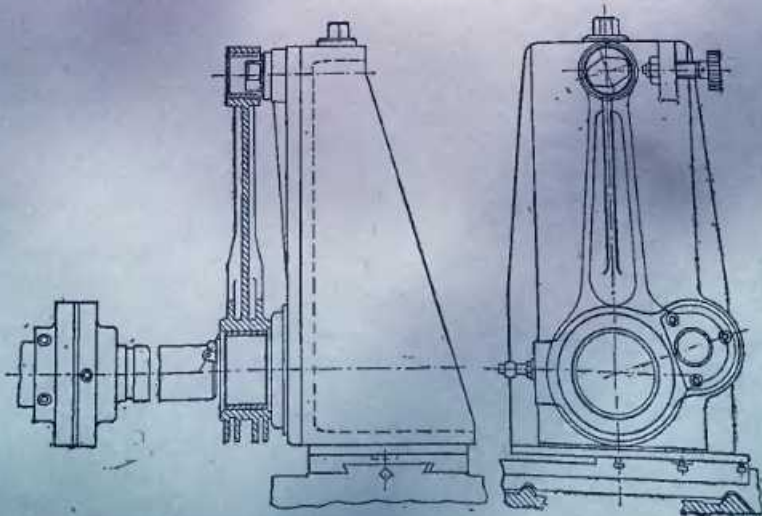


Рис. 86. Приспособление ОЛ9649-001 для расточки вкладыша шатуна на токарном станке

отверстия под палец прицепного шатуна и отверстие в верхней головке и жестко крепят к приспособлению. Для получения нужной чистоты поверхности припуск снимается за два прохода, на чистовую обработку оставляют не более 0,2 мм по диаметру. Расточку выполняют при достаточном охлаждении. Расточенная поверхность вкладыша должна соответствовать V7.

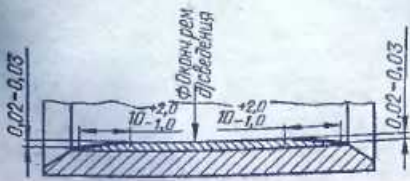


Рис. 87. Снятие фасок на вкладыше шатуна

Внутренняя поверхность шатунного вкладыша представляет собой гиперболюид со стрелой  $0,025 \pm 0,005$  мм. Гиперболическая кривая при расточке образуется от касания прямой поверхности внутреннего цилиндра под углом  $1^\circ 40'$  к образующей его.

В соответствии с диаметром шатунной шейки коленчатого вала вкладыш растачивают так, чтобы диаметр, замеренный по вершине гиперболюиды, обеспечивал зазор между вкладышем и шейкой в пределах 0,070 — 0,106 мм.

Если на ремонтном заводе не освоена гиперболическая расточка шатунного вкладыша, его растачивают по цилиндру. После расточки снимают фаски (рис. 87) с двух сторон вкладыша на длине 9—12 мм с каждой стороны и глубиной у торца от 0,02 до 0,03 мм. Фаски снимают вручную специальной разверткой (рис. 88). Чтобы получить более плавный переход конической поверхности в цилиндрическую, место перехода заглаживают гладилкой.

Для предотвращения выдавливания свинцовистой бронзы на гиперболическую или цилиндрическую поверхность в обеих половинках вкладыша с двух сторон по линии разъема снимают фаски, обрабатываемые вручную шабером (рис. 89).

После расточки на рабочей поверхности вкладыша допускаются флюсовые включения диаметром не более 0,5 мм в количестве не более 6 шт. Расстояние между включениями от любого края вкладыша должно быть не менее 15 мм. Все открытые флюсовые включения нужно удалять, а образовавшиеся раковины зачищать. Следует притуплять также все острые кромки.

После расточки, изготовления фасок и зачистки вкладыша внутреннюю поверхность его подвергают гальваническому покрытию свинцово-оловянистым сплавом толщиной 0,003 — 0,007 мм.

Ремонтный вкладыш, если его проверить по наружному диаметру, не имеет круглой формы и размеров, указанных на чертеже, и принимает правильную форму только при установке в шатун.

На фаске на стальной части вкладыша после его расточки и подготовки к сборке электрографом наносят номера вкладыша, шатуна и дизеля.

Клеймение шатунов производят по окончании всех ремонтных работ порядковым номером шатуна. При этом проверяют вес комплекта шатуна с крышкой, вкладышами, штифтами, стопорами и втулкой. Если вес изме-

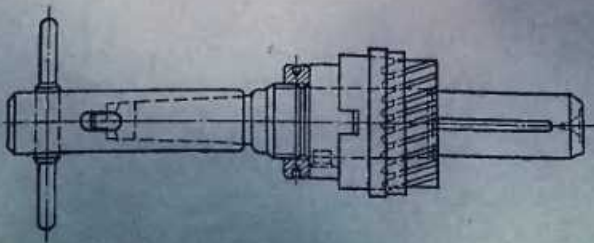


Рис. 88. Коническая развертка для снятия фасок на вкладыше шатуна

ились или старое клеймо снято при полировке, новый вес указывают на полке шатуна.

Для клеймения шатунов и других стальных деталей применяют раствор, состоящий из медного купороса (10 г), серной кислоты (2,5 см<sup>3</sup>) и воды (100 см<sup>3</sup>).

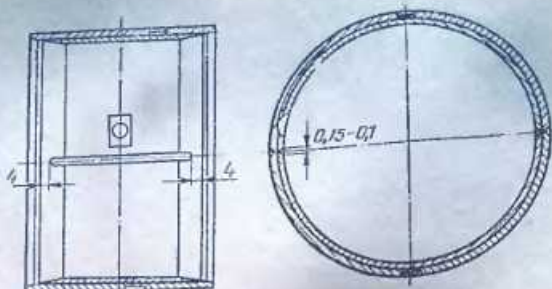


Рис. 89. Вкладыш шатуна со снятыми фасками

Поверхность, подлежащую клеймению, тщательно протирают авиационным бензином. Штамп, смоченный раствором, прижимают на несколько секунд к поверхности детали. Если клеймо состоит из отдельных цифр, клеймение производят тонкой деревянной палочкой. Штампы для клеймения должны быть с выпуклыми точными контурами изображения. По истечении не менее 1 мин и не более 2 мин излишек раствора удаляют с детали фильтровальной бумагой, затем протирают ее чистой хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в 10%-ном водном растворе кальцинированной соды, и сухой чистой салфеткой. Высушенную поверхность смазывают вазелином или маслом МК или МС. Повторное клеймение, не вызванное необходимостью, запрещается.

Остановимся на конструктивных изменениях шатунов, которые следует учитывать при ремонте дизеля.

Для повышения усталостной прочности главного шатуна применена новая конструкция стопорения верхней половинки вкладыша (рис. 90), устраняющая появление трещин в шатуне в районе отверстия под стопор. Шатун 11М.07.15сб заменен шатуном 11М.07.18сб. В главном шатуне (деталь 11М.07.126) выполнена ступенчатая дообработка масляного канала для запрессовки с натягом 0,014—0,055 мм нового трубчатого стопора 11М.07.127. Внутреннее сверление в стопоре предназначено для подвода масла к пальцу прицельного шатуна, а его квадратная головка—

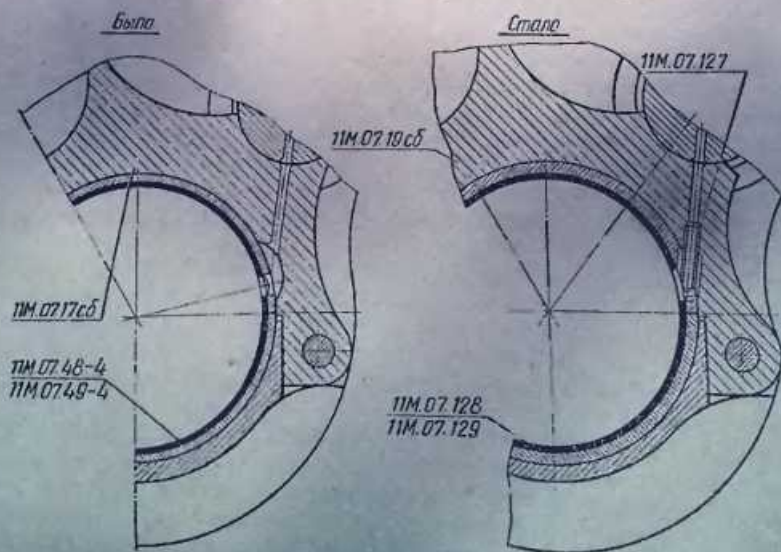


Рис. 90. Изменение конструкции стопорения вкладыша шатуна

для фиксации вкладыша от поворота и осевого перемещения. У вкладыша деталь 11М.07.48-4/11М.07.49-4 заменена деталью 11М.07.128/11М.07.129, в которой сделано фасонное отверстие под головку нового стопора 11М.07.127.

Новая верхняя втулка главного и прицепного шатунов 11М.07.130 запрессовывается также с повышенным натягом ( $0,09 \div 0,12$  мм вместо  $0,06 \div 0,08$  мм), в связи с чем прицепной шатун 11М.07.2сБА заменяется шатуном 11М.07.2сББ.

Главные шатуны старой и новой конструкции взаимозаменяемы только в сборе с вкладышами.

Ранее выпущенные ремонтные вкладыши 11М.07.48РП/11М.07.49РП можно использовать в новых шатунах лишь при дополнительной обработке отверстия под головку нового стопора в соответствии с чертежом 11М.07.128/11М.07.129 или по образцу.

Натяг устанавливаемых вкладышей должен быть  $0,074 - 0,120$  мм (вместо  $0,044 - 0,090$  мм) для шатуна с диаметром  $103^{+0,021}$  мм, а суммарное выступание двух половинок вкладыша, указанное на его фасках, — в пределах  $0,16 - 0,24$  мм (вместо  $0,06 \div 0,14$  мм).

При замене втулок натяг  $0,09 - 0,12$  мм в верхних головках главных и прицепных шатунов обеспечивается подбором втулок.

С целью повышения надежности и предотвращения поломок главных шатунов поверхность под вкладыш упрочняют раскаткой шариками с последующим хонингованием. На тавре шатунов с нагартовкой ставят клеймо «15сБ».

## § 26. МОНОБЛОК

Эксплуатация дизелей М50Ф показала, что при длительной работе в разъемном блоке цилиндров появляются два основных дефекта—кавитационные разрушения гильз и рубашек и ослабление газового стыка. Эти дефекты не могли быть устранены без принципиального изменения конструкции блока.

Объединение рубашки и головки в единую литую конструкцию — моноблок (рис. 91 и 92) и применение гильзы оригинальной конструкции позволили устранить перечисленные дефекты, так как при этом были изменены система газового стыка и посадка гильзы. При установке гильзы в моноблоке с натягом на большой длине удалось предотвратить ее колебания (вибрацию), вызывавшие в разъемных блоках кавитационное разрушение.

Дизели М400 и М401 выпускают с моноблоками, в дизелях М50Ф разъемный блок цилиндров с 1971 г. заменен моноблоком. Основной недостаток моноблока — трудность его ремонта и почти невозможность ремонта гильзы цилиндра.

Опрессовка моноблока водой производится с целью выявления неплотностей водяных полостей или при появлении воды в масле в процессе эксплуатации дизеля.

Чтобы установить, откуда появилась вода в масле, перед опрессовкой моноблока сливают масло из нижней части картера через спускную пробку в чистую посуду (противень или ведро). Отсоединяют дизель от общей водяной системы, перекрывая краны или устанавливая пробку, и замеряют уровень воды в расширительном бачке. В таком состоянии дизель оставляют на некоторое время. Если уровень воды в расширительном бачке не уменьшается и в нижней части картера вода не появляется, значит повреждение следует искать в водяной системе суа-на. При уменьшении уровня воды в расширительном бачке и появлении воды в нижней части картера снимают выпускные коллекторы и проверяют их, а затем — моноблоки, которые опрессовывают поочередно.

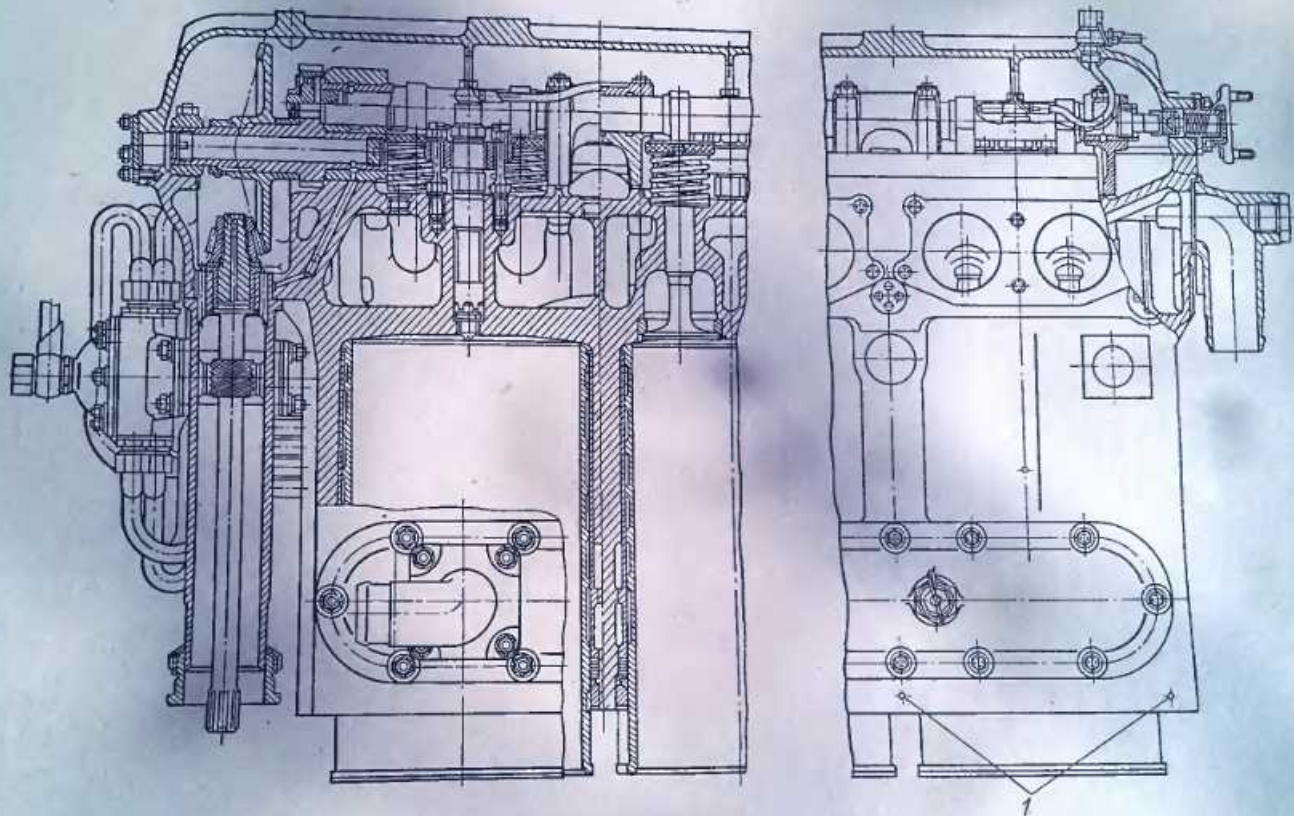


Рис. 91. Моноблок (продольный разрез)

Перед гидравлическим испытанием моноблок устанавливают гильзы вверх и дозатягивают гайки 16 (см. рис. 92) до отказа специальным ключом (рис. 93) с воротком длиной по 1 м на каждую сторону. Затяжку производят два рабочих одновременно.

Гидронспитание моноблока желательно производить на макетном картере, устанавливаемом на поворотной тележке (см. рис. 16) для сборки дизеля. Как уже говорилось, в качестве макетного картера используют новый картер или работавший, не имеющий дефектов. В связи с тем, что после установки моноблока на макетный картер и затяжки гаек его крепления замеряют овал гильз цилиндра, на макетном картере должны быть смонтированы подвески, корпус привода топливного насоса, опоры последнего и стяжные шпильки картера. Плоскости под моноблоком не должны иметь повреждений и забоин. Гайки шпилек крепления подвесок и стяжных шпилек картера затягивают так, как при обмере коренных вкладышей.

Опрессовывают моноблок горячей водой, имеющей температуру 80—90°C, под давлением  $2,94 \cdot 10^5$  Па. Продолжительность опрессовки зависит от времени, необходимого для тщательного осмотра моноблока.

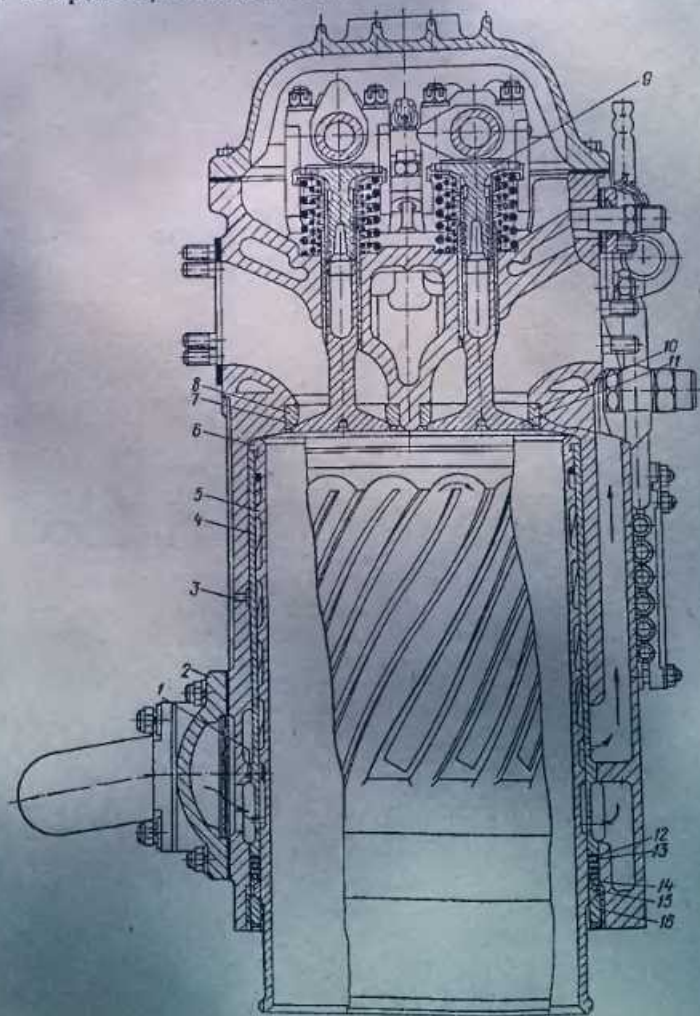


Рис. 92. Моноблок (поперечный разрез)

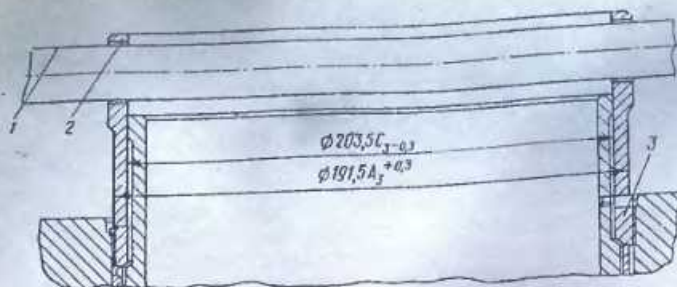


Рис. 93. Ключ ЛМ9690-705 для затяжки гайки в моноблоке:  
1 — отверстие; 2 — ключ; 3 — гайка моноблока

После прогрева закрывают краны на шлангах пароводящего штуцера и отвода воды из моноблока. Перед закрытием крана проверяют, нет ли воздуха в системе. Если из шланга, надетого на паровоздушный штуцер, выходит воздух, прокачивают моноблок до появления воды без пузырьков воздуха. После удаления воздуха из системы, нагрева воды до требуемой температуры и создания необходимого давления осматривают стенки головки и рубашки с наружной стороны, полости патрубков, впускных и выпускных клапанов, полости головки корытообразной формы и камеры сгорания. Все места, где появляется вода, отмечают цветным карандашом.

Течь воды из разгрузочного (контрольного) отверстия 3 (см. рис. 92) на работающем дизеле является следствием потери натяга ( $0,23 \div 0,29$  мм) гильзой в моноблоке из-за перегрева последнего или повышенного бокового давления поршня на зеркало гильзы при увеличении угла опережения подачи топлива. В новом или работавшем моноблоке после перезапрессовки гильз причиной течи могут быть: неправильная (малая) величина натяга гильзы в моноблоке, неправильная геометрия (дробленность) отверстия под гильзу или ее наружного диаметра, задиры в отверстии моноблока под гильзу, возникающие при выпрессовке последней из-за недостаточного нагрева моноблока. Эта течь не опасна для работы дизеля и влияет только на расход охлаждающей воды. При такой течи ни в коем случае нельзя закрывать разгрузочное отверстие с целью ее прекращения, так как вода может подняться по наружному диаметру гильзы в камеру сгорания, что приведет к гидроудару. Такую течь устраняют выпрессовкой гильзы с последующей запрессовкой новой или отремонтированной.

Причиной течи воды из контрольного отверстия 1 (см. рис. 91) колодца анкерной шпильки может быть литейный дефект или образование трещины в анкерном колодце моноблока. Как в первом, так и во втором случае течь не опасна и дизель может работать, если она незначительна и не увеличивается. Для устранения ее растачивают отверстие под анкерную шпильку, в которой обнаружен дефект, до получения ровной и чистой поверхности, не допуская увеличения диаметра более чем на 6 мм от первоначального, после чего запрессовывают алюминиевую трубку с натягом  $0,1 \div 0,2$  мм. При этом моноблок нагревают до  $150^\circ\text{C}$ , а трубку охлаждают в жидком азоте. Внутренний диаметр трубки растачивают до чертежного размера колодца под анкерную шпильку в моноблоке.

Течь воды в масляную полость головки моноблока может происходить по резьбовым соединениям технологических заглушек или по трещине и раковине в масляной полости моноблока. При течи воды по резьбовому соединению заглушки не подтягивают, а вывертывают и осматривают резьбу. Если дефект не обнаружен, заворачивают заглушку до отказа, предварительно смазав резьбу белилами. При наруше-

нии резьбы ее перерезают до следующего стандартного размера, изготовляют новую заглушку и устанавливают на белилах. Раковины или пористость засверливают, нарезают резьбу и устанавливают резьбовой гужон. При течи воды по трещине моноблок бракуют и заменяют новым. В отдельных случаях, если нет возможности заменить моноблок, трещину заваривают (см. § 7). Место заварки являются трещины в ней и в гильзе, потеря натяга верхним уплотняющим поясом последней.

Трещины в камере сгорания появляются из-за усталости металла, перегрева моноблока и т. д. Моноблоки с трещинами в камере сгорания бракуют. В депо Ленинград—Витебский освоена заварка трещин в моноблоке дизеля М756, расположенных в сфере камеры сгорания и в перемычках между седлами. Следует отметить, что дизель М756 имеет нагрузку на 20—30% меньше, чем дизели М50Ф, М400 и М401. Однако опыт заварки моноблоков в указанном депо очень ценен, его следует распространить на моноблоки, установленные на судовых дизелях.

Потеря натяга верхним уплотняющим поясом 6 (см. рис. 92) гильзы 5 и рубашкой 4 происходит вследствие перегрева гильзы. Последнюю выпрессовывают и заменяют новой.

Сквозная трещина в гильзе 5 может быть следствием точечной коррозии на ее наружной поверхности в результате применения охлаждающей воды, не соответствующей требованиям инструкции по эксплуатации дизеля. Гильзу с таким дефектом заменяют новой.

Течь воды по нижнему уплотняющему пакету гильзы устраняют дозатяжкой гайки 16 до отказа с последующей опрессовкой моноблока. Если при этом течь воды не прекратится, отвертывают гайку 16, снимают стопорное 15 и упорное 14 кольца, заменяют пакет резиновых колец 12, после чего устанавливают на место кольца 14 и 15, заворачивают до отказа гайку 16.

Причиной течи воды по наружным поверхностям моноблока могут быть пористость литья, усталостные трещины, кавитационное разрушение водяных полостей моноблока. Такая течь воды не является браковочным признаком. На работающем дизеле ее предотвращают установкой резьбовых алюминиевых гужонов, пластыря на эпоксидной смоле или чеканкой. На снятом моноблоке указанные дефекты устраняют заваркой (см. § 7).

Течь воды через впускные или выпускные окна моноблока, как правило, является следствием скрытого дефекта литья. Такой дефект очень опасен, так как на работающем дизеле при течи во впускных окнах вода через впускные клапаны попадает в цилиндр. Это может привести к гидравлическому удару при запуске дизеля, если коленчатый вал не был провернут на два оборота. Течь воды во впускных и выпускных окнах не устраняют, моноблок при этом бракуют. В отдельных случаях ее устраняют установкой алюминиевых резьбовых гужонов.

Трещины, раковины или свищи и другие дефекты на моноблоке заделывают специальной мастикой с последующим нанесением клея ГЭН на поврежденные места. Мاستику наносят также на места, подвергшиеся кавитационным разрушениям, но еще не имеющие сквозных трещин.

Для заделки дефектное место (трещину, раковину, свищ) очищают от грязи и коррозии, обезжиривают ацетоном, чистым авиационным бензином, уайт-спиритом, растворителем Р-4 и т. д. При больших сквозных трещинах устанавливают накладку, закрепляя ее механически и заделывая эпоксидной смолой и клеем ГЭН-150В.

Наиболее часто при ремонте применяют мастику следующего состава: эпоксидная смола (100 г), дибутилфталат (15 г), слюдяная пыль (25 г) или цемент (35 г), алюминиевая пыль (25 г) и полиэтилен

полиамин (9 г). Эпоксидную смолу перед приготовлением мастики подогревают до 80°C и вводят в нее пластификатор и наполнитель (дибутилфталат и алюминиевую и слюдяную пыль), тщательно перемешивая состав стальной лопаточкой. За 20—30 мин до употребления для ускорения затвердевания в нее добавляют полиэтиленполиамин.

Зачищенное место перед нанесением мастики протирают салфеткой, смоченной ацетоном или другим обезжиривающим составом. Наносят мастику металлической лопаткой слоем толщиной не более 2 мм. Для удаления остатка растворителя обезжиренное место подогревают электролампой. Мастика затвердевает при комнатной температуре через сутки. Эпоксидную мастику следует использовать в течение 30—35 мин, так как после указанного времени клеящие свойства ее ухудшаются. После затвердевания на слой мастики наносят слой клея ГЭН-150В. Моноблок помещают в сушильный шкаф при температуре 110°C и выдерживают в нем 15—20 ч.

Замена гильзы в моноблоке — одна из самых частых и сложных операций при ремонте. На зеркале гильзы, там где движется поршневые кольца, после 1000—1500 ч работы при положении поршня в в. м. т. происходит ступенчатая выработка или вдавливание металла. Наибольшая ее величина у 1-го поршневого кольца, меньшая у 2-го и почти отсутствует у нижних.

Появление выработки можно объяснить следующим. Во время движения поршня между зеркалом гильзы и образующей поршневого кольца всегда имеется масляная пленка, предотвращающая их износ. Когда поршень приближается к в. м. т., скорость его резко снижается, что приводит к уменьшению масляной пленки. При остановке поршня в в. м. т. упругость поршневого кольца масло выдавливается, пленка становится минимальной и уже не предотвращает от износа гильзу. Первое поршневое кольцо расположено около камеры сгорания, где условия смазки гильзы плохие из-за выгорания ее, образования кокса, разжижения несгоревшим топливом и большой температуры газов. Именно здесь зеркало гильзы изнашивается больше, так как, кроме давления от упругости 1-го поршневого кольца, на него действует давление сгорания в цилиндре. Второе поршневое кольцо находится в лучших условиях смазки, и зеркало гильзы в этом районе изнашивается меньше.

Износ зеркала на всех гильзах неодинаковый — на одной он может быть незначительным, а на другой может доходить до 0,3—0,4 мм. Повышенный износ зеркала наблюдается в том цилиндре, где топливная аппаратура работает ненормально, из форсунки подтекает топливо или происходит неполное его сгорание, большое давление сгорания, нарушено охлаждение гильзы, или значительный ее овал от неправильной затяжки гаек силовых шпилек крепления моноблока. Во время эксплуатации дизеля нужно следить за работой топливной аппаратуры и выполнять все требования по постановке моноблока при переборке дизеля или его ремонте.

Ремонт дефектной гильзы в условиях мастерских порта практически не возможен из-за ее сложной конструкции. Кроме того, зеркало азотировано на глубину 0,35—0,60 мм и при овале гильзы 0,3—0,5 мм шлифовать его без снятия азотированного слоя нельзя.

Если при осмотре гильзы в моноблоке обнаружены трещины, течь воды между рубашкой и гильзой, выработка в районе остановки поршневых колец более 0,3 мм, продольные риски глубиной более 0,2 мм, овал более 0,4 мм, такую гильзу заменяют новой.

После ремонта дизеля моноблока следует устанавливать на свои места. Необходимо помнить, что при использовании моноблока с гильзами, имеющими выработку в районе остановки поршневых колец, на



Рис. 94. Цилиндр ЛМ9689-1949 для перекрытия водяных каналов моноблока при нагревании паром:

1 — ручка; 2 — гильза моноблока; 3 — цилиндр

ным диаметром по чертежу, комплект резиновых и стальных колец.

Для замены гильзы моноблока следует иметь: электронагреватель для нагревания моноблока до 100—110°C, при ее отсутствии можно использовать цилиндр (рис. 94) для подогрева моноблока водой или паром, обеспечивающий циркуляцию их при нагреве; подставку, на которую устанавливают моноблок вверх гильзами и закрепляют двумя шпильками; шлицевой ключ (см. рис. 93) для отворачивания и заворачивания гайки крепления нижнего пакета гильзы; дюар с жидким азотом; бачок (рис. 95) для охлаждения гильзы азотом; нутромер индикаторный до 200 мм для измерения отверстия под гильзу в моноблоке;

микрометр для замера наружного диаметра гильзы; пневматический гидроусилитель ЛМ9889-3554 (рис. 96) или винтовое приспособление для выпрессовки гильз из моноблока (рис. 97) и приспособление для их захвата.

Гильзу заменяют в следующем порядке. Устанавливают моноблок на подставку гильзами вверх и закрепляют его двумя шпильками. Отворачивают гайку 16 (см. рис. 92), снимают стопорное 15 и упорное 14 кольца, вынимают уплотнительный пакет, состоящий из пяти резиновых 12 и четырех промежуточных стальных 13 колец. Подключают к моноблоку пар или горячую воду и подогревают его до 100—110°C. Устанавливают приспособление ЛМ9690-1146 для захвата гильзы, и пневматическим гидроусилителем или винтовым приспособлением выпрессовывают гильзу. Охлаждают моноблок до 15—20°C и зачищают наждачной бумагой от полуды и ризок посадочную поверхность под гильзу. Замеряют гнездо под гильзу в моноблоке в двух поясах: на расстоянии 42 и 116 мм от дна камеры сгорания. Определяют арифметический средний размер гнезда под гильзу 196±

другом дизеле поршневые кольца могут остановиться выше на 0,1—0,2 мм, вследствие чего произойдет поломка их от упора в край выработки на зеркале гильзы.

Для бесперебойной эксплуатации судов нужны один комплект запасных моноблоков в сборе с гильзами, комплект (12 шт.) гильз, желательное с наибольшим наруж-

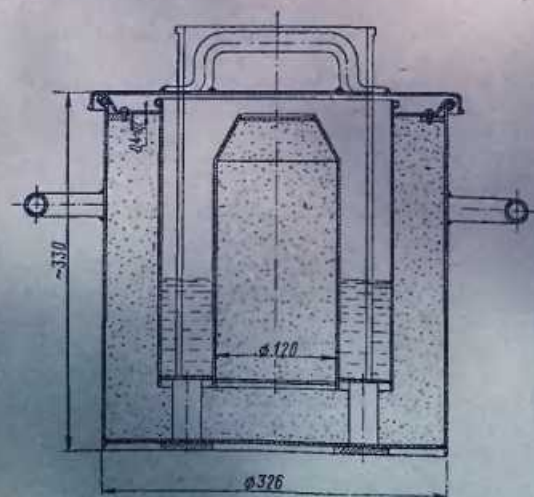


Рис. 95. Бачок для охлаждения гильзы перед запрессовкой в моноблок

средний размер гнезда под гильзу 196±

$\pm 0,04$  мм в каждом поясе по двум замерам — вдоль и поперек моноблока. Замеряют наружный диаметр новой гильзы в двух поясах на расстоянии 42 и 116 мм от верхнего ее торца. Определяют как среднее арифметическое из двух замеров диаметр гильзы в каждом поясе: в плоскости канавки на верхнем поясе рубашки гильзы и в перпендикулярной плоскости. Подбирают новую гильзу к гнезду моноблока с таким расчетом, чтобы натяг в обоих поясах по диаметру 196 мм был в пределах 0,23—0,29 мм. Подбирают к гильзе четыре стальных кольца 13, которые должны свободно проходить по ней.

Проверяют по резьбе гайку 16; при температуре окружающего воздуха 10—20°C она должна заворачиваться в гнездо моноблока плавно, без заеданий и качки. Если эти требования не будут соблюдены, подбирают новую гайку. Тщательно промывают посадочное гнездо в моноблоке под гильзу и вставляют технологический цилиндр ЛМ9689-1949. Подключают шланги к моноблоку и нагревают его паром или горячей водой до 100—110°C. Опускают подобранную гильзу в бачок ЛМ9689-2023 той частью, которой она устанавливается в камеру сгорания. Заполняют бачок до половины жидким азотом из дуара. Заменять азот жидким кислородом запрещается, так как попадание в него даже незначительного количества масла очень опасно.

При работе с жидким азотом нужно соблюдать осторожность. Чтобы его капли не попали в глаза и на руки, следует пользоваться очками и рукавицами. После того как прекратится бурление жидкого азота в бачке, гильзу вынимают и поворачивают так, чтобы вертикальная

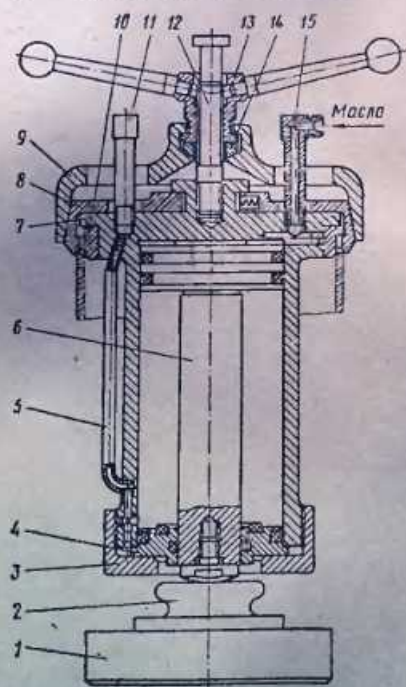


Рис. 96. Приспособление для гидравлической выпрессовки гильзы:

1 — подставка; 2 — опора; 3, 13 — гайки; 4 — нижняя опора поршня; 5 — трубка для стравливания воздуха; 6 — поршень; 7 — цилиндр; 8 — захват; 9 — зажимающий стальной цилиндр; 10 — кольцо; 11 — штуцер стравливания воздуха; 12 — штуцер подвода масла; 14 — шайба; 15 — гильза

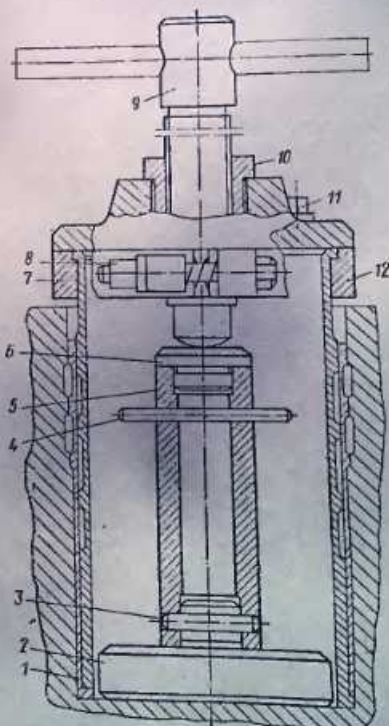


Рис. 97. Приспособление для выпрессовки гильзы:

1 — гильза; 2 — подставка; 3 — штифт; 4 — ручка; 5 — труба-подставка; 6 — опора; 7 — корпус с накладкой; 8 — стальной болт; 9 — гайка; 10 — штифт; 11 — болт; 12 — полукольцо

капавка на буртике ее рубашки расположилась по поперечной оси гнезда моноблока со стороны выпуска. Выключают пар, вынимают технологический цилиндр ЛМ9689-1949 и быстро вставляют гильзу в гнездо моноблока до упора. Она должна войти в гнездо свободно под действием собственного веса.

При запрессовке всех шести гильз их устанавливают в следующем порядке: 1—3—5—2—4—6. Как только моноблок остынет до 50°C, на гильзу поочередно через одно укладывают пять резиновых 12 и четыре стальных 13 кольца. Резиновые кольца после укладки расправляют, гофры не допускаются. Устанавливают упорное кольцо 14 конусом вверх, а на него — стопорное кольцо 15. Надевают на гильзу гайку 16 и заворачивают ее до упора двумя руками ключом ЛМ9690-705 с плечом 300 мм. После этого нагревают моноблок до 80—90°C и затягивают гайку до отказа тем же ключом.

Торец гайки должен быть утоплен от нижней плоскости моноблока не менее чем на 0,1 мм и не более 2,5 мм, а между торцом гребешка гильзы и дном камеры сгорания должен быть зазор не более 0,1 мм. Замеряют овальность гильзы в трех поясах на расстоянии от нижней ее части 298; 170 и 80 мм. Она не должна превышать 0,3 мм. Если овальность больше, гильзу перепрессовывают.

Ремонт гильзы цилиндра начинают с опрессовки ее водой, которую производят на приспособлении (рис. 98), в течение 5 мин под давлением  $4,9 \cdot 10^5$  Па; температура воды 80—90°C. Течь воды не допускается. Особое внимание следует обращать на герметичность верхнего стыка рубашки 4 (см. рис. 92) с гильзой 5. При любой течи воды гильзу бракуют.

Как было сказано, зеркало гильзы шлифовке не подлежит. При коррозии, налипании алюминия, продольных рисках глубиной не более 0,2 мм зеркало сначала зачищают вручную наждачной бумагой, а затем крокусной, после чего хонингуют до получения 10-го класса чистоты и хонинговальных штрихов под углом 45°, которые необходимы для удержания масла на зеркале гильзы.

После выпрессовки гильзы, как правило, на наружной поверхности рубашки ее повреждается оловянное покрытие. Для восстановления такого покрытия с наружной поверхности рубашки механическим путем снимают его остатки, а затем наносят гальваническим способом новый слой олова. Чтобы получить требуемый натяг гильзы в моноблоке, разрешается увеличивать толщину оловянного покрытия до 0,05—0,06 мм. Можно применять комбинированное покрытие — слой олова, а по нему несколько слоев клея ГЭН-150В.

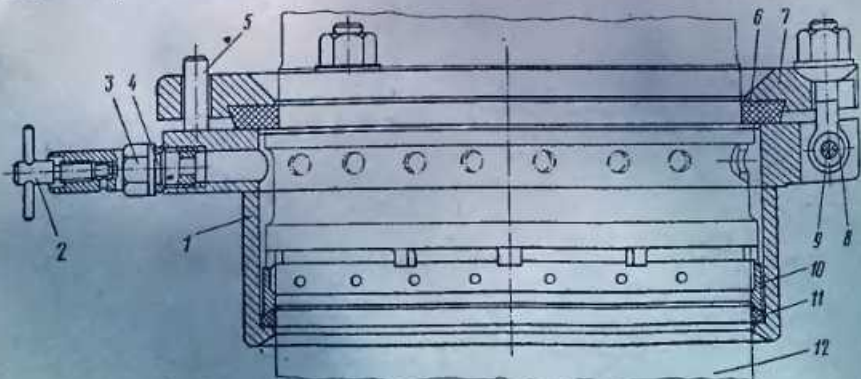


Рис. 98. Приспособление для гидроопрессовки гильзы:

- 1 — корпус; 2 — рукоятка; 3 — гайка; 4 — прокладка; 5, 9 — штифты; 6 — уплотнительное кольцо; 7 — зажимная крышка; 8 — стяжной болт с гайкой; 10 — нажимное кольцо; 11 — резиновое кольцо; 12 — гильза

Замену и развертку направляющих клапанов производят при износе, овале или конусности направляющих больше допустимых. При этом их осторожно выпрессовывают, стараясь не повредить моноблок. Размер отверстия в головке под направляющую по чертежу  $23^{+0,023}$  мм, наружный диаметр направляющей  $23^{+0,060}_{-0,060}$  мм. При замене направляющей необходимо сохранить натяг 0,019—0,060 мм. При повреждении поверхности моноблока в нем развертывают отверстие, в которое запрессовывают ремонтную направляющую, обеспечивая натяг 0,019—0,060 мм. Развертывать отверстие в головке более 24 мм по диаметру не разрешается. Новую направляющую изготавливают из горячекатаной прутковой бронзы Бр. АЖМц 10-3-1,5 с твердостью не менее НВ130.

После запрессовки внутренний диаметр направляющих развертывают на станке или вручную. При этом допускается неперпендикулярность оси отверстия направляющей относительно плоскости головки моноблока не более 0,08 мм в продольном направлении головки и не более 0,2 мм в поперечном. Неперпендикулярность устанавливают индикатором по контрольному валу на длине 100 мм. После замены или исправления направляющих зенкуют седла клапанов.

Замену, зенковку и притирку седел клапанов производят после замены или исправления направляющих. В отверстиях, соединяющих камеру сгорания с впускными и выпускными каналами, расточены конусные гнезда, в которые запрессованы и завальцованы два седла 10 (см. рис. 92) для впускных и два седла 8 для выпускных клапанов. Седла выполнены из бронзы Бр. АЖМц 10-3-1,5. Тепло от головок клапанов отводится через соприкасающиеся фаски седел и головок, а также через шток в направляющую. Кроме того, седла и клапаны обеспечивают герметичность цилиндра, от которой зависят процесс сгорания, мощность и надежность работы дизеля.

Седла выпускных клапанов изнашиваются больше, чем впускных, в результате резонансных колебаний из-за жесткой посадки конической части клапана на седло, попадания пыли на всасывании и твердых частиц кокса из суфлирующей системы вместе с капельками масла, трения поверхности конической части клапана и его седла, вследствие изгиба днища головки цилиндра и клапана под действием давления сгорания.

Из суфлера по трубкам отсоса на вход нагнетателя подается в цилиндр воздух с капельками масла, уменьшающего трение конической части клапана о фаску седла, значительно сокращая износ седла впускного клапана. Хотя седла выпускных клапанов работают в одинаковых условиях с седлами впускных клапанов, они изнашиваются значительно меньше, так как попадающая сажа на фаску уменьшает трение клапана о седло.

При капитальном ремонте все седла клапанов после замены или исправления направляющих обязательно зенкуют, а затем притирают к ним клапаны. Зенкование производят зенкером (рис. 99), подобранным по диаметру его направляющей  $D$  с таким расчетом, чтобы зазор между направляющей находился в пределах 0,02—0,04 мм. При этом обеспечивается перпендикулярность фаски седла оси к направляющей клапана. Перед притиркой седел проверяют клеймение клапанов и вставляют их в направляющие. Впускные клапаны клеймят с первого по двенадцатый, а выпускные — с тринадцатого по двадцать четвертый, счет ведется с первого цилиндра.

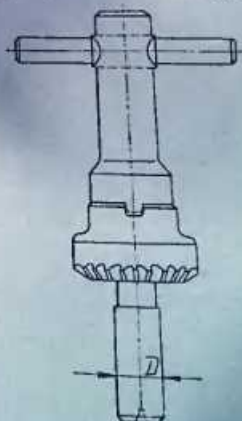


Рис. 99. Зенкер для обработки фаски седла клапана

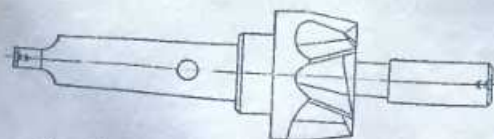


Рис. 100. Зенкер для зачистки мест под седло клапана

ком клапана значительный, во время притирки фаски и седла нужно следить за тем, чтобы фаска была перпендикулярна оси направляющей. В противном случае клапан будет садиться на седло одной стороной, в результате чего появится большое удельное давление и, как следствие, местный повышенный износ седла. Между фаской клапана и седлом в отдельных местах образуется просвет, через который проходят газы, вызывая перегрев и обгорание фаски.

Для притирки седел и клапанов применяют карборундовый шлифовальный порошок (зерно 320). Притирку выполняют ключом ЛМ9690-423 до получения непрерывного по всей окружности фаски матового пояса как на клапане, так и на седле. После притирки клапаны вынимают из головки, направляющие втулки, седла и клапаны промывают в бензине и обдувают сжатым воздухом. Очень тщательно надо промывать стык гильзы и камеры сгорания вверху, так как оставшийся в нем шлифовальный порошок при работе дизеля может привести к износу гильзы и поршневых колец.

Притертые клапаны проверяют на глубину посадки от плоскости камеры сгорания, которая должна быть не более 3 мм. Слишком глубокая посадка клапана уменьшает степень сжатия и, кроме того, при окончательной сборке дизеля не позволяет выдержать необходимый зазор между затылком кулачка и плоскостью тарелки клапана. Если в клапан, вставленный в моноблок, вернуть до упора тарелку, то ее плоскость должна выступать над плоскостью разема моноблока с крышкой не более чем на 4,5 мм. При соблюдении этого условия клапан допускается к сборке. Если же оно не выполнено, клапан заменяют новым. А если и при этом не обеспечивается данное условие, то заменяют седло.

Перед выпрессовкой седла рекомендуются осторожно отогнуть алюминий, завальцованный вокруг седла, а затем через отверстие клапанной втулки осторожно выбить его. Если повреждена конусная поверхность в головке моноблока, ее зачищают специальным зенкером (рис. 100). Запасные седла клапанов поставляет завод-изготовитель, но их можно изготовить и на ремонтном заводе из бронзы Бр. АЖМц 10-3-1,5, НВ130.

Перед запрессовкой седла проверяют конусную поверхность под него в головке моноблока по краске специальным калибром. При изготовлении последнего нужно учитывать, что конусность седла и гнезда 1:50, диаметр вершины конуса 65,45—65,47 мм, проходное сечение седла впускного клапана диаметром 57 мм, а выпускного—54 мм. Если при выпрессов-

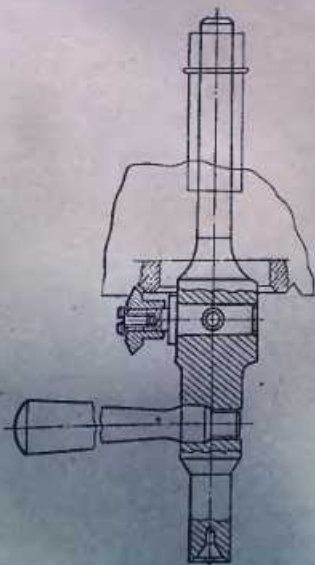


Рис. 101. Приспособление для завальцовки седел клапанов

ке завальцованный алюминий будет срезан, наружную фаску у седла необходимо увеличить до 2 мм. По конусной поверхности седла клапана надо подобрать так, чтобы вставленное от руки оно имело зазор между торцом и дном камеры сгорания 0,85—1 мм. Затем запрессовывают его до упора в торец. При этом по конусной поверхности обеспечивается требуемый натяг. Между торцом седла и моноблоком допускается местный зазор не более 0,08 мм на  $\frac{1}{3}$  окружности.

Для более надежного соединения с моноблоком седло после запрессовки подрезают и завальцовывают специальным инструментом (рис. 101). Завальцовку можно выполнять только на дуге 270° окружности, так как седло очень близко подходит к кромке камеры сгорания. Окончательно установленное седло зенкуют по рабочей фаске. Для выпускного и выпускного клапанов наибольший размер фаски  $61,5 \pm 0,07$  мм.

Ремонт клапанов сводится к следующему. Впускные клапаны 11 (см. рис. 92) изготовлены из высоколегированной стали, а выпускные 7 — из жароупорной марки ЭИ-69. Фаска клапанов имеет угол 30°. Направляющая поверхность штока выпускного клапана длиннее, чем впускного, а диаметр шейки последнего увеличен на 1,5 мм. Тарелки 9 клапанов стальные. На нижней поверхности грибка клапана и на нерабочей плоскости тарелки электрографом наносят номер их спаренности. Такое клеймо на работающей тарелке трудно различить, поэтому после съема клапана с моноблока ее следует немедленно вернуть в клапан.

При износе фаску исправляют на специальном бесцентровом станке в приспособлении для шлифовки клапанов. Шлифовку выполняют электрокорундовым кругом с керамической связкой зернистостью 80 и твердостью С<sub>2</sub>. Если нет специального оборудования, фаску можно шлифовать на токарном станке. На суппорт его под углом 60° относительно клапана устанавливают электродвигатель, на конце вала которого закреплен шлифовальный круг. Установочной базой во всех случаях служит шток. Клапан должен быть установлен с выверкой по индикатору. Биение фаски относительно штока не более 0,03 мм. Поверхность фаски шлифуют под углом 30°+15' так, чтобы при посадке клапана на седло с углом фаски 30°—30' только нижняя часть ее соприкасалась с седлом, а между верхней частью и седлом был зазор. Это ускоряет приработку фаски к седлу и обеспечивает лучшую герметичность посадки клапана. Кроме того, исключается возможность образования щели между клапаном и седлом со стороны камеры сгорания из-за вытяжки головки клапана под действием нагрузок. Такая щель ухудшает теплоотдачу от фаски клапана к седлу, приводит к перегреву ее и обгоранию.

Во время работы дизеля поверхность прилегания фаски к седлу непрерывно увеличивается вследствие его износа и вытяжки головки клапана. К концу межремонтного ресурса дизеля клапан обычно прилегает к седлу всей поверхностью фаски. Нижняя кромка ее начинает отставать от седла, и между ними образуется щель, фаска подвергается интенсивному действию горячих газов и сравнительно быстро разрушается.

При неравномерном износе штока клапана дефект может быть исправлен на бесцентровом или на центровом шлифовальном станке с предварительной выверкой биения по штоку и фаске. Рекомендуются использовать при этом электрокорундовый шлифовальный круг с керамической связкой зернистостью 60 и твердостью С<sub>1</sub>.

Штоки обычно шлифуют при неравномерном износе большинства клапанов. В данном случае желательно шлифовать их по диаметру на один общий размер для всех впускных или выпускных клапанов. После шлифовки штоки полируют пастой ГОИ. Диаметр штока дол-

жей быть не менее 17,6 мм, овальность и конусность не более 0,01 мм, а биение относительно резьбы не более 0,1 мм.

После снятия с моноблока впускного или выпускного клапана проверяют плотность его тарелки по резьбе. Тарелки их одинаковые. Подбирают тарелки по натягу в резьбе отдельно для каждого клапана. Тарелка должна плавно ввинчиваться в клапан и не иметь качки по резьбе. При этом обеспечивается правильность работы клапана и седла, а также требуемая регулировка газораспределения. Поверхность тарелки зачищают и полируют, после чего проверяют ее твердость, которая должна быть не менее 56 по Роквеллу.

При замене тарелки надо соблюдать следующие условия. Натяг по среднему диаметру резьбы тарелки и штока  $\pm 0,02$  мм. В новых деталях по резьбе М15×1 сп средний диаметр для впускного и выпускного клапанов должен находиться в пределах  $14,36^{+0,06}$  мм, а для тарелки клапана  $14,42_{-0,06}$  мм. Обе тарелки разбиваются на три группы: 1-я группа — клапан  $14,42_{-0,02}$  мм, тарелка  $14,40^{+0,02}$  мм; 2-я группа — клапан  $14,40_{-0,02}$  мм, тарелка  $14,38^{+0,02}$  мм; 3-я группа — клапан  $14,38_{-0,02}$  мм, тарелка  $14,36^{+0,02}$  мм. Колебание посадки для деталей всех групп будет от натяга 0,02 мм до зазора 0,02 мм. Колебание в сопряжении по среднему диаметру в запасных тарелках и клапанах допускается  $\pm 0,02$  мм.

Клапаны на группы разбивают сортировочными калибрами, а тарелки — резьбовым микрометром. Кроме сопряжения по среднему диаметру резьбы, должно быть вполне определенное усилие ввинчивания тарелки в шток клапана. При общей высоте клапана с тарелкой 153—167 мм момент ввинчивания должен быть соответственно в пределах 4—20 кгс·см. При моменте 4 кгс·см тарелка не повернется в резьбе штока, а при моменте 20 кгс·см она обязательно повернется. Допустимое биение торца тарелки относительно штока не более 0,07 мм на диаметре 40 мм.

С целью уменьшения износа направляющих клапанов, рабочих фасок их и исключения прогара впускных клапанов в узел моноблока внесены следующие изменения. Бронзовые направляющие клапанов заменены стальными азотированными внутри. В связи с этим направляющая впускного клапана обозначается 1М.04.40, а направляющая выпускного клапана — 1М.04.41.

У впускного клапана седло с узкой рабочей фаской заменено седлом с более широкой рабочей фаской (по размерам седла впуска). Новому унифицированному седлу впускного и выпускного клапанов присвоен номер 1М.04.43.

Впускной 1М.06.95 и выпускной 1М.06.94 клапаны имеют хромированные стержни. Клапаны комплектуются с тарелками по чертежам: 1М.06.15сб (впускной клапан) и 1М.06.16сб (выпускной клапан).

Данные конструктивные изменения внедрены на дизеле М401 с 1968 г., а на дизелях М50Ф и М400 — с 1971 г.

Чтобы повысить надежность, а также предотвратить появление трещин в клапанах по стержню в районе паза, применена новая конструкция стопорения тарелки относительно клапана (без паза на стержне). Замок тарелки фиксируется на трех лысках клапана и связан с ней торцовыми шлицами (рис. 102). Клапаны с новой конструкцией стопорения в сборе с тарелками и замком 1М.06.98 полностью взаимозаменяемы со старыми. Эти конструктивные изменения внедрены на дизеле М401 с 1969 г., а на дизелях М50Ф и М400 — с 1971 г.

Замена подшипников распределительных валиков производится при износе их опорных поверхностей свыше допустимых величин. При замене подшипники устанавливают на головку и совместно обрабатывают отверстия под распределительные и промежуточные валки. Непараллельность осей отверстий под валки относительно плоскости го-

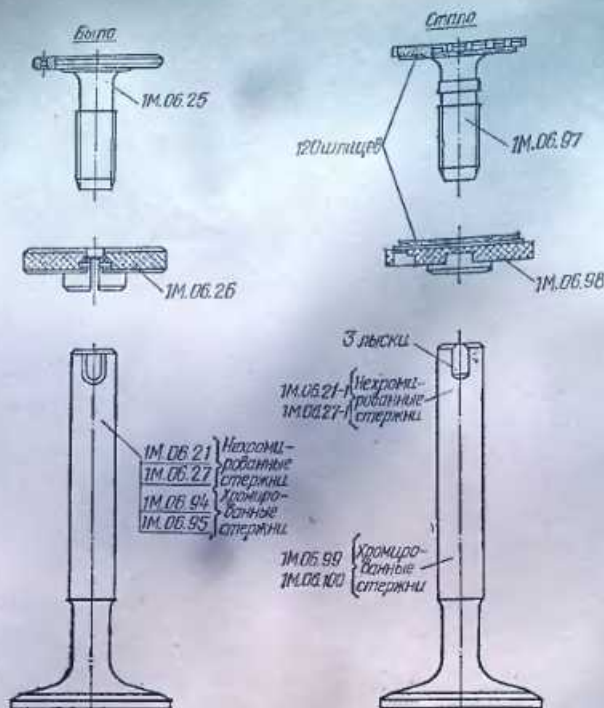


Рис. 102. Устранение трещин в клапанах по стержню в районе паза (новая конструкция стопорения тарелки клапана).

ловки блока должна быть не более 0,05 мм, смещение оси отверстия под промежуточный валик от оси отверстия под наклонную передачу не более 0,08 мм, неперпендикулярность оси отверстия под промежуточный валик к оси отверстия под наклонную передачу не более 0,05 мм на длине 100 мм, глубина масляных проточек в подшипниках не менее 0,5 мм.

Растачивают подшипники борштангой на любом расточном станке. После расточки выполняют развертку вручную, под нее оставляют припуск не более 0,1 мм. Проверку выполняют универсальным методом на плите контрольными валиками и индикаторами.

Во время ремонта заменяют один или несколько подшипников. В этом случае подгоняют новый подшипник по высоте, а затем развертывают вручную совместно со старыми. При замене одного подшипника его подгоняют по распределительному валику и проверяют правильность прилегания к рабочей шейке по краске и свободное вращение валика.

Зазоры между шейкой валика и отверстием подшипника должны быть в пределах 0,06—0,12 мм. При зазоре до 0,2 мм отверстия в подшипнике можно не растачивать и не развертывать.

Если по каким-либо причинам забракован моноблок, комплект подшипников с него следует сохранить. Его можно установить на другой моноблок без механической обработки. При этом проверяют зазоры между шейками и легкость вращения распределительных валиков, уложенных в подшипники.

Изношенные подшипники ремонтируют при отсутствии запасных. При этом подшипник и его крышку подрезают по разьему высоты с

последующей совместной обработкой, как указано выше. Высота крышки должна быть не менее 16 мм, межцентровое расстояние с промежуточным валиком в пределах требований чертежа  $54^{+0,06}_{-0,03}$  мм и высота центра расточки от привалочной плоскости под подшипник на головке не менее 57,7 мм при чертежном размере  $58^{+0,1}$  мм.

Износ упорного подшипника со стороны торца и, как следствие этого, увеличение осевого хода распределительного валика свыше 0,55 мм устраняют наплавкой алюминия с последующей торцовкой и проверкой привалочных плоскостей и отверстий под распределительный и промежуточный валики. При необходимости совместно обрабатывают отверстия подшипников под валики, обеспечивая требуемый зазор и параллельность.

Ремонт колодца под форсунку, от работы которой и ее распылителей зависит надежная и длительная эксплуатация дизеля. Между распылителем 10 (см. рис. 107) и иглой 11 зазор должен быть в пределах 0,002—0,004 мм. В связи с таким малым зазором между распылителем и отверстием в моноблоке зазор А допускается не менее 0,1 мм, иначе распылитель будет обжиматься и в результате его деформации произойдет зависание иглы, что нарушит работу цилиндра. При длительной эксплуатации дизеля зазор А закоксовывается. Поэтому при каждом снятии форсунки зенкером (рис. 103) проверяют и при необходимости прочищают от нагара отверстие под распылитель в моноблоке.

Форсунка крепится к головке моноблока двумя шпильками и гайками. Она должна плотно прилегать по торцу муфты 9 (см. рис. 107), через красномедную прокладку 12 к головке. При недостаточной затяжке гаек крепления форсунки или установке красномедной прокладки 12, бывшей в употреблении, возможен пропуск газа из камеры сгорания с обгоранием торцовой поверхности в моноблоке. В результате этого форсунка перестает работать, а в камере повышается давление газов. Во время эксплуатации дизеля такие дефекты приводят к падению максимальной частоты вращения, появлению черного дыма на выпуске и к течи масла по соединениям деталей и агрегатов. При снятии форсунок необходимо обращать внимание на распылитель. Если он закоксован или закоксован, значит уплотнение форсунки с моноблоком нарушено и прогорела торцовая поверхность уплотнения.

Торцовую поверхность моноблока исправляют выравниванием плоскости прилегания под прокладку 12 специальной торцовой пластиной ЛМ9346-053 диаметром 24,2 мм или зенкером (см. рис. 103). Нормальный процесс сгорания в цилиндре обеспечивается при выступании распылителя над плоскостью камеры сгорания моноблока на величину  $5^{+0,15}_{-0,35}$  мм. При этом топливо будет распыливаться, как показано на рис. 115. Если распылитель выступает больше, чем указано, то струи топлива будут касаться поршня. Когда распылитель выступает меньше, струи его касаются кромок отверстия в моноблоке под распылитель. В обоих случаях процесс сгорания в цилиндре нарушается, увеличивается расход топлива и на выпуске появляется черный дым.

Для создания нормальных условий работы форсунок нужно определить, сколько при подторцовке снято металла и какой толщины следует поставить прокладку, чтобы распылитель выступал над плоскостью камеры сгорания на  $5^{+0,15}_{-0,35}$  мм. На снятом с дизеля моноблоке толщину новой прокладки устанавливают замером фактического выступания распылителя. Если подторцов



Рис. 103. Зенкер для торцовки и снятия нагара в колодце под форсунку в моноблоке

ка производилась на моноблоке, установленном на дизеле, замеряют глубину  $B$  колодца (см. рис. 107), после чего по разности замеров определяют, какой толщины требуется прокладка.

При прогорании отверстия в моноблоке под распылитель форсунки устанавливают кольца или втулки из алюминия, обеспечивая чертежные размеры колодца под форсунку.

## § 27. ПОРШНЕВАЯ ГРУППА

Детали поршневой группы (поршень, поршневые кольца, поршневой палец и его заглушки) являются самыми нагруженными и подвергаются большим термическим и механическим напряжениям, вследствие чего сильно изнашиваются и практически не ремонтируются. Поршни и поршневые кольца, как правило, заменяют новыми. Для каждого ремонтируемого дизеля необходимо заказывать комплект деталей поршневой группы или организовать их изготовление на предприятии.

Ремонт поршня сводится к обязательной замене колец, имеющих износ конуса по высоте более 1,5 мм (на расстоянии не более 15 мм от начала замка допускается полный износ конуса), с шириной замка в свободном состоянии менее 18 мм (ширину замеряют по хорде, по наружному диаметру кольца), зазор в стыке замка более 2 мм (замеряют в калибровочном кольце диаметром  $180^{+0,03}$  мм), риски, ступенчатый износ по плоскостям соприкосновения с канавками поршня, сколы хрома, или прихваченных в канавках.

При замене поршня все поршневые кольца заменяют новыми. На кольцо, снятом с поршня, указывают номер последнего, номер канавки и помечают верхнюю часть кольца, чтобы после дефектации поставить его в требуемое положение и в ту же канавку. Снимать и ставить кольца надо только приспособлением (рис. 104), обеспечивающим минимальный и равномерный по окружности развод их. Если приспособления нет, то под кольцо заводят три пластинки толщиной 1—1,5 мм и по ним осторожно сдвигают кольца с поршня.

Перед ремонтом поршни промывают в ванне или моечной машине для снятия нагара. Для этого применяют раствор следующего состава: кальцинированная сода (15 г), жидкое стекло (10 г), мыло хозяйственное (10 г), хромпик (1 г) и вода (1 л). Каждый компонент растворяют отдельно при 80—100°C. Поршни с кольцами погружают в раствор на 1—2 ч (в зависимости от толщины и плотности нагара) дном вниз и через каждые 20—30 мин поочередно вынимают из

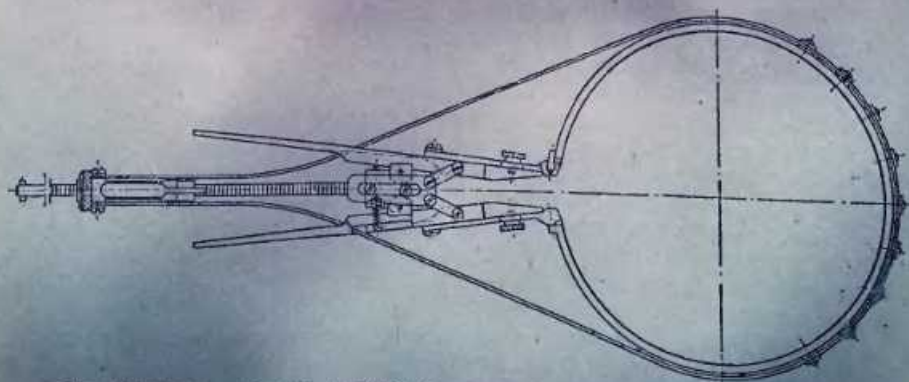


Рис. 104. Приспособление JM9690-517 для снятия и постановки поршневых колец

раствора и погружают в холодную воду, после чего опять опускают в него. В холодной воде размягченный нагар удаляют травяными щетками и деревянными палочками. Операцию повторяют до полного удаления нагара.

Особое внимание при промывке обращают на чистоту поршневых канавок и масляных отверстий. Из всех дренажных отверстий, расположенных на юбке поршня и в нижней канавке, полностью удаляют нагар сверлом. Наклонные отверстия на юбке очищают сверлом диаметром 4 мм, а отверстия в канавке — сверлом диаметром 3 мм.

При ремонте тщательно проверяют, нет ли на поршне трещин. Особое внимание обращают на его днище и перемычки поршневых канавок. Трещины выявляют люминесцентным методом (см. § 8), а также дупой не менее семикратного увеличения.

Вмятины, следы выгорания на поверхности камеры сгорания глубиной не более 1 мм и площадью не более 2 см<sup>2</sup>, риски, забоины, задиры на рабочей поверхности юбки поршня тщательно зачищают (допускаются невыведенные продольные риски глубиной до 0,2 мм). Риски, забоины и задиры на внутренней поверхности втулки в бобышке поршня, овальность или конусность свыше 0,02 мм не допускаются. Такие дефекты разрешается выводить обработкой, при этом диаметр отверстия не должен превышать 50,12 мм. В данном случае монтажный зазор обеспечивается установкой поршневого пальца увеличенного размера. При этом зазор между поршневым пальцем и бобышками поршня допускается 0,000—0,15 мм. Должен быть также увеличен внутренний диаметр втулки верхней головки шатуна и выдержан зазор между поршневым пальцем и шатуном в пределах 0,06—0,08 мм.

Втулки в бобышках поршня надо заменять только втулками из бронзы Бр. ОФ7-0,2, которую дополнительно уплотняют нагартовкой и подвергают термической обработке. Заготовки втулок необходимо заказывать на заводе—изготовителе дизеля. После обработки втулки до наружного диаметра монтажный натяг ее в отверстии бобышки поршня должен находиться в пределах 0,06—0,08 мм, а овальность отверстия под втулку допускается до 0,03 мм.

Перед запрессовкой втулку охлаждают в жидком азоте или нагревают поршень до 150—180°C, вследствие чего она свободно входит в отверстие бобышки поршня.

Овальность юбки поршня допускается до 0,15 мм, при этом меньшая ось овала должна быть расположена в плоскости бобышек или отклоняться от нее на угол не более ±30°.

Определение зазоров между поршневыми кольцами и поршнем и способы проверки положения колец в канавках последнего показаны на рис. 105.

Ремонт поршневого пальца производят, если на его поверхности имеются микроскопические усталостные трещины, которые выявляют магнитным дефектоскопом. Палец с трещинами и твердостью цементированного слоя менее HRC58 заменяют.

При длительной работе изнашивается наружный диаметр поршневого пальца. Такой палец шлифуют до диаметра не более чем на 0,6 мм и полируют до получения цилиндрической поверхности с конусностью и овальностью не более 0,01 мм и чистотой поверхности не менее V8. Зазор между поршневым пальцем и поршнем при этом должен быть в пределах 0,000—0,025 мм, а между поршневым пальцем и втулкой верхней головки шатуна — в пределах 0,06—0,10 мм. При зазорах больше указанных втулки заменяют.

Восстанавливать поршневой палец до чертежного размера хромированием с последующей шлифовкой, как было указано, запрещается (см. § 7).

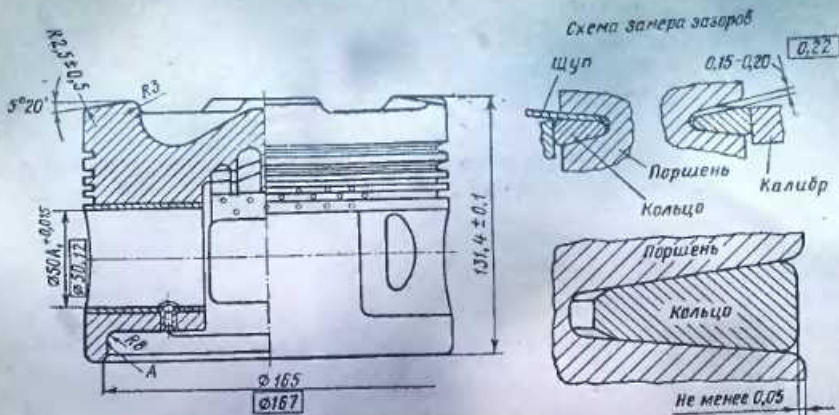


Рис. 105. Поршень и схема замера зазоров поршневого кольца

Внутренние отверстия поршневого пальца под заглушки при износе шлифуют до получения цилиндрической поверхности с овальностью и конусностью не более 0,015 мм и чистой не менее  $\nabla 8$ . При этом новые заглушки изготовляют из дюрала, обеспечивая их посадку (зазор 0,023 мм или натяг 0,040 мм) в отверстиях поршневого пальца. Если нет необходимости в исправлении отверстий под заглушки, замеряют шейки заглушек и определяют их посадку, которая должна соответствовать натягу 0,040 мм или зазору 0,050 мм. При нарушении указанных условий заглушка начинает вращаться, в результате чего она изнашивается и ломается. Поломанная заглушка может оказаться между поршнем и гильзой, вызывая задиры и заклинивание поршня.

Сборка поршневой группы выполняется на участке сборки узлов. Поршень с кольцами, пальцем и заглушками подбирают по весу так, чтобы развес всех двенадцати поршней одного дизеля не превышал 10 г, а развес шести комплектов, состоящих из главного и прицепного шатунов с поршнями в сборе с кольцами и другими деталями, — 20 г.

Если подобрать поршни по весу не удастся, разрешается снимать металл в нижней части их, проточив пояс А (диаметр 165 мм) до диаметра не более 167 мм и сохранив радиус 8 мм в месте перехода от цилиндрической поверхности проточки к поясу (см. рис. 105).

После подбора поршня на плоской стороне бобышки, обращенной в сторону нижнего торца, наносят номер дизеля, состоящий из четырех цифр, расположенных вправо после буквы М и дефиса, за которым следуют цифры, обозначающие модель дизеля, например, 400, 401, 50Ф. Там же выбивают порядковый номер цилиндра, в котором будет установлен поршень, и буквы П или Л, указывающие на принадлежность поршня к правому или левому блоку.

Все детали поршневой группы перед сборкой промывают в бензине или четыреххлористом углероде и продувают сжатым воздухом. Кольца во 2, 3 и 4-ю канавки ставят приспособлением (см. рис. 104) так, чтобы знак В (верх) на них был обращен в сторону камеры сгорания. При сжатии кольца не должны задерживаться в глубине канавки. При вращении поршня с надетыми кольцами в горизонтальной плоскости кольца должны плавно перемещаться в канавках под действием своего веса. Скомплектованные поршни направляют на общую сборку дизеля.

## РЕМОНТ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

§ 28. НЕИСПРАВНОСТИ В РАБОТЕ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ,  
ИХ ПРИЧИНЫ И СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ

Надежность и долговечность дизеля зависят от работы форсунок, насоса высокого давления и всережимного регулятора. При нарушении регулировки насоса высокого давления или выхода из строя хотя бы одной плунжерной пары или форсунки нарушается рабочий процесс, отключается один из цилиндров, вследствие чего перегружаются остальные. Кроме того, увеличиваются крутильные колебания, в несколько раз повышающие нагрузки на детали, что является главной причиной износосов и поломок их, а в отдельных случаях и аварий дизеля.

Остановимся на неисправностях работы топливной аппаратуры, их причинах и способах устранения.

**Дизель трясет** (повышенная вибрация) вследствие ослабления крепления его к фундаменту, нарушения центровки гребного вала с ним, отказа в работе одной или нескольких форсунок, одного или нескольких плунжеров топливного насоса.

Завод-изготовитель не устанавливает нормальную и браковочную величину вибрации дизеля, так как в условиях эксплуатации не всегда имеется возможность для ее регулярного замера. Практически ее определяет обслуживающий персонал на глаз или на ощупь. Во время работы дизеля вибрация может изменяться от небольшой до значительной величины. При обнаружении ее изменения эксплуатацию дизеля следует прекратить, установить причины и устранить последние. В противном случае это может привести к преждевременному выходу из строя отдельных деталей или узлов дизеля, а также к аварии и полному разрушению его.

Остановимся на причинах тряски дизеля и способах ее устранения.

1. Ослабло крепление дизеля к фундаменту. В данном случае нарушается центровка дизеля с гребным валом, вследствие чего повышается вибрация его. При этом могут разрушиться подшипники реверсивной муфты и гребного вала. Для устранения такой неисправности подтягивают гайки крепления дизеля к фундаменту, проверяют и восстанавливают центровку его с гребным валом (излом осей допускает ся не более 0,15 мм на длине 1 м в радиальном направлении, а смещение их не более 0,10 мм).

2. Нарушена центровка гребного вала с дизелем в результате деформации судна или подмоторной рамы, ослабления соединения дизеля с гребным валом, износа или поломки его деталей (особенно подшипников) и др. Для повышения надежности и долговечности работы дизеля рекомендуется проверять центровку периодически через 300—500 ч его работы.

3. Не работает одна или несколько форсунок. При этом дизель не развивает максимальной частоты вращения. Появляются перегрузки цилиндров, в которых форсунки работают нормально. При неработающих форсунках нарушается порядок вспышек в цилиндрах. Следует иметь в виду, что порядок вспышек оказывает большое влияние на динамику дизеля в целом, так как от него зависят фазы сил и моментов, действующих в отдельных цилиндрах. Последовательность вспышек влияет на суммарный момент на валу дизеля, на крутящий момент на коренных шейках вала, на уравновешенность дизеля в целом, на вы-

нужденные крутильные колебания системы коленчатого вала, что вызывает критические резонансы некоторых порядков. Все это приводит к поломкам деталей амортизатора коленчатого вала или реверсивной муфты. Кроме того, при перегрузках цилиндров выходят из строя детали поршневой группы, что может быть причиной аварии дизеля при длительной его эксплуатации с неработающими форсунками.

Неисправную форсунку на работающем дизеле определяют по пульсации подаваемого топлива. Если взяться большим и указательным пальцами за трубку высокого давления подачи топлива к форсунке, то у работающей форсунки будет чувствоваться пульсация подаваемого топлива, а у неисправной нет. Отключение одной форсунки вызовет лишь незначительное падение частоты вращения, в связи с чем надо внимательно следить за частотой и выпуском. Неисправные форсунки заменяют проверенными на специальной установке (рис. 106). Разбирать и исправлять форсунку на судне не разрешается, так как при этом требуется большая точность, аккуратность и чистота. Исправлять форсунку следует в ремонтной мастерской порта, оборудованной необходимыми приборами для регулировки и контроля их и имеющей запасные детали.

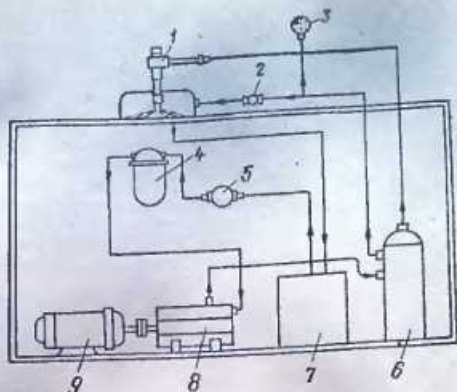


Рис. 106. Схема стенда ЛМ9660-205 для проверки и регулировки форсунок

При замене нужно помнить, что неправильный монтаж форсунок приводит к загрязнению их, перекоосу и зажиму распылителя в форсуночном отверстии головки моноблока, защемлению распылителя уплотнительной прокладкой 12 (рис. 107), к неплотному соединению штуцера 1, подводящего топливо, с корпусом форсунки или трубопровода, отводящего топливо от форсунки. Такие неисправности ухудшают работу форсунки и могут вызвать подтекание распылителя, прихватывание иглы или ее зависание. Неплотное соединение штуцера 1, подводящего топливо, и трубопровода, отводящего его, с гайкой 4 форсунки будет способствовать попаданию топлива в масляную полость моноблока, что является причиной разжижения масла, которое практически трудно определить в судовых условиях. Разжижение масла приводит к повышенному износу трущихся деталей.

Во время снятия и постановки форсунки необходимо соблюдать следующие требования. Не оставлять открытым резьбовое отверстие в корпусе 7 форсунки. Как только форсунка будет снята, вернуть в нее штуцер 1, на свободный конец которого надеть предохранительный колпачок. Концы снятых трубок высокого давления обернуть пергаментом, предохраняя их от засорения. После снятия форсунки из форсуночного отверстия моноблока вынимают медную уплотнительную прокладку 12 и заменяют ее новой. При установке форсунки на бывшую в работе прокладку не обеспечивается уплотнение форсунки с моноблоком, произойдет прорыв газов, перегрев распылителя и заедание иглы 11.

Надо следить за тем, чтобы при установке форсунка не перекашивалась, а медная уплотнительная прокладка правильно ложилась на уступ форсуночного отверстия. До затяжки гаек крепления форсунки



ние нагнетательного клапана 7. Разбирать топливный насос на судне не разрешается. Неисправный насос слимают с дизеля и направляют на ремонтный завод или заменяют проверенным.

Дизель не развивает максимальной частоты вращения при выходе из строя форсунки или плунжера топливного насоса (одного или нескольких). Как определять и устранять указанные неисправности, излагается выше. Не развивать максимальной частоты вращения дизель может вследствие целого ряда других причин, приводимых ниже в последовательности, которой необходимо руководствоваться при устранении неисправности в условиях судна.

1. Обрастание ракушками подводной части судна или коррозия ее. Если на судне установлен один дизель, то наблюдается постепенное понижение его максимальной частоты вращения в течение нескольких дней работы. При двух дизелях происходит одновременное падение их частоты вращения. Кроме того, при этом постепенно увеличивается дымность. Понижается максимальная частота вращения и увеличивается дымность в результате повышения гидравлического сопротивления судна, что приводит к перегрузке дизеля и к работе его по ограничительной или внешней характеристике.

Даже при непродолжительной работе дизеля по внешней характеристике возможны: прогар поршней, перегрев и задир их, прогрессирующий износ или разрушение шатунных и коренных вкладышей, поломка шатунов и др. Устраняют такие неисправности очисткой и окраской подводной части судна.

2. Погнут гребной винт. Если при погнутости винта увеличивается его крутящий момент, то мгновенно снижается частота вращения дизеля и одновременно появляется черный дым на выпуске. Проверка работы форсунок и топливного насоса при этом подтверждает их исправность, а на упоре 32 (см. рис. 118) максимальной подачи топлива, когда будет установлена наибольшая частота вращения дизеля, не будет зазора. Аналогичная неисправность возникает и в результате увеличения крутящего момента на гребном винте по другим причинам (установка нового винта с большим шагом и др.). В данном случае дизель будет работать по внешней характеристике.

Значительная погнутость гребного винта приводит к уменьшению его крутящего момента. На работе дизеля внешне это никак не отражается. При перемещении рычага 3 управления дизелем до отказа на упоре максимальной частоты вращения зазор будет отсутствовать, а на упоре 32 максимальной подачи топлива он увеличится вследствие уменьшения крутящего момента гребного винта. В данном случае снизится скорость судна, или оно не сможет выйти на крыло. При этом максимальная частота вращения дизеля может быть выше 1800 об/мин. Если дизель не развивает максимальной частоты вращения или судно значительно снизило скорость, осматривают гребной винт и при обнаружении погнутости заменяют его новым.

3. Уменьшение угла опережения подачи топлива. У дизелей М50Ф и М400 угол опережения подачи топлива устанавливается 29—31° до в. м. т. поршня по такту сжатия, а у дизеля М401—26—29°. Этот угол определяет процессы смесеобразования, самовоспламенения и сгорания топлива (рабочий процесс дизеля). Во время работы дизеля угол опережения подачи топлива может уменьшаться только в результате износов зубьев конических шестерен, шлицевых соединений в рессорах и потери плотности плунжерных пар. При угле ниже 29° (26°) давление сгорания и скорость нарастания его будут уменьшаться и в цилиндре дизеля произойдет догорание топлива на такте расширения. Топливо сгорает не все, часть его выбрасывается поршнем с выпускными газами. Мощность дизеля понижается. Максимальная частота вращения

дизеля падает, расход топлива увеличивается, но дизель будет работать «мягче», так как уменьшается давление сгорания.

Угол опережения подачи топлива может быть больше  $31^\circ$  ( $29^\circ$ ) при неправильной его установке во время ремонта дизеля или замены топливного насоса на судне. При этом значительно увеличиваются давление сгорания и скорость его нарастания. Как уменьшение, так и увеличение угла опережения подачи топлива ухудшают работу дизеля и могут привести к аварии его. В связи с этим при эксплуатации дизеля угол опережения подачи топлива необходимо периодически проверять следующим образом. Снимают трубку форсунки 1-го цилиндра (для дизеля правого вращения — левого блока, для дизеля левого вращения — правого блока). Устанавливают на штуцер 2-го плунжера насоса мениск-приспособление со стеклянной трубкой. Снимают крышку моноблока и крышку визира на картере реверсивной муфты со стороны ручного управления. Переключают ручным управлением реверсивную муфту на передний ход. Включают подкачивающий агрегат и прокачивают топливную систему топливом для удаления из нее воздуха. Устанавливают ручкой аварийного пуска 26 полную подачу топлива и фиксируют ручку в данном положении. Повертывают по ходу вал дизеля на пять-шесть оборотов до тех пор, пока не прекратится появление пузырьков воздуха из 2-го плунжера насоса.

По градуированной шкале на корпусе фрикциона реверсивной муфты проверяют рыгляжем и устанавливают поршень 1-го цилиндра в в. м. т. по такту сжатия (все клапаны на такте сжатия должны быть закрыты). Удаляют из трубки мениска часть топлива, чтобы уровень его был ниже верхней кромки трубки. Повертывают коленчатый вал против хода на  $80-100^\circ$  от в. м. т. поршня цилиндра, затем медленно вращают вал по ходу и определяют по градуированной шкале на корпусе синхронизатора угол, соответствующий смещению уровня топлива в трубке мениска. Момент «страгивания» топлива в трубке соответствует статическому моменту начала подачи топлива его 2-м плунжером насоса, а угол на градуированной шкале корпуса синхронизатора — углу опережения подачи топлива. Таким способом угол опережения проверяют не менее трех раз.

Если угол отличается от указанного в формуляре дизеля, его нужно отрегулировать. Для этого, не поворачивая коленчатый вал, снимают крышку рессоры топливного насоса на приводе и вытягивают рессору до тех пор, пока не разъединят привод с топливным насосом. Устанавливают по шкале на градуированном диске корпуса синхронизатора реверсивной муфты угол опережения подачи топлива, соответствующий записанному в формуляре дизеля, и подбирают положение рессоры, при котором ею можно свободно соединить шестерню привода со шлицевой муфтой насоса. После этого повторно проверяют угол опережения подачи топлива, как указано выше.

4. Топливный насос не подает топлива в нужном количестве. Причиной этого могут быть:

заедание рейки топливного насоса от зависания плунжера в гильзе в результате работы на загрязненном топливе. При такой неисправности топливный насос снимают с дизеля и заменяют проверенным или новым. Нужно иметь в виду, что если во время работы дизеля заест рейку топливного насоса из-за зависания плунжера, то при переключении на холостой ход произойдет «разнос» дизеля. Чтобы предотвратить его, перед каждым пуском дизеля проверяют ручкой 26 (см. рис. 118) аварийного пуска легкость перемещения рейки топливного насоса; нарушение регулировки тяг управления (рычаг управления дизелем дошел до упора максимальной частоты вращения на корпусе управления, установленном на реверсивной муфте, а рычаг 3 регулятора не доходит до упора 4 максимальной частоты вращения). Регули-

ровка нарушается вследствие расконтровки резьбовых соединений тяг или износа подвижного беззазорного соединения их с шаровым поводком. Такое соединение обеспечивается вкладышами накопечников тяги, которые прижимаются к шаровому поводку пружиной. Если тяги снимались для последующей регулировки или по каким-либо другим причинам, их устанавливают на те же шаровые поводки. Чтобы обеспечить требуемое поджатие вкладышей к шаровому поводку, заворачивают пробку до упора в торец вкладыша, а затем отвертывают ее на  $\frac{1}{4}$  оборота и зашлифтовывают. Сферические поверхности вкладышей при установке тяги смазывают солидолом. Длину тяги регулируют так, чтобы при положении рычага управления дизелем на упоре максимальной частоты вращения рычаг 3 управления регулятора находился на упоре 4;

нарушение установки упора 4 максимальной частоты вращения или упора 32 максимальной подачи топлива регулятора в результате расконтровки резьбовых соединений упоров или износа последних. Восстанавливают и устанавливают упоры отворачиванием их на работающем дизеле до получения требуемых частоты вращения и мощности. Однако следует иметь в виду, что упоры опломбированы на заводе и снимать пломбы с них без представителя завода не разрешается. На судне регулируют упоры только при условии полной уверенности в правильности работы топливной аппаратуры, при отсутствии повреждений гребного вилта и повышенных гидравлических сопротивлениях подводной части судна, при обеспечении расчетной нагрузки судна и др. В судовых условиях почти невозможно убедиться в соответствии всех указанных параметров, поэтому для правильной установки упоров 4 и 32 топливный насос с регулятором снимают с дизеля и проверяют его на стенде (см. рис. 135).

5. Падение давления топлива перед топливным насосом ниже  $1,47 \cdot 10^5$  Па на режиме номинальной мощности 735 499 Вт при 1700 об/мин. Давление топлива снижается в результате:

загрязнения топливных фильтров. Для устранения неисправности промывают попутной топливной фильтр и, если это окажется недостаточным, топливные фильтры дизеля;

износа седла редукционного клапана 4 (рис. 108) топливоподкачивающего насоса или потери упругости его пружины 3, или того, что клапан 4 не садится на седло из-за попадания постороннего предмета. Для устранения неисправности снимают клапан, разбирают его и удаляют предмет, мешающий плотной посадке. При этом проверяют, не повреждены ли посадочные поверхности седла и клапана. Повреждение их устраняют притиркой клапана к седлу. Пружину 3 затягивают следующим образом: снимают пломбу, отпускают гайку 1 поводка 2 упора пружины и вращают его по часовой стрелке до тех пор, пока давление топлива не повысится до требуемой величины  $(1,47 \div 3,43) \cdot 10^5$  Па, а затем затягивают и кончат гайку 1. Указанную регулировку производят во время работы дизеля.

6. Невозвратный клапан пропускает масло из масляной системы в трубку 25 (см. рис. 118) подвода его к упору пуска, вследствие чего упор произвольно включается и уменьшает подачу топлива. При этом произвольно изменяется установленная частота вращения дизеля. Для устранения неисправности на работающем дизеле отсоединяют трубку 25 от невозвратного клапана, через который дизель прокачивается маслом от прокачивающего агрегата и убеждаются в том, что клапан герметичен. Если из отсоединенной трубки вытекает масло, снимают клапан и промывают его, а при необходимости притирают к седлу или заменяют новым.

7. Топливо не соответствует техническим условиям. Берут пробу топлива и проверяют, соответствует ли оно требованиям

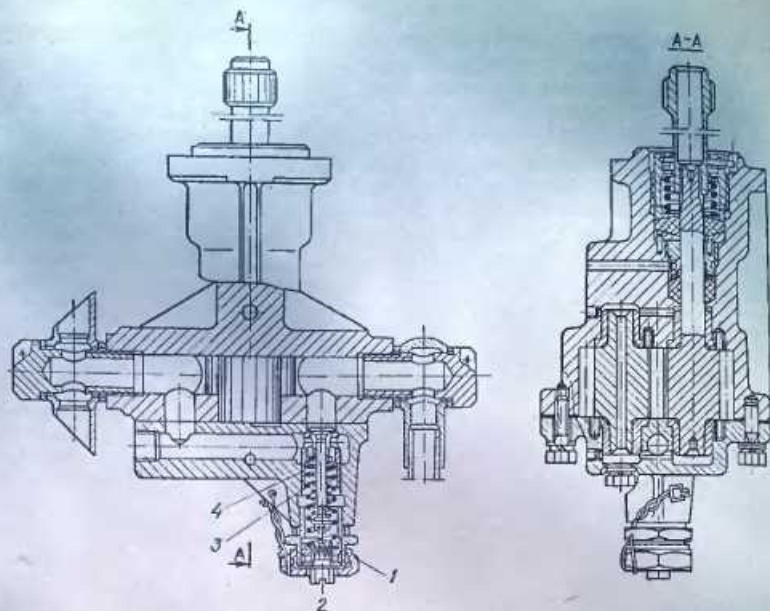


Рис. 108. Топливоподкачивающий насос

ГОСТ 4749—49. Если условия эксплуатации не позволяют произвести срочный анализ в лаборатории, то берут пробу топлива и проверяют, нет ли в нем воды. Если на дне стеклянного сосуда нет отстоя воды, то следы взвеси или эмульсии воды определяют нагреванием топлива в пробирке. При взвеси или эмульсии воды в топливе образуется пена, а при нагревании пробы его наблюдается потрескивание.

Если лабораторным анализом или проверкой нагревом пробы топлива подтверждается несоответствие его требованиям ГОСТа, эксплуатацию дизеля прекращают до замены топлива. При работе дизеля длительное время на загрязненном или обводненном топливе снимают насос с форсунками, чтобы проверить, нет ли зависания плунжеров, игл распылителей и точность регулировки. При невозможности проверки заменяют насос с форсунками, так как эксплуатация дизеля на обводненном топливе нарушает работу топливной аппаратуры, а это, в свою очередь, резко снижает надежность и долговечность дизеля.

**Колебание частоты вращения на холостом ходу** — на упоре реверсирования частота вращения равна 850 об/мин. При непрогретом дизеле она изменяется в больших пределах. Для устранения ее колебания дизель прогревают, обеспечив нагрев стенок блока до 40—50°C, а температуру масла на выходе 40°C. Если и после этого колебание частоты вращения не уменьшится, регулируют иглу катаракта регулятора отворачиванием или заворачиванием ее. Если и в данном случае колебание частоты вращения не уменьшится, устанавливают иглу катаракта в первоначальное положение и проверяют работу дизеля с нагрузкой, доводя частоту вращения до максимальной, после чего проверяют ее на холостом ходу.

Следует иметь в виду, что неравномерность подачи топлива плунжерами насоса высокого давления при холостом ходе достигает 60%, а при максимальной частоте вращения — не более 3%. Значит, с возрастанием неравномерности подачи топлива колебания частоты вращения на холостом ходу будут увеличиваться и достигнут такой

величины, что дизель произвольно остановится. При выходе из строя форсунки неравномерность увеличивается. Для устранения неисправности снимают форсунки и проверяют их работу, а затем проверяют регулировку топливного насоса. Если неисправность не удастся устранить, разбирают и подвергают дефектации регулятор с проверкой характеристик пружин.

Дизель идет в разнос только на холостом ходу. Поэтому при установке холостого хода нужно внимательно следить за частотой вращения и при произвольном повышении (выше 850 об/мин) ее необходимо принять срочные меры к уменьшению или остановить дизель, не допуская разноса. Причинами разноса могут быть: разъединение рейки топливного насоса с рычагом регулятора, заедание ее (чаще всего в результате заедания плунжера насоса высокого давления), отключение регулятора от насоса из-за неисправности эластичной шестерни насоса, поломка регулятора. Если не предотвратить разнос дизеля, то мгновенно повышается его частота вращения. При достижении 2500—3000 об/мин произойдет авария дизеля, после достижения которой практически восстановить его невозможно.

У дизелей М50Ф и М400 в системе воздухопровода за нагнетателем установлен автомат предельных оборотов. Он автоматически останавливает дизель, перекрывая воздушной заслонкой поступление воздуха в цилиндры при 2100—2400 об/мин. Работа автомата основана на повышении давления воздуха за нагнетателем при увеличении частоты вращения дизеля. Если автомат предельных оборотов не срабатывает, для остановки дизеля надо мгновенно закрыть каким-либо предметом входной патрубок нагнетателя.

Автомат предельных оборотов дизеля М401 автоматически останавливает его при 1900—2100 об/мин. У этого дизеля он устанавливается на корпусе привода топливного насоса и механически через тягу связан с валиками, в воздушном тракте которых смонтированы заслонки, закрывающие доступ воздуха в цилиндры. В корпусе автомата встроено устройство для быстрой остановки дизеля в экстренных случаях.

Останавливать дизель при разносе включением реверсивной муфты на передний или задний ход не следует, так как могут поломаться реверсивная муфта, амортизатор и др.

Чтобы предотвратить разнос, перед каждым пуском дизеля ручкой аварийного пуска нужно проверить легкость перемещения рейки топливного насоса. Если частота вращения дизеля достигнет 2100—2400 об/мин и сработает автомат предельных оборотов, обязательно снимают топливный насос и до установления и устранения причины разноса не запускают дизель.

## § 29. ФОРСУНКИ

На дизелях М50Ф, М400 и М401 применяется форсунка (см. рис. 107) закрытого типа с гидравлически управляемой иглой для впрыска, распыливания и равномерного распределения частиц топлива в камере сгорания.

Форсунки можно ремонтировать не только на заводе, но и в мастерских парходства. Только при качественном ремонте форсунок обеспечивается надежная эксплуатация дизеля.

Перед разборкой форсунок снимают нагар с распылителя в специальной ванне, оборудованной электроподогревом и решеткой для ее установки. Для снятия нагара применяют раствор, состоящий из кальцинированной соды (20 г), жидкого стекла (10 г), хромпика (1 г) и воды (1 л). Можно использовать раствор следующего состава: тринатрийфосфат (20 г), керосин (100 см<sup>3</sup>), мыло (10 г), хромпик (1 г) и вода (1 л). Химикаты растворяют в воде отдельно в железных бачках емко-

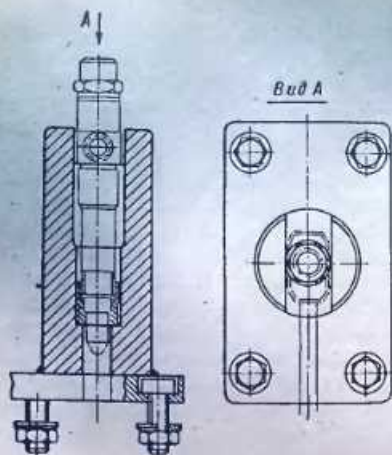


Рис. 109. Приспособление ЛМ9690-170 для сборки и разборки форсунки

санне иглы, подтекание распылителя, засорение распыливающих отверстий и другие указывают в ведомости дефектов и устраняют при ремонте.

Форсунки разбирают в следующем порядке. Устанавливают их в приспособление (рис. 109) распылителем вверх или зажимают в тисках с алюминиевыми губками. Отворачивают муфту 9 (см. рис. 107) и снимают распылитель 10 с иглой 11. После поворота форсунки на 180° из ее корпуса 7 вывертывают гайку-колпачок 4, вынимают пружину 5 и стержень толкателя 8. Вывертывают штуцер 1. Все детали промывают в чистом бензине и продувают сжатым воздухом. Прецизионную пару игла—распылитель промывают отдельно. Промытые в бензине иглу и распылитель помещают в ванну с профильтрованным дизельным топливом, тщательно прополаскивают и, не вынимая из нее, осторожно вводят иглу в распылитель. Проверяют в нем перемещение иглы. Оно должно быть легким и плавным, без прихватываний и заеданий. Промытые детали укладывают в специальную тару с крышкой и направляют на дефектацию.

Дефектация форсунки производится после разборки и промывки ее. Проверяют посадку иглы в распылитель: после промывки в дизельном топливе игла, выдвинутая на  $\frac{1}{3}$  своей длины при угле наклона к горизонту 45°, опускается на свое седло под действием собственного веса. Местных сопротивлений, препятствующих ее свободному перемещению, не должно быть. Их устраняют доводкой пары по диаметру 6 мм.

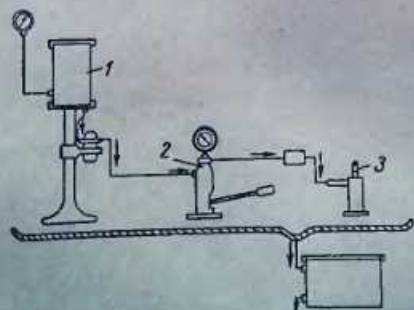


Рис. 110. Схема установки ЛМ9619-067 для проверки герметичности распылителей

стью 1—2 л, хромпик и жидкое стекло — в воде при 60—70°C. Растворенные химикаты наливают в ванну с водой и тщательно перемешивают. Форсунки в ванну устанавливают так, чтобы распылители были погружены в раствор на 18—20 мм и выдерживают в ней 10—15 мин при 70—90°C. Затем форсунки вынимают из ванны и протирают салфеткой, смоченной бензином. Нагар снимают и механическим способом, предварительно поместив распылители на 2—3 ч в ванну с керосином.

После снятия нагара на специальном стенде (см. рис. 106) или установке, которая поставляется с дизелем, проверяют качество распыливания топлива форсункой и давление начала впрыска. Обнаруженные неисправности форсунок — пониженное давление начала впрыска, зави-

тательно осматривают иглу и распылитель; повреждения и риски на доведенных поверхностях не допускаются, возможны лишь легкие засветления и патиры, не препятствующие нормальной посадке иглы в распылитель. На торце распылителя возможны следы от затяжки его на корпусе форсунки. Если есть другие повреждения, торец корпуса распылителя следует довести.

Опрессовывают распылитель с целью проверки его герметичности

на установке (рис. 110) с эталонной форсункой 3. Для этого используют профильтрованный керосин с температурой 18—25°C. Вязкость его по Энглеру при 20°C должна быть 1,18—1,28. Разрешается применять смесь керосина и дизельного топлива той же вязкости. Керосин или смесь заливают в бачок 1 через шелковое полотно. Затяжку пружины эталонной форсунки регулируют на давление начала впрыска  $341,5 \cdot 10^5$  Па.

Перед опрессовкой распылителя проверяют герметичность установки, для чего на эталонную форсунку ставят распылитель-заглушку, ручным насосом 2 доводят давление в системе установки до  $341,5 \cdot 10^5$  Па и замеряют время его падения до  $294 \cdot 10^5$  Па, которое должно быть не менее 5 мин.

Кроме того, показания установки проверяют по эталонным парам плотности, полученным от завода—поставщика топливной аппаратуры. Их должно быть четыре: две с временем опрессовки 8 сек и одна с временем опрессовки 14 сек — служат рабочими эталонами, по которым настраивают установку и проверяют ее показания перед опрессовкой распылителя. Если время опрессовки эталонной пары отличается от указанного в паспорте не более чем на 1 сек, установка считается проверенной.

Распылитель опрессовывают следующим образом. Промывают его авиационным бензином, после чего в профильтрованном керосине, а затем крепят муфтой 9 (см. рис. 107) на корпусе эталонной форсунки. Повышают давление в системе установки ручным насосом и производят один впрыск. Доводят давление до  $(353 \div 363) \cdot 10^5$  Па и замеряют по секундомеру время его падения с  $341,5 \cdot 10^5$  до  $294 \cdot 10^5$  Па. Опрессовывают распылитель два раза. Перед второй опрессовкой также производят один впрыск. При подтекании топлива опрессовку прекращают и притирают иглу по рабочему конусу.

После опрессовки отвертывают муфту, снимают распылитель с эталонной форсунки и промывают его в профильтрованном дизельном топливе. Если время падения давления с  $341,5 \cdot 10^5$  до  $294 \cdot 10^5$  Па в системе установки находится в пределах 4—14 сек, распылитель считают годным и направляют для проверки подъема иглы. Когда время падения давления менее 4 сек, распылитель заменяют новым или заменяют в нем иглу. Время падения давления для новых распылителей, прошедших обкатку на стенде, 8—14 сек.

Подъем иглы проверяют в такой последовательности. Промывают распылитель в бензине, после чего монтируют на подставке (рис. 111). Подводят к торцу распылителя ножку индикатора, имеющего удлиненный наконечник, и устанавливают индикатор на нуль. Затем ставят ножку на торец иглы. Разность показаний индикатора соответствует максимальному подъему иглы. Допустимый подъем иглы для новых распылителей 0,48—0,53 мм, для работавших — 0,48—0,60 мм. Если подъем иглы превышает допустимый не более чем на 0,05 мм, его уменьшают притиркой торца распылителя. В распылителях с подъемом иглы более 0,65 мм иглу заменяют, как указано ниже, либо пару бракуют.

Шлифовку рабочего конуса иглы производят при выработке, которую нельзя вывести притиркой, или при замене иглы иглой с подъемом не более 0,45 мм. Эту операцию выполняют на шлифовальном станке «Ривенгт» модели 104 или на другом аналогичном станке. Вставляют иглу в зажимной маховик приспособления ЛМ9639-239. Надевают приподной ремень на маховик и устанавливают его на станок. При этом

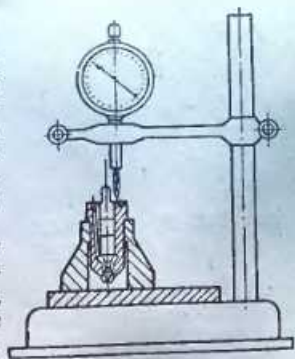


Рис. 111. Подставка ЛМ9589-137 для проверки подъема иглы

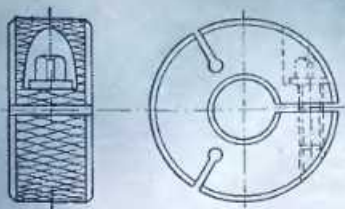


Рис. 112. Державка ЛМ9498-039 для распылителя

**Доводка иглы и распылителя** по диаметру 6 мм производится после шлифовки рабочего конуса иглы, а при необходимости и перед притиркой распылителя по рабочему конусу. Ее выполняют в трехкулачковом патроне или цанге доводочной бабки при частоте вращения шпинделя 200—250 об/мин. Для доводки применяют пасту из окиси алюминия (паровочная).

Порядок доводки следующий. Зажимают в патроне или цанге доводочной бабки за хвостовик иглу так, чтобы между корпусом распылителя, надетым на нее, и кулачками патрона или цангой оставался зазор. Снимают корпус распылителя с иглы и протирают цилиндрические поверхности диаметром 6 мм гигроскопической ватой. Закрепляют корпус распылителя в державке (рис. 112). Наносят на поверхность иглы деревянной лопаткой равномерный слой пасты из окиси алюминия. Пасту следует наносить осторожно, чтобы она не попала на рабочий конус иглы. Надевают на иглу корпус распылителя, включают электродвигатель и, перемещая рукой корпус распылителя вдоль иглы, доводят пару. Чтобы избежать ослабления посадки иглы в корпусе распылителя, доводка должна быть непродолжительной. Снимают корпус распылителя с иглы и надевают его только при невращающемся патроне доводочной бабки.

Если нет приспособления и доводочной бабки, пару доводят вручную, при этом продолжительность доводки значительно увеличивается. После доводки вынимают иглу из корпуса распылителя и тщательно промывают в керосине. Протирают доведенные поверхности гигроскопической ватой. Помещают промытые детали пары в ванну с дизельным топливом, прополаскивают, не вынимая из ванны, вводят иглу в корпус распылителя и проверяют ее перемещение.

Местные сопротивления, препятствующие свободному перемещению иглы, не допускаются.

Затем пару вынимают из ванны и проверяют посадку иглы в корпусе распылителя. Игла должна перемещаться в нем плавно, без прихватавания. Выдвинутая из распылителя на  $\frac{1}{3}$  своей длины при угле наклона к горизонтали  $45^\circ$  игла опускается на его седло под действием собственного веса. Доведенные поверхности иглы и корпуса распылителя должны иметь ровный отблеск, без разрывов притирки и соответствовать  $\nabla 12$ . На них допускаются едва различимые для глаз беспорядочно расположенные мельчайшие штрихи, не снижающие чистоту поверхности ниже  $\nabla 11$ , и отдельные штрихи, не снижающие чистоту поверхности ниже  $\nabla 10$ . Риски не допускаются. При удовлетворительной посадке иглы в корпусе распылителя доводка пары по диаметру 6 мм считается законченной. Распылитель направляют на проверку герметичности (опрессовку). При неудовлетворительной посадке иглы доводку пары повторяют.

Притирка распылителя по рабочему конусу выполняется в трехкулачковом патроне или цанге доводочной бабки при частоте вращения шпинделя 200—250 об/мин. Для этого используют пасту карборунд (зерно 500). Порядок притирки следующий. Вынимают иглу из распы-

хвостовик иглы должен упираться в плоскость приспособления. Заправляют шлифовальный круг ПП  $110 \times 10 \times 20$  Э6220С1-С2В алмазом и шлифуют рабочий конус под углом  $61^\circ 20' \pm 10'$ . Затем промывают иглу в бензине, смазывают тонким слоем масла, вставляют в распылитель до упора в рабочий конус. Замеряют подъем иглы; для нового распылителя он должен быть 0,48—0,53 мм и для работавшего не более 0,60 мм.

лителя и зажимают ее за хвостовик в патроне или цанге доводочной бабки. Тщательно протирают иглу гигроскопической ватой, наносят на ее поверхность равномерный слой авиационного масла, а на рабочий конус — слой пасты. Осторожно надевают на иглу корпус распылителя, следя за тем, чтобы паста не попала на поверхность диаметра 6 мм корпуса распылителя. Включают электродвигатель и притирают пару по рабочему конусу, своевременно удаляя с иглы перетертую пасту. Как только у основания рабочего конуса иглы появится замкнутый блестящий пояс, притирку считают законченной.

Ширина притертого пояса для новых распылителей должна быть не более 0,4 мм, для работавших она допускается 0,8 мм. По окончании притирки вынимают пару из патрона доводочной бабки. Затем вынимают иглу из корпуса распылителя, промывают их по диаметру 6 мм и направляют на проверку герметичности (опрессовку) и подъема иглы.

При неудовлетворительном результате притирки пары по рабочему конусу (подтекание распылителя при опрессовке пары или увеличение ширины притертого пояса) доводят рабочий конус распылителя пастой карборунд (зерно 500) чугушным притиром ЛМ9338-017, затем притирают распылитель по рабочему конусу совместно с иглой, как указано выше. Притир предварительно заправляют под углом  $60^\circ \pm 10'$  бархатной пилой № 6 и приспособлением (косяком) ЛМ9490-015.

Доводка торца распылителя производится на чугунной плите или на доводочном станке. Наносят на поверхность плиты или диска станка тонкий слой 7—10-микронной пасты ГОИ или пасты из окиси хрома. Вынимают из корпуса распылителя иглу и доводят торец корпуса, равномерно прижимая его к плите. Поверхность торца должна быть блестящей и соответствовать  $\nabla 11$ . Прямолинейность торца проверяют лекальной линейкой (просвет не допускается) или плоскопараллельной стеклянной пластинкой (допускается не более трех интерференционных полос). Биение доведенного торца относительно поверхности диаметром 6 мм не более 0,02 мм. После доводки корпус распылителя и иглу промывают, проверяют посадку последней по диаметру 6 мм, а затем ее подъем.

Доводка торца корпуса форсунки выполняется с целью устранения его повреждений, нарушающих герметичность стыка с распылителем, на чугунной плите пастой из окиси хрома или окиси алюминия. Пасту наносят на плиту тонким слоем. Перекос торца корпуса форсунки относительно оси резьбы допускается не более 0,025 мм на крайних точках, поэтому необходимо равномерно прижимать корпус к плите.

Доведенная поверхность торца должна быть блестящей и соответствовать  $\nabla 11$ . На ней допускаются отпечатки от иглы распылителя. Прямолинейность торца проверяют так же, как и на корпусе распылителя.

Замена иглы распылителя производится при недостаточной плотности пары вследствие увеличения диаметрального зазора между корпусом распылителя и иглой. Для этого нужно иметь достаточное количество новых игл и станок для шлифовки рабочего конуса иглы. Заменяют иглу распылителя в следующем порядке. Промывают корпус распылителя и несколько новых игл в ванне с бензином. Подбирают иглу, которая бы от руки плотно вошла на  $\frac{1}{3}$  длины в корпус распылителя. Вынимают иглу из корпуса, смазывают ее авиационным маслом и вновь вставляют в распылитель.

Игла должна полностью войти в его корпус до упора. Проверяют подъем иглы, как указано выше. При подъеме более 0,45 мм подбирают новую иглу, при подъеме не более 0,45 мм шлифуют рабочий конус, как указано выше. После этого доводят пару по диаметру 6 мм, промывают и проверяют посадку иглы в корпус распылителя, притирают ее по рабочему конусу. При опрессовке распылителя время падения давления с

$343 \cdot 10^5$  до  $294 \cdot 10^5$  Па должно быть в пределах 8—15 сек, подъем иглы — 0,48—0,53 мм.

Перед сборкой форсунки все детали ее тщательно промывают в бензине и проверяют, не повреждены ли они. Распылитель промывают в отдельной ванне дизельным топливом. Форсунку собирают в таком порядке. Устанавливают ее корпус в приспособление (см. рис. 119) или зажимают в тисках. Ставят на доведенный торец ее корпуса 7 (см. рис. 107) распылитель 10 с иглой 11, навертывают на корпус муфту 9. Устанавливают форсунку в приспособление для центровки распылителя (рис. 113) и закрепляют ее зажимным винтом.

Затягивают ключом муфту 9 (см. рис. 107) до отказа. Переставляют корпус форсунки в приспособление (см. рис. 119) распылителем вниз. Опускают в корпус стержень 8 (см. рис. 107). Устанавливают на него пружину 5. Укладывают на ее верхний торец одну (при регулировке две) регулировочную шайбу 3. Надевают на гайку-колпачок 4 новую медную прокладку 6, навертывают ее на корпус и затягивают ключом.

Если прокладка 2 вынималась из корпуса форсунки, устанавливают новую, ввертывают штуцер 1 и затягивают его ключом. На штуцер навертывают защитный колпачок или завертывают конец его пергаментной бумагой. Индикатором и приспособлением (рис. 114) или призмой проверяют биение поверхности распылителя 10 (см. рис. 107) и муфты 9 относительно цилиндрической поверхности диаметра В корпуса 7. Биение распылителя допускается не более 0,2 мм, а муфты — не более 0,25 мм. Собранный комплект форсунок укладывают в тару и направляют на проверку качества распыливания топлива и регулировку давления начала впрыска.

Проверка качества распыливания и регулировка начала впрыска производится на ремонтном заводе на специальном стенде — аккумуляторной установке (см. рис. 106). Она имеет зажим для крепления форсунки 1, кран 2 для слива топлива и снижения давления последнего в аккумуляторе 6, манометр 3 для замера давления впрыска топлива форсункой, топливный фильтр 4, топливоподкачивающий насос 5, бак для топлива 7, топливный насос высокого давления 8 и электродвигатель 9. Аккумуляторную установку можно изготовить на ремонтном заводе. В мастерских порта для этого используют специальное приспособление, поставляемое вместе с дизелями.

Для проверки и регулировки форсунок применяют дизельное топливо ДС или ДЛ. Форсунку устанавливают в зажим стенда и закрепляют. Приспособляют к штуцеру трубку подвода топлива. Несколько раз впрыскивают топливо при быстром, а затем медленном нарастании давления его в системе установки. Качество распыливания должно соответствовать следующим требованиям: давление начала впрыска  $196 \cdot 10^5$  Па, начало и конец впрыска четкими и сопровождаются резким звуком, распыленное топливо должно находиться в туманообразном состоянии и равномерно распределяться по поперечному сечению струи без заметных на глаз сплошных (нетуманообразных) струй и местных сгущений, двойные и тройные впрыски топлива форсунки при подведении давления до  $(196 \pm 2,94) \cdot 10^5$  Па не допускаются.

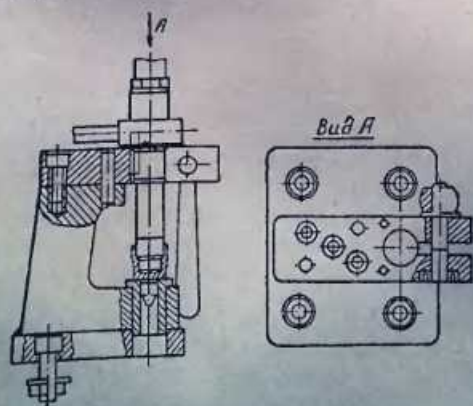


Рис. 113. Приспособление ЛМ9690-171 для центровки распылителя

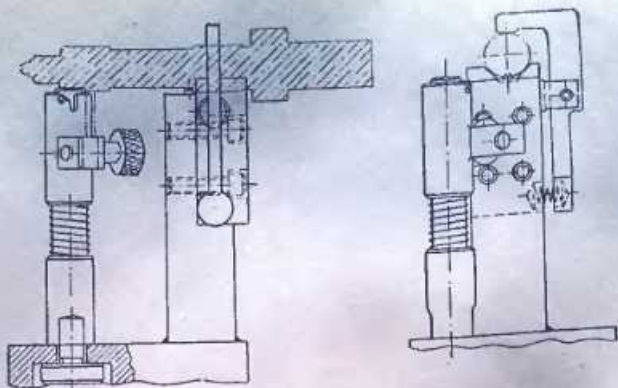


Рис. 114. Приспособление ЛМ9579-436 для проверки биения распылителя и муфты на собранной форсунке

понижение давления при впрыске в пределах  $(147 \div 176) \cdot 10^5$  Па, разница в падении давления между двумя впрысками не более  $9,8 \cdot 10^5$  Па, при равномерном повышении давления в аккумуляторе (в течение 5—7 сек повышение давления на  $9,8 \cdot 10^5$  до  $186 \cdot 10^5$  Па) распылитель не должен иметь подтекания, при дальнейшем повышении давления до момента впрыска допускается появление на распылителе капли топлива без отрыва ее.

Форсунки, отвечающие указанным требованиям, направляют на обкатку. У форсунок с хорошим качеством распыливания топлива, но имеющих давление начала впрыска более или менее  $(196 \pm 2,94) \cdot 10^5$  Па, необходимо отрегулировать давление начала впрыска. Регулировку производят подбором шайб 3 (см. рис. 107) с последующей проверкой качества распыливания топлива и давления начала впрыска.

### 5 30. ТОПЛИВНЫЙ НАСОС ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ С РЕГУЛЯТОРОМ

Топливный насос двенадцатиплунжерный с двусторонней отсечкой и с раздельным всасыванием и отсечкой, диаметр плунжера 13 мм, ход 12 мм. Кулачки валика насоса симметричного профиля. Предназначен насос для подачи в форсунки строго дозированных порций топлива в определенный момент.

Топливо подается насосом под давлением  $(686 \div 980) \cdot 10^5$  Па при возрастающих скоростях плунжера. Порядок подачи его плунжерами, считая от конца валика со стороны привода, следующий: 2—11—10—3—6—7—12—1—4—9—8—5.

Собранный со всежимным регулятором и масляным фильтром регулятора топливный насос (рис. 115) устанавливается на четырех опорах в развале блоков дизеля. Кулачковый валик приводится от большой конической шестерни через рессору, которая одним шлицевым концом соединяется со шлицами шестерни привода, другим — со шлицами муфты кулачкового валика. Коническая шестерня привода насоса получает вращение от центральной шестерни через промежуточную передачу. Передаточное число от коленчатого вала к кулачковому валику насоса 0,5. Направление вращения кулачкового валика против часовой стрелки, если смотреть со стороны привода.

От кулачкового валика через толкатели с роликами на игольчатых подшипниках движение передается плунжерам насоса, которые при



этом поднимаются вверх. Опускаются плунжеры вниз под действием цилиндрической спиральной пружины, сжимаемой при движении их вверх.

На дизелях М50Ф, М400 и М401 правого и левого вращения устанавливают одинаковые топливные насосы. Отличаются они схемой подключения плунжеров к форсункам. На дизеле правого вращения плунжеры насоса (пл) подключают к форсункам цилиндров (ц) в таком порядке: 1 пл—1 пр. ц, 2 пл—1 л. ц, 3 пл—2 пр. ц, 4 пл—2 л. ц, 5 пл—3 пр. ц, 6 пл—3 л. ц, 7 пл—4 пр. ц, 8 пл—4 л. ц, 9 пл—5 пр. ц, 10 пл—5 л. ц, 11 пл—6 пр. ц, 12 пл—6 л. ц, а на дизеле левого вращения: 1 пл—1 л. ц, 2 пл—1 пр. ц, 3 пл—3 л. ц, 4 пл—3 пр. ц, 5 пл—2 л. ц, 6 пл—2 пр. ц, 7 пл—5 л. ц, 8 пл—5 пр. ц, 9 пл—4 л. ц, 10 пл—4 пр. ц, 11 пл—6 л. ц, 12 пл—6 пр. ц.

Топливный насос ремонтируют на судне, не снимая его с дизеля, в мастерских порта, капитальный ремонт производится на заводе.

Ремонт топливного насоса на дизеле или в мастерских порта выполняется с частичной разборкой регулятора или насоса для замены вышедших из строя деталей новыми с последующей сборкой и регулировкой насоса.

Проверка или замена нагнетательного клапана насоса — зависание нагнетательного клапана 7 (рис. 116), попадание под него посторонних частиц, или поломка пружины 8 приводят к повышенной вибрации дизеля, последний не развивает максимальной частоты вращения, на выпуске появляется черный дым. Неисправность нагнетательного клапана определяют следующим образом. После остановки дизеля отвертывают накидные гайки 30 на всех штуцерах 10 трубок высокого давления 31. Если клапан неисправен, из штуцера будет вытекать топливо. Для устранения дефекта снимают два замка 41 контровки штуцера 10. Специальным шлицевым ключом вывертывают штуцер 10, вынимают из головки 3 насоса упор 9 нагнетательного клапана и пружину 8. Съёмником ЛМ9690-140 выпрессовывают из отверстия головки 3 седло 6 с клапаном 7, заменяют уплотнительное кольцо 11, которое обжимают только один раз.

Клапан с седлом промывают в бензине, а затем в керосине и проверяют его посадку. Приподнятый в седле почти на всю длину клапан должен садиться на его конус в любом положении без прихватавания. Риски и царапины на доведенном торце седла клапана не допускаются, при повреждениях торец доводят притиркой на чугунной плите или станке. Для доводки применяют 7—10-микронную пасту ГОИ, которую наносят на плиту или диск доводочного станка тонким слоем.

При доводке деталь равномерно прижимают рукой к плите или к диску станка, после этого ее тщательно промывают в бензине. Прямолинейность доведенных торцов проверяют лекальной линейкой или плоскопараллельной стеклянной пластиной. При проверке прямолинейности торцов лекальной линейкой не должно быть просвета, а при проверке стеклянной пластиной допускается не более трех интерференционных полос. Перед проверкой поверхность протирают спиртом. Чистота обработки притертых торцовых поверхностей втулки 4 плунжера и седла 6 клапана должна быть не ниже II-го класса.

Герметичность клапана проверяют на установке ЛМ9690-198 (рис. 117). Нагнетательный клапан 8 с седлом промывают в керосине и устанавливают на пружину 10. Открывают кран 1 и заполняют ресивер 2 сжатым воздухом, который подводят к клапану под давлением  $(2,9 \div 3,9) \cdot 10^5$  Па. Если в стеклянном сосуде 3 не появляются пузырьки воздуха, герметичность клапана считается удовлетворительной. При пузырьках воздуха клапан притирают по конусу к седлу. Для этого клапан зажимают в цапфе доводочной бабки. Сначала клапан притирают пастой из окиси хрома до появления на его конусной поверх-

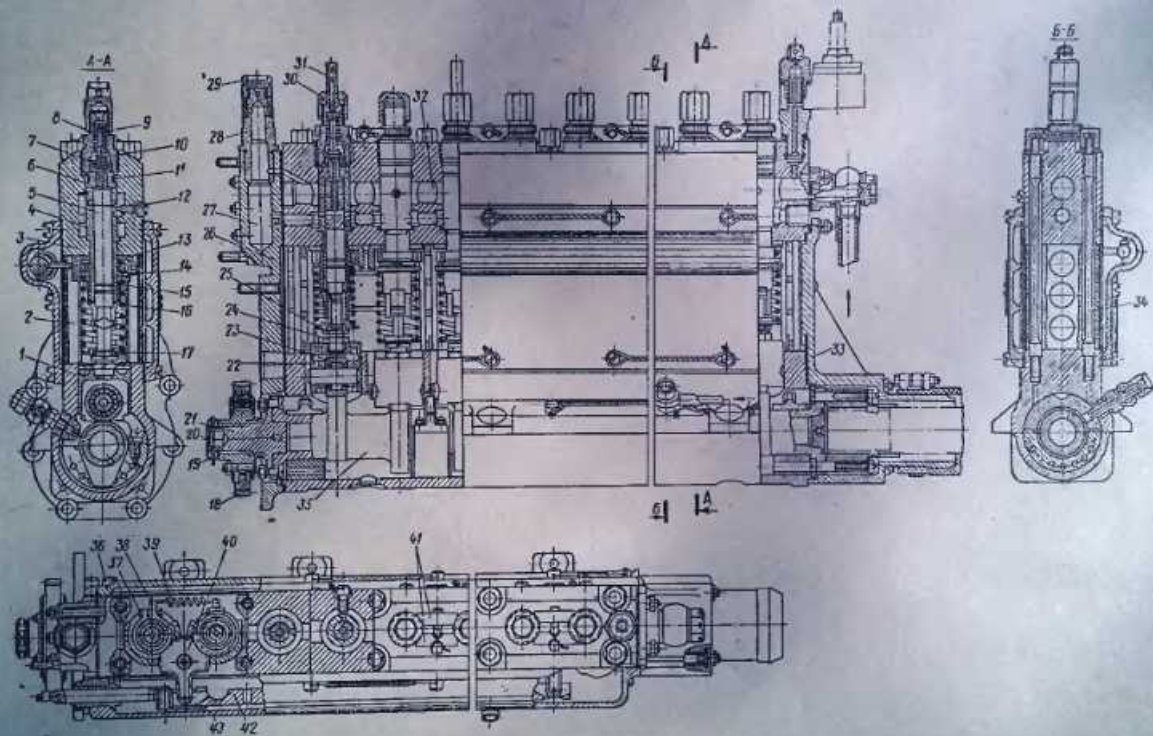


Рис. 116. Топливный насос высокого давления

ности матового замкнутого пояса, а затем — пастой из окиси алюминия. При этом следят, чтобы паста не попала на поверхность разгрузочного пояса клапана. После притирки клапан вместе с седлом промывают в керосине. Качество притирки определяют повторной проверкой герметичности клапана, как указано выше.

Если нельзя проверить и исправить нагнетательный клапан, его заменяют новым. После исправления или замены клапана насос собирают в таком порядке. Промывают седло и клапан в керосине. Надевают на седло 6 (см. рис. 116) уплотнительное кольцо 11 и вставляют в седло клапан. Проверяют чистоту верхнего торца втулки 4 плунжера, вставляют седло с нагнетательным клапаном и уплотнительным кольцом в отверстие головки 3 до упора в торец втулки плунжера. В пружину 8 устанавливают упор 9 и надевают ее на выступающую часть клапана 7. Промывают в бензине штуцер 10, смазывают нижнюю резьбу его касторовым маслом и ввертывают в головку 3. Штуцер 10 затягивают тарированным ключом 1М55-90сб-1 равномерным вращением с возрастающим усилием на его рычаге до тех пор, пока крутящий момент не будет равен  $1\,400—1\,500\text{ кг}\cdot\text{см}$ , что соответствует давлению  $(19,6 \div 21,6) \cdot 10^5\text{ Па}$  на манометре тарированного ключа. Затягивают штуцер 10 в несколько приемов, при этом остановка ключа не разрешается.

При установке в головке всех двенадцати клапанов штуцеры затягивают в следующем порядке 1—12—2—11—3—10—4—9—5—8—6—7 и нарушать его нельзя, так как это приводит к деформации головки 3 и зависанию плунжеров 5 во втулках 4. Устанавливают замки 41, навертывают предохранительный колпачок на штуцер.

Следует отметить, что правильно штуцер можно затянуть только на снятой с насоса головке 3. После затяжки штуцера проверяют легкость перемещения плунжера 5 во втулке 4, что обеспечивает надежную работу плунжерной пары насоса. Неправильная установка седла нагнетательного клапана или неравномерная затяжка штуцера вызывают деформацию втулки плунжера и зависание последнего. Если при работе дизеля по резьбовому соединению штуцера 10 с головкой 3 появится течь топлива, устранять ее не следует, так как требуется дозатяжка штуцера, которая может быть причиной деформации втулки 4 и зависания плунжера.

Замена втулки с плунжером или пружины производится при прекращении работы плунжерной пары или поломке пружины плунжера, так как это приводит к следующим неисправностям: дизель не развивает максимальной частоты вращения, на выпуске появляется черный дым,

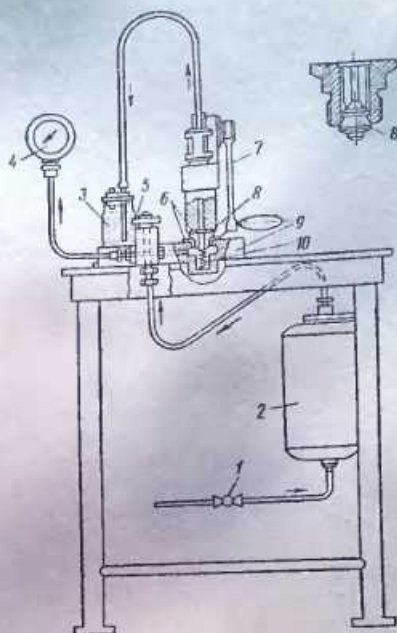


Рис. 117. Схема установки ЛМ9690-198 для проверки герметичности нагнетательных клапанов топливного насоса: 1 — кран; 2 — ресивер; 3 — стеклянный сосуд; 4 — манометр; 5 — втулка подачи воздуха; 6 — прокладка; 7 — рукоятка; 8 — проверяемый нагнетательный клапан; 9 — корпус; 10 — пружина нагнетательного клапана

дизель трясет, он перегревается, значительно увеличиваются крутильные колебания коленчатого вала. Для определения неисправности секции топливного насоса после остановки дизеля снимают трубки высокого давления, поворотом ручки 26 (рис. 118) аварийного пуска устанавливают рейку 42 (см. рис. 116) топливного насоса на максимальную подачу и проворачивают коленчатый вал на два оборота. Если какая-либо секция насоса не подает топливо, значит неисправна плунжерная пара или поломана пружина 16 плунжера.

Для замены плунжерной пары или пружины плунжера частично разбирают насос (до снятия головки 3) в таком порядке. Отсоединяют от насоса регулятор. Снимают рычаг 3 (см. рис. 118) с вилкой 2. Отвертывают две гайки и снимают корпус 34 с упором 36 и пружиной 35. Снимают корпус 49 катаракта, отсоединяют поршень 44 последнего от коромысла 41. Разбирают поршень катаракта, для чего снимают стопорное кольцо 42, вывертывают гайку 43 и вынимают шток 45 катаракта с двумя пружинами.

Для снятия колпачка 9 регулятора с запрессованным стаканом 10 расконтривают и отвертывают гайку 5 сальника и шесть гаек крепления колпачка. При этом колпачок прижимают рукой к корпусу 16 поршня. Снимают колпачок со шпилек корпуса и с плунжера 1, пять силовых пружин 11 с направляющих стержней, а с кронштейна 39—ось 40 и коромысло 41. Вынимают направляющие 12 пружины и отсоединяют стержень 6 с плунжером 1 от золотника 15.

Если потребуется разборка плунжера регулятора, вынимают из плунжера сухарики 30 с пазамн и снимают резиновое кольцо и вынимают из плунжера стержень 6. Для снятия корпуса 17 регулятора отсоединяют рычаг 32 от рейки топливного насоса, снимают его вместе с вилкой 29, сухариками 30 и резиновыми уплотнительными кольцами 28. Вывертывают штуцер 13 и снимают трубку подвода масла к регулятору и масляный фильтр регулятора, а затем корпус 16 поршня и отсоединяют от него вилку 29. Отвертывают гайки крепления корпуса 17 регулятора к торцевой крышке 26 (см. рис. 116) насоса и снимают корпус.

При разборке шестерни-водицы 22 (см. рис. 118) отвертывают болты крепления планок и снимают их, выбивают оси грузиков 20, снимают грузики и золотник 15 с опорным кольцом 19, которое должно остаться на нем. Снимают замковое кольцо с гайки 18, выбивают штифт фиксирующий ее, и отвертывают гайки (с левой резьбой). При снятии шестерни-водицы поддерживают ее рукой во избежание потери игл (тридцать четыре штуки) и шайбы 24. Ось 21 не выпрессовывают. На этом разборку регулятора заканчивают. Все детали промывают в бензине. Поршень с золотником промывают в бензине отдельно, а затем помещают в ванну с дизельным топливом и, не вынимая из нее, проверяют перемещение золотника в поршне. Оно должно быть легким, плавным, без прихватаывания.

После того, как будет снят регулятор, приступают к частичной разборке топливного насоса (см. рис. 116). Снимают правую 36 и левую 43 боковые крышки, выбивают конический штифт 20 и отвертывают гайку 19. Проверяют, есть ли метки на торце хвостовика 21 и торце втулки шестерни, указывающие, в каком положении шестерня 18 должна быть установлена на шлицы хвостовика. При отсутствии меток наносят их шабером или кернером. Снимают упругую шестерню 18 со шлиц, а затем переднюю 33 и заднюю 26 крышки. Отвернув равномерно (на одну грань за каждый прием) гайки крепления головки 3, снимают с силовых шпилек 34 картера 1 головку насоса в сборе с плунжерными парами. Стойки 2 не снимают.

Внимательно осматривают секцию топливного насоса, которая не подает топливо, и определяют причину неисправности. Ею может быть

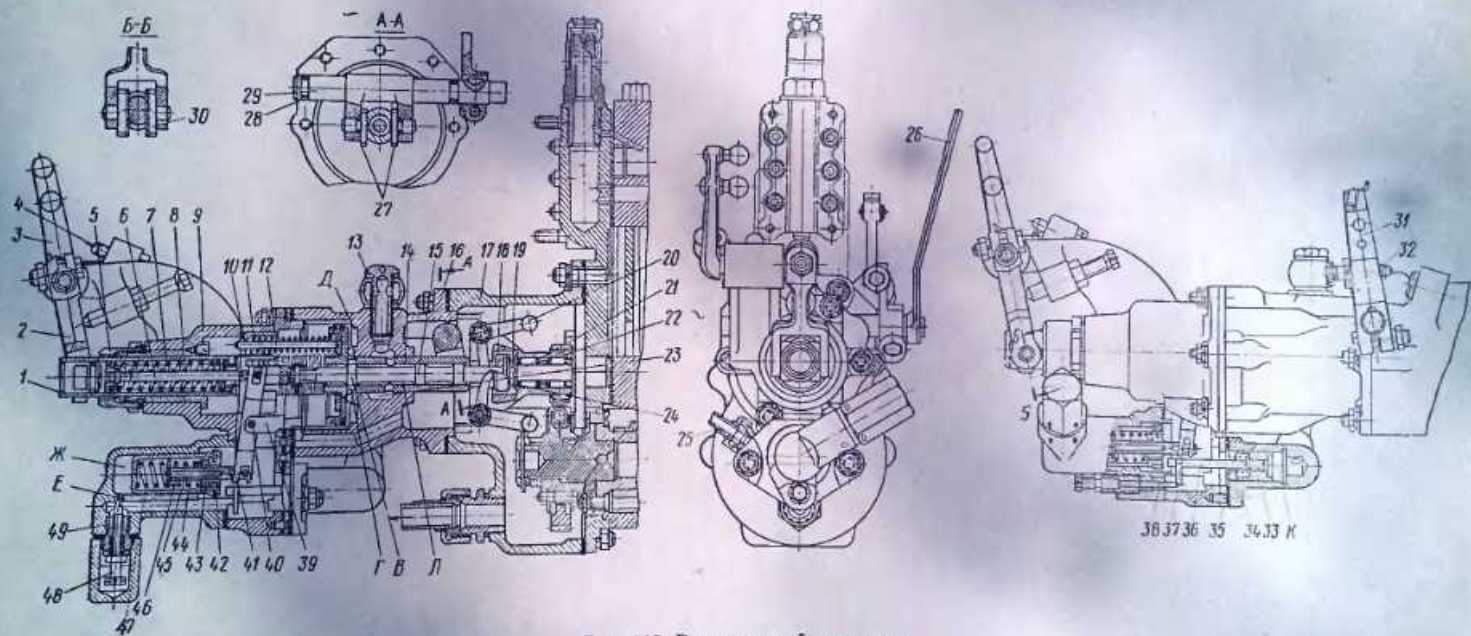


Рис. 118. Всережимный регулятор

поломка пружины или зависание плунжера во втулке. При поломке пружины 16 снимают нижнюю тарелку 17 и заменяют пружину новой. Если неисправна плунжерная пара (плунжер 5 и его втулка 4), ее заменяют комплектом. Для этого снимают нижнюю тарелку 17, пружины 16, верхнюю тарелку 14, поворотную муфту 15 с коробкой 13 зубчатого венца, а затем отвертывают штуцер 10, вынимают седло 6 с клапаном 7 и снимают дефектную плунжерную пару, предварительно отвернув стопорный винт 12.

Заменяют плунжерную пару новой в следующем порядке. Устанавливают головку 3 насоса на приспособление ЛМ9690-158 и закрепляют ее. Прецизионную пару (плунжер с втулкой) промывают в чистом авиационном бензине, а затем в дизельном топливе. Проверяют плавность хода плунжера во втулке. Он должен перемещаться в последней под действием собственного веса. Устанавливают пару в соответствующую секцию головки насоса так, чтобы паз под винт 12 во втулке 4 был обращен в сторону отверстия под винт в головке насоса. Надевают на винт 12 новую фибровую прокладку и ввертывают его в головку насоса. При этом надо следить за тем, чтобы цилиндрический конец винта свободно вошел в паз втулки. Затягивают винт, проверяют осевое перемещение втулки в головке 3 и ход плунжера во втулке. Последняя должна свободно перемещаться в головке насоса в пределах длины установочного паза под винт 12, а поднятый в верхнее положение плунжер должен опускаться во втулке под действием собственного веса. Параллельно кончат винты вязальной проволокой 0,8 мм и собирают нагнетательную секцию насоса, как указано выше.

После затяжки штуцера 10 проверяют ход плунжера. Он должен свободно перемещаться во втулке под действием собственного веса и при повороте его на 360°. Даже при незначительном прихватывании плунжера во втулке следует заменить уплотнительное кольцо на седле. На собранном насосе нельзя затягивать винт 12, так как это может привести к деформации втулки и зависанию плунжера. После замены плунжерной пары собирают насос с регулятором и регулируют его на стенде. Порядок сборки и регулировки подробно изложен ниже.

Плунжерную пару и пружину плунжера можно заменять, не снимая насоса с дизеля и не разбирая его полностью. Но такая замена не гарантирует надежной его работы. Она может быть произведена в аварийных случаях (ремонт вдали от базы и др.). При этом снимают две боковые крышки 36 и 43. Отворачивают штуцер 10 и демонтируют седло 6 вместе с нагнетательным клапаном 7. Отворачивают винт 12, и крючком из проволоки через пространство между витками пружины 16 выталкивают вверх втулку 4 плунжера. Поворачивают кулачковый вал 35 насоса так, чтобы толкатель 22 находился в крайнем нижнем положении. Перемещают вниз поворотную муфту 15. Зубчатый венец 37 должен выйти из зацепления с зубчатым сектором 39. Перемещают за нижнюю тарелку 17 в любую сторону пакет, состоящий из тарелки 7, пружины 16, плунжера 5, поворотной муфты 15 с укрепленным на ней зубчатым венцом 37, верхней тарелки 14, и вынимают его.

После демонтажа указанных деталей заменяют дефектную плунжерную пару или поломанную пружину плунжера. Устанавливают детали на место в обратном порядке. При возвращении судна на базу с дизеля снимают насос и регулируют его, как указано ниже.

Капитальный ремонт топливного насоса, как указывалось, производится на заводе. Последовательность работ при этом следующая.

Разборка топливного насоса после снятия с него регулятора и масляного фильтра выполняется в приспособлении ЛМ9690-152 (рис. 119).

Снимают боковые и торцовые крышки насоса, упругую шестерню и разбирают ее. Перед снятием левой боковой крышки 43 (см. рис. 116) ослабляют корончатые гайки болтов, стягивающих планки с вилкой, и

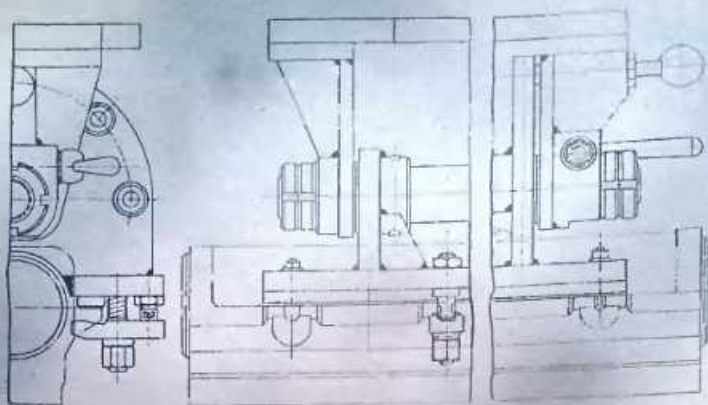


Рис. 119. Приспособление ЛМ9690-152 для сборки и разборки топливного насоса

сдвинув чехол в сторону крышки насоса, снимают шайбу, вынимают палец, отсоединяют вилку от штока и снимают чехол.

Отвертывают винты и снимают левую боковую крышку насоса, вынимают из втулки боковой крышки шток. Втулку из крышки вынимать без надобности не следует. Если все же ее необходимо вынуть, снимают с гайки стопорное кольцо и отвертывают гайку. Снимают правую боковую крышку 36 насоса и проверяют посадку упругой шестерни 18. Если посадка неплотная, хромируют шлицы хвостовика 21. Проверяют, есть ли метки на торце хвостовика кулачкового валика и торце втулки шестерни 18. Если меток нет, наносят их шабером или керном на указанных торцах.

Снимают упругую шестерню 18 со шлицев съемником и разбирают ее. Отвертывают гайки болтов 4 (рис. 120), вынимают последние и снимают диски 3. Если нет монтажной риски на торцовых поверхностях венца 2 и ступицы 1 упругой шестерни или она плохо видна, наносят риску электрографом или шабером. На торцевой поверхности венца шестерни наносят порядковый номер окон от 1 до 4, при сборке шестерни на заводе порядковые номера, как правило, не ставят.

После клеймения из окон шестерни вынимают грибки 5 с пружинами 6; грибки клеймят порядковым номером окна, а к каждой пружине при-

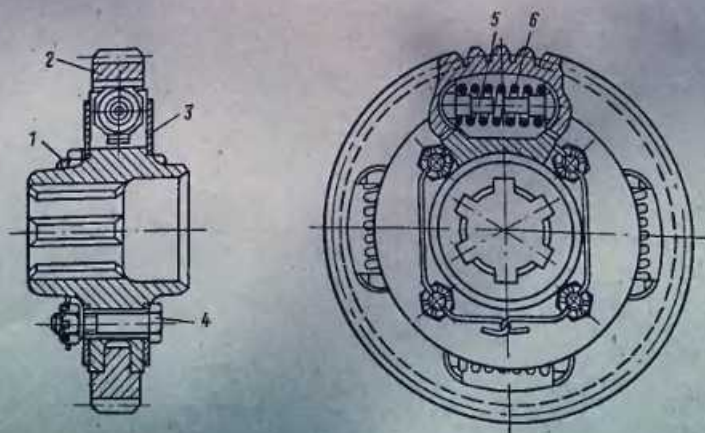


Рис. 120. Упругая шестерня

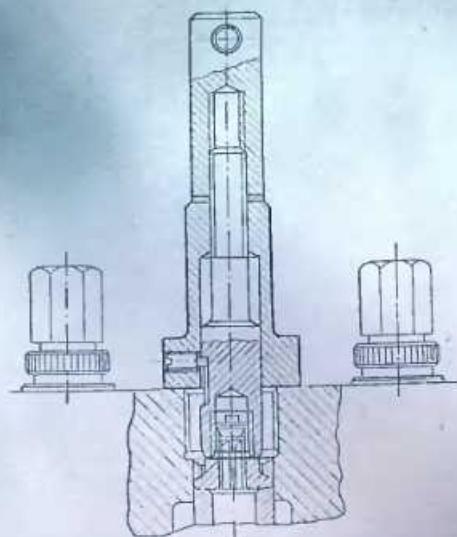


Рис. 121. Съемник ЛМ9690-140 нагнетательного клапана топливного насоса

надцать упоров 9 и пружины 8 нагнетательного клапана съемником (рис. 121), нагнетательные клапаны с седлами и уплотнительными кольцами. Клапаны укладывают в специальный ящик с двенадцатью ячейками; вынимать клапаны из седел не разрешается.

Отвертывают с силовых шпилек 34 (см. рис. 116) торцовым ключом гайки и снимают шайбы. Гайки отвертывают по порядку (рис. 122), постепенно, за один прием на одну грань. Поворачивают насос в приспособлении в горизонтальное положение и снимают корпус 3 (см. рис. 116) насоса с силовых шпилек картера.

Закрепляют корпус насоса на приспособлении ЛМ9690-158 плунже-рами вверх, снимают с зубчатых венцов 37 пружины 38. Вынимают нижние тарелки 17, пружины 16, верхние тарелки 15 и поворотные втулки 14 с закрепленными на них зубчатыми венцами.

Вывертывают из корпуса насоса стопорные винты 12, вынимают двенадцать прецизионных пар (цилиндр с плунжером) и кладут их в специальный ящик с двенадцатью ячейками, записав, в какой секции насоса и где данная пара была установлена. Плунжер из цилиндра при снятии пары вынимать не разрешается; для того чтобы снять рейку 42, надо расшплинтовать пять валиков и один палец, осторожно выколоти валики и палец из отверстий рейки, оставив колпачок на рейке. Зубчатые секторы и коробки зубчатых венцов без видимых дефектов с корпуса насоса не снимают. Если зубчатые секторы все же снять, ставят на хвостовике каждого из них порядковый номер. Оси зубчатых секторов и регулировочные шайбы рекомендуется привязывать к своим секторам.

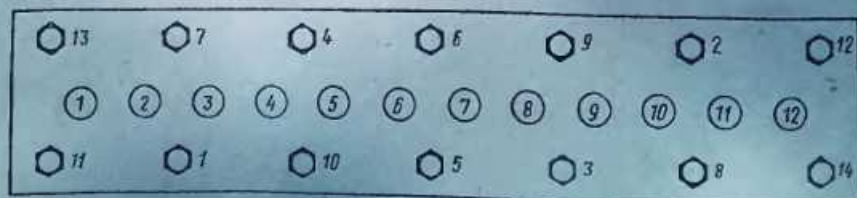


Рис. 122. Порядок затяжки гаек силовых шпилек топливного насоса

Разбирают картер и кулачковый вал. Для этого снимают стойки 2, убедившись, что на боковой поверхности каждой из них есть порядковый номер. Вынимают из картера 1 насоса толкателя 22, проверяют, есть ли на них порядковый номер секции насоса. При разборке регулировочный болт 25 из корпуса толкателя не вывертывают. Вынимают палец толкателя и ролики с двадцатью иглами и двумя шайбами. Выпрессовывают рукой кулачковый валик 35 с подшипниками, отвернув предварительно шпунты и установочные винты, фиксирующие подшипники. Перед разборкой вала проверяют клемление подшипников, все крышки и подушки подшипников должны иметь попарно одинаковые порядковые номера, начиная с крышки 33. Снимают подшипники с шеек кулачкового вала.

*Промывка деталей насоса, уложенных в сетку*, производится в бензине. Особенно тщательно промывают кулачковый валик, внутреннюю его полость, корпус и картер насоса. Промытые детали обдувают сжатым воздухом и укладывают комплектно в специальную тару.

Чтобы не перепутать детали и не повредить доведенные поверхности, каждую пару (плунжер—штулка и нагнетательный клапан—седло) промывают отдельно сначала в чистом авиационном бензине, а затем — в дизельном топливе.

*Дефектации детали топливного насоса* подвергают после промывки их. При этом производят микрометрический обмер деталей, составляют ведомость дефектов. Выполняют дефектацию основных деталей в следующем порядке.

Проверяют перемещение плунжера, для чего промывают пару в бензине, вынимают плунжер из штулки и промывают отдельно. Переносят детали пары в ванну с профильтрованным дизельным топливом и, не вынимая из нее, осторожно вводят плунжер во штулку и промывают совместно. Вынимают пару из ванны и проверяют плавность хода плунжера. Выдвинутый из цилиндра на половину длины доведенной поверхности плунжер должен опускаться во штулку под действием собственного веса при вертикальном положении ее и при повороте плунжера вокруг своей оси на 360°. Местные сопротивления, препятствующие свободному и плавному перемещению плунжера, устраняют доводкой пары по диаметру 13 мм. На доведенных поверхностях не допускаются повреждения, натирки и риски; засветления, расположенные у спиральных канавок и не препятствующие нормальному перемещению плунжера, возможны. Повреждения на торцах устраняют доводкой.

Окончательно пригодность пары проверяют опрессовкой на специальной установке. Плунжерную пару заменяют: при трещинах любого размера и расположения, при потере плотности (время падения груза на стенде менее 5 сек), при повреждениях, задирах и рисках на цилиндрических доведенных поверхностях. Разрешается использовать годные штулки или плунжеры при комплектовке плунжерных пар.

Промывают нагнетательный клапан с седлом в бензине, затем в керосине и проверяют посадку клапана. Будучи приподнят в седле почти на всю длину, он должен садиться на корпус при любом положении без прихватывания. Проверяют герметичность клапана на специальной установке, как указано выше. Риски и царапины на доведенном торце седла нагнетательного клапана не допускаются, при повреждении торцев доводят. Клапан и седло заменяют: при трещинах любого размера и расположения, при зазоре между клапаном и отверстием седла более 0,025 мм.

Устанавливают уплотнительное кольцо из красной меди между седлом клапана и штулкой плунжера (только один раз), обжатые кольца обязательно заменяют новыми.

Не снимают без необходимости муфту и хвостовик с кулачкового валика, а также пробки. Внутреннюю полость валика через отверстия в

шейках тщательно промывают бензином. Риски на профиле кулачков и рабочих шейках, а также овальность и конусность шеек более 0,03 мм выводят обработкой. На рабочей части профиля кулачков и галтелях валика дефекты не допускаются. На всех остальных поверхностях возможны шлаковые включения или волосовины длиной не более 4 мм каждая, если число их не превышает 10 шт. на всей поверхности.

Разрешается увеличивать диаметр отверстий в муфте, хвостовике и фланце кулачкового валика до 6,7А мм или ставить болты диаметром 6,7П мм. Отверстия под болты разворачивают в сборе. Толщина хрома на шлицах хвостовика после обработки должна быть не более 0,15 мм. Кулачковый валик заменяют при трещинах, сколах цементированного слоя.

Снимают хвостовик и направляют на хромирование шлицев при неплотной посадке упругой шестерни на шлицах хвостовика кулачкового валика.

Заменяют ступицу и зубчатый венец упругой шестерни при трещинах любого размера и расположения, при нарушении цементированного слоя на зубьях венца, при зазорах между ступицей и венцом более 0,12 мм, при задирах на плоскостях трения венца о ступицу.

Заменяют толкатель, если в нем есть трещины и наружный диаметр менее 37,87 мм, если диаметр отверстий в бобышках более 14,05 мм и размер между бобышками равен 17,5 мм. Овальность и конусность наружной поверхности допускают до 0,03 мм, а поверхности отверстия в бобышках под палец — не более 0,02 мм.

Заменяют ролик толкателя при трещинах, при наружном диаметре менее 29,85 мм и внутреннем диаметре более 19,05 мм.

Разрешается не снимать ось зубчатых секторов и зубчатые секторы с корпуса насоса, достаточно убедиться в отсутствии качки осей и проверить осевой зазор зубчатого сектора на оси, который допускается в пределах 0,05—0,15 мм. Необходимо проверить также, не ослабли ли винты крепления коробок зубчатых венцов к корпусу насоса.

Заменяют картер топливного насоса при трещинах, при диаметре отверстий под толкатели, превышающем 38,08 мм, при диаметре отверстия под подшипники кулачкового вала более 62,07 мм, при ширине паза под палец толкателя более 14,25 мм.

Заменяют подшипники кулачкового валика при наружном диаметре менее 61,95 мм и внутреннем более 34,05 мм. Риски в отверстиях подшипника для кулачкового валика зачищают, овальность отверстия допускается не более 0,03 мм. Чтобы не нарушить размер, незначительные задиры и риски на наружной поверхности подшипника разрешается не выводить, а заусенцы зачищать.

Запрещается зачищать забойны на конической поверхности штуцера, сопрягающегося с уплотнительным кольцом. Коническую поверхность штуцера шлифуют, обеспечив ее расположение под углом  $25^{\circ}30'$  к плоскости, перпендикулярной оси штуцера, и биение относительно среднего диаметра резьбы не более 0,04 мм. Металл при шлифовке допускается снимать не более 0,1 мм.

*Ремонт деталей топливного насоса* выполняется в таком порядке.

Опрессовка плунжерной пары производится на специальной установке (рис. 123) при 18—25°C. Давление при этом создается проверяемым плунжером, который, перемещается во втулке с помощью системы рычагов падающим грузом, действующим на плунжер с усилием 200 кг. Для опрессовки применяется хорошо профильтрованное дизельное топливо ДС и ДЛ. Заправляемое в бачок установки топливо должно быть проверено на вязкость  $(5,1 \div 7,3) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{сек}$  при 20°C, на отсутствие воды и механических примесей.

Перед опрессовкой проверяют тарировку установки по эталонным парам, полученным от завода-поставщика. Эталонных пар необходимо

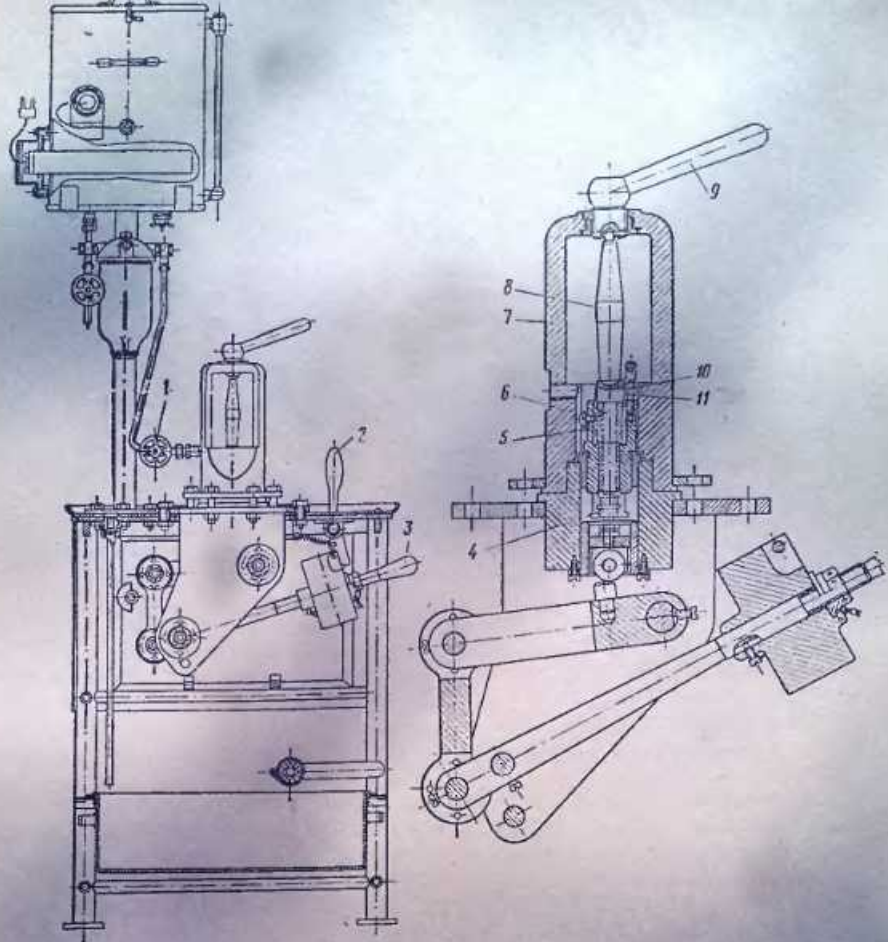


Рис. 123. Установка ЛМ9690-190 для опрессовки пары плунжер — втулка

иметь четыре: две с временем опрессовки 9 и 13 сек служат рабочими эталонами, две другие — контрольными. Если время опрессовки эталонных пар отличается от времени опрессовки, указанного в паспорте, не более чем на 1 сек, установка считается настроенной.

Устанавливают промытую пару в стакан 5. Убедившись, что поводок плунжера дошел до ограничителя 4, фиксируют цилиндр от проворачивания винтом 6, цилиндрический конец которого должен войти в паз цилиндра. Ставят стакан 5 в корпус 7 и открывают кран 1, заполняя втулку топливом. Плунжер при этом находится в нижнем положении. Для удаления воздуха отводят защелку 2 и дважды рукой опускают рычаг 3 с грузом в исходное положение, убеждаются в том, что плунжер находится в нижнем положении.

Уплотнительную накладку 10 с направляющей втулкой 11 промывают в дизельном топливе и устанавливают на доведенный торец втулки плунжерной пары. На сферической поверхности накладки 10 размещают стержень 8 и поворотом рукоятки 9 закрепляют проверяемую пару в корпусе 7 установки. Торец накладки 10 доводят после опрессовки трех-четырех комплектов плунжерных пар.

При опрессовке отводят защелку, одновременно включают секундомер, а в момент начала падения груза останавливают его. Опрессовку выполняют два раза и записывают ее данные.

После опрессовки пару снимают с установки, промывают в бензине, а затем в дизельном топливе. Пара считается годной, если время падения груза находится в пределах 5—13 сек. Если оно превышает 13 сек, пару доводят по диаметру 13 мм с последующей проверкой перемещения плунжера во втулке и опрессовкой. Пары с временем падения груза менее 5 сек заменяют новыми или у них заменяют плунжер. Время опрессовки для новых плунжерных пар, прошедших обкатку, 9—13 сек.

Доводка пары по диаметру 13 мм производится с целью устранения натиров, препятствующих нормальному перемещению плунжера. Ее выполняют в специальном патроне доводочной бабки при частоте вращения шпинделя 150—200 об/мин. При этом зажимают плунжер во вкладыши патрона доводочной бабки. Протирают плунжер замшей и наносят на поверхность его деревянной лопаточкой равномерным слоем пасту из окиси алюминия. Надевают втулку на плунжер, включают электродвигатель и перемещают рукой втулку попеременно то одной, то другой стороной. Снимают втулку с плунжера и надевают только в случае, если патрон доводочной бабки неподвижен. При доводке следят за тем, чтобы втулка не доходила доведенным торцом до поводка плунжера. Продолжительность доводки должна быть минимально необходимой, чтобы не произошло ослабления посадки плунжера во втулку.

После доводки тщательно промывают плунжер и втулку в бензине, а затем в дизельном топливе. Вводят плунжер во втулку, не вынимая из ванны, и промывают совместно, проверяя перемещение плунжера. Доведенные поверхности должны иметь ровный блеск, чистоту поверхности не ниже II-го класса. При удовлетворительном перемещении плунжера доводка считается оконченной и пара направляется на опрессовку; в случае неудовлетворительного перемещения плунжера доводку пары повторяют.

Доводка торцов втулки и седла нагнетательного клапана производится на чугунной плите или доводочном станке. Для доводки применяют 7—10-микронную пасту ГОИ. Ее наносят на плиту тонким слоем. При доводке деталь равномерно прижимают рукой к плите или диску доводочного станка и после доводки тщательно промывают в бензине. Прямолинейность доведенных торцов проверяют лекальной линейкой (просвет не допускается) и выборочно — плоскопараллельной стеклянной пластиной (допускается не более трех интерференционных полос). Проверяемую поверхность протирают спиртом. Чистота торцовых поверхностей втулки и седла должна быть не ниже II-го класса.

Проверяют герметичность нагнетательного клапана топливного насоса и притирают его по конусу, как указано выше.

Замена плунжера или втулки производится при увеличении диаметрального зазора между ними. Однако для выполнения указанной операции необходимо иметь достаточное количество новых плунжеров или втулок. Тщательно промывают втулку и несколько новых плунжеров в бензине, протирают их гигроскопической ватой и замшей. Подбирают плунжер так, чтобы он от руки плотно вошел во втулку на  $\frac{1}{3}$  длины. Алюминиевой выколоткой выбивают плунжер и промывают пару в бензине. Протирают замшей и доводят пару по диаметру 13 мм. Опрессовывают пары, а в случае необходимости доводят торец втулки, как указано выше.

Сборка насоса выполняется в такой последовательности. Сборка кулачкового вала начинается с запрессовки во внутренний канал с обеих сторон заглушек с натягом 0,015—0,052 мм. Закрепляют хвостовик 21 (см. рис. 116) и шлицевую муфту с противоположной сторо-

ны валика призонными болтами так, чтобы риски и номера спаренности на хвостовике и шлицевой муфте совпали с рисками или номерами спаренности на фланцах кулачкового вала.

После установки муфты и хвостовика проверяют на призмах индикатором биение их относительно крайних рабочих шеек кулачкового валика. Допустимое биение хвостовика не более 0,05 мм и начальной окружности шлицев муфты не более 0,08 мм. Его можно уменьшить перестановкой детали относительно фланца кулачкового валика. Если получить биение в пределах допустимого невозможно, деталь бракуют. После проверки биения кончат гайки призонных болтов стальной проволокой и собирают вал с подшипниками.

Перед установкой подшипников проверяют монтажные зазоры между рабочими шейками вала и подшипниками, которые должны быть 0,07—0,16 мм, а также совпадение номеров спаренности на крышке и подушке подшипников и клеймение подшипников (отсчет ведут от шлицевой муфты). После установки проверяют плавность вращения подшипников и кончат их винты попарно вязальной проволокой диаметром 0,3 мм.

Установка кулачкового валика в картер производится приспособлением ЛМ9690-152 для сборки насоса. Протирают наружные поверхности подшипников замшей и смазывают маслом. Собранный кулачковый валик усилием рук вводят в картер насоса до упора. При этом подшипники на шейках кулачкового валика ставят в положение, при котором отверстия в крышках всех подшипников под установочные винты будут расположены с левой стороны и примерно совпадать с отверстиями под установочные винты в картере насоса. Медным бородком осторожно повертывают подшипники в картере так, чтобы отверстия под установочные винты в картере и в крышках подшипников совместились.

На штуцер для подвода смазки надевают уплотнительное кольцо и ввертывают его в бронзовый пистон картера; расположенный напротив штуцера второй подшипник будет при этом зафиксирован. Для фиксации остальных шести подшипников в отверстия картера ставят шесть установочных винтов, проверив легкость вращения кулачкового валика и законтрив винты проволокой диаметром 0,8 мм. Осевой зазор кулачкового валика должен быть 0,1—0,6 мм.

Сборка и установка толкателей и стоек выполняют в таком порядке. Ввертывают в корпус толкателя 22 на четыре-пять ниток регулировочный болт 25 с контргайкой. Наносят на внутреннюю поверхность ролика 23 слой технического вазелина и укладывают двенадцать игл. Новые иглы должны быть одной сортировочной группы с разностью диаметров не более 0,005 мм. Прикладывают к торцам ролика по шайбе, вставляют ролик с шайбами в паз корпуса толкателя и соединяют их пальцем, проверив вращение ролика.

Собранный толкатель устанавливают в приспособление (рис. 124) и шаблоном ЛМ9557-379 ввертывают регулировочный болт в корпус толкателя так, чтобы был выдержан размер  $50 \pm 0,1$  мм. Затем монтируют толкатель согласно порядковому номеру в картере топливного насоса, смазав наружные поверхности корпуса толкателя. При этом

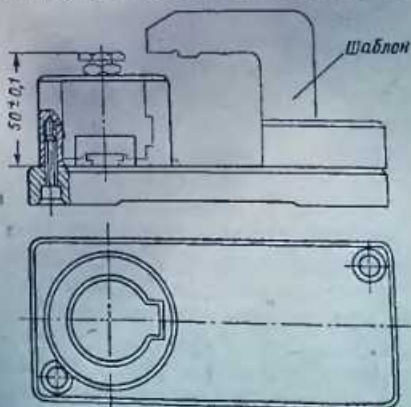


Рис. 124. Приспособление ЛМ9690-379 с шаблоном ЛМ9557-379 для установки регулировочного болта толкателя

глухой конец пальца со сферическим торцом должен входить в отверстие диаметром 38 мм картера, а его конец с плоским торцом — в паз картера. Толкатель опускается под действием собственного веса.

Надевают на силовые шпильки 34 (см. рис. 116) семь стоек 2 согласно их порядковым номерам от муфты привода насоса. При этом фрезерованная канавка в нижней части стойки должна быть расположена над пазом картера насоса, в который входит выступающий из корпуса толкателя конец пальца.

Сборка корпуса насоса производится в такой последовательности. Ставят на место зубчатые секторы 39 и коробки зубчатых венцов (если они были сняты с корпуса насоса). Левую и правую коробки зубчатых венцов монтируют на корпус насоса так, чтобы окна под зубчатые секторы в них располагались под углом  $90^\circ$  и имели направление в сторону отверстия под ось зубчатого сектора. Закрепляют коробки на корпусе насоса винтами, кончат винты ударом прямолинейно заточенного кернера в плоскость коробки по направлению шлица на головке винта.

Для установки зубчатый сектор надевают на ось, затем надевают на ось регулировочную шайбу и вводят ось в отверстие корпуса насоса так, чтобы отверстия в ней под стопорный винт и в корпусе насоса совместились. Качка оси не допускается, зазор между головкой оси и зубчатым сектором должен быть в пределах 0,05—0,15 мм; его регулируют регулировочными шайбами.

Закрепляют корпус насоса на приспособлении ЛМ9690-158. Промывают прецизионную пару в чистом авиационном бензине, а затем в дизельном топливе, не вынимая плунжера из втулки. Проверяют плавность хода плунжера, а затем, не вынимая его из втулки, устанавливают в соответствующую секцию корпуса насоса так, чтобы паз под установочный винт 12 во втулке был обращен в сторону отверстия под этот же винт в корпусе насоса.

Надевают на установочный винт новую фибровую прокладку и ввертывают в корпус насоса, следя за тем, чтобы цилиндрический конец его свободно вошел в паз втулки. Проверяют осевое перемещение втулки и плавность хода плунжера, туго затянув винт. Втулка должна свободно перемещаться в корпусе насоса в пределах длины установочного паза, а поднятый вверх плунжер опускаться под действием собственного веса. Так как перемещение втулки на собранном насосе проверить нельзя, подтягивать или заменять установочные винты после окончательной сборки корпуса насоса не разрешается.

После того как установочные винты будут попарно законтрены вязальной проволокой диаметром 0,8 мм, приступают к сборке нагнетательных секций насоса. Вынимают нагнетательный клапан 7 из седла 6 и тщательно промывают в дизельном топливе. Надевают на седло новое уплотнительное кольцо 11 и вставляют клапан. Проверяют чистоту верхнего торца цилиндра и заводят клапан с уплотнительным кольцом в отверстие корпуса до упора в торец втулки плунжера. Надевают на головку нагнетательного клапана пружину 8 с упором 9. Промывают в бензине штуцер 10 плунжерной пары, смазывают нижнюю резьбу касторовым маслом и ввертывают его в корпус насоса, не затягивая.

По окончании сборки всех нагнетательных секций затягивают штуцеры равномерно тарированным ключом со все возрастающим усилием до тех пор, пока крутящий момент достигнет 1400—1550 кг·см, что соответствует давлению  $(19,6 \div 21,6) \cdot 10^5$  Па по манометру. Затяжка штуцеров в несколько приемов с остановками ключа не разрешается.

Порядок затяжки штуцеров 1—12—2—11—3—10—4—9—5—8—6—7. Нарушать его не следует, так как это приводит к деформации корпуса насоса. После затяжки штуцеров опять проверяют ход плунжера

должен опускаться в цилиндре под действием собственного веса при повороте плунжера на  $360^\circ$ . В случае даже самого незначительного прихватавания плунжера в цилиндре следует сменить уплотнительное кольцо на седле.

Подъем нагнетательного клапана проверяют на приспособлении ЛМ9571-006 (рис. 125). Если он более 3,8—4,5 мм, секцию разбирают для замены штуцера, упора или нагнетательного клапана.

Чтобы проверить герметичность прилегания втулок к опорным торцам корпуса насоса, на штуцеры плунжерной пары навертывают заглушки и ставят на корпус насоса приспособление. К наконечнику приспособления присоединяют шланг подвода воздуха и опускают корпус насоса вместе с приспособлением в ванну с дизельным топливом. Подают сжатый воздух под давлением  $1,96 \cdot 10^5$  Па во внутреннюю полость корпуса насоса в течение 5 мин, проверяя, нет ли пузырьков воздуха, свидетельствующих о негерметичности прилегания втулки плунжера к корпусу насоса. При появлении пузырьков разбирают данную секцию насоса, устанавливают причину негерметичности и устраняют ее (разрешается подторцовка опорного торца головки насоса).

Установка поворотных муфт зубчатых венцов и рейки выполняется в таком порядке. Устанавливают сначала зубчатые венцы 37 (см. рис. 116), если они были сняты, на поворотные муфты 15 так, чтобы риска на них совпала со средней риской на муфте. Закрепляют корпус насоса на приспособлении ЛМ9690-158 плунжерами вверх и ставят на корпус приспособление (рис. 126) так, чтобы палец 2 последнего вошел в отверстие хвостовика зубчатого сектора. Ввертывают в ось зубчатого сектора винт 1, и поджимают приспособление к корпусу насоса винтом 3, зубчатый сектор будет при этом зафиксирован в перпендикулярном к оси корпуса насоса положении. Повертывают откидные планки 4 в нерабочее положение. Вынимают плунжеры из двух смежных цилиндров, расположенные справа и слева от зубчатого сектора, и кладут их в ящик с правой и с левой ячейками. Надевают парные муфты с установ-

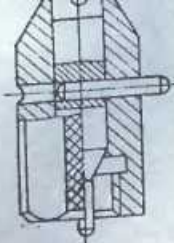


Рис. 125. Приспособление ЛМ9571 - 006 для проверки подъема нагнетателя клапана

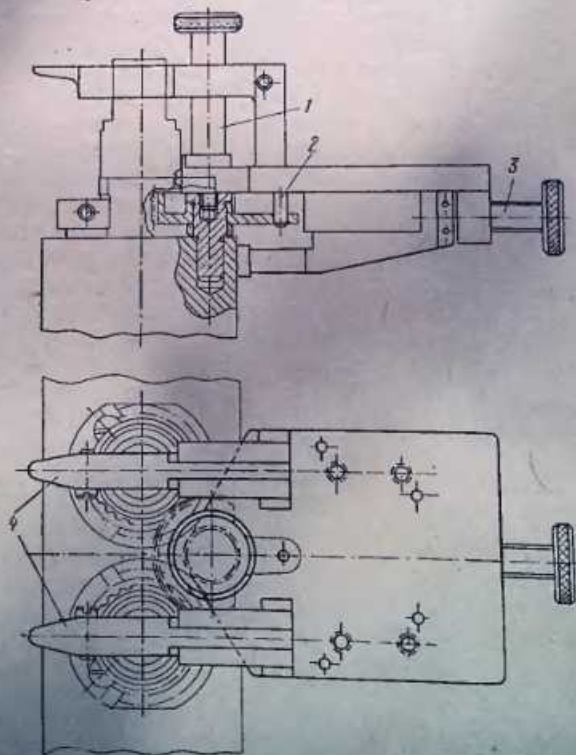


Рис. 126. Приспособление ЛМ9579-468 для установки на корпус насоса поворотных втулок 1М.30.07

ленными па них зубчатыми венцами на выступающие из корпуса насоса концы цилиндров и вводят в зацепление зубчатые венцы с зубчатым сектором.

Пазы поворотных втулок и ушки зубчатых венцов должны быть расположены перпендикулярно оси корпуса насоса, а головки стопорных винтов находиться одна против другой. Устанавливают промытые в дизельном топливе плунжеры в те цилиндры, из которых они были вынуты, так, чтобы поводки плунжеров вошли в пазы муфт. Снимают с корпуса насоса приспособление, и проверяют легкость поворачивания зубчатого сектора в зацеплении с зубчатым венцом, вращение должно быть легким, без прихватавания. Проверяют щупом зазор между поводком плунжера и пазом поворотной муфты на обеих секциях. Он допускается не более 0,08 мм. Аналогично устанавливают остальные пять пар поворотных муфт из зубчатых венцов.

При удовлетворительном вращении зубчатых секторов монтируют рейку 42 (см. рис. 116). Для этого надевают рейку на шесть зубчатых секторов так, чтобы хвостовики их вошли в пазы рейки. Соединяют совмещенные отверстия в рейке и хвостовиках первых пяти зубчатых секторов с пятью валиками, а затем и последний зубчатый сектор с рейкой и колпачком пальцем. Контрят шплинтами валики и палец, плотно входящие в отверстия рейки, и проверяют легкость перемещения рейки. Зазор между хвостовиком каждого зубчатого сектора и пазом рейки допускается в пределах 0,2—0,4 мм. Проверяемые индикатором зазоры в зацеплении зубчатых венцов с зубчатыми секторами должны быть не более 0,25 мм.

Установка плунжерных пружин и тарелок выполняется в такой последовательности. Ставят в выточки коробок зубчатых венцов двенадцать верхних тарелок 15, а в выточки тарелок — двенадцать пружин 16 плунжера. Заводят нижние тарелки 17 на шляпки плунжера и проверяют приспособлением (рис. 127), насколько шляпка каждого плунжера входит в выточку нижней тарелки (эта величина должна быть в пределах 0,1—0,35 мм).

Сборка картера с корпусом и установка торцовых крышек производятся в таком порядке. Надевают на силовые шпильки 34 (см. рис. 116) картера собранный корпус насоса. Ставят на четыре крайние силовые шпильки по простой шайбе, пружинной шайбе и навертывают гайки. Устанавливают торцовые крышки 26 и 33; боковые плоскости обеих торцовых крышек должны совпадать с плоскостями картера и корпуса насоса под боковые крышки. Допустимое несоответствие плоскостей не более 0,05 мм.

При окончательном креплении корпуса насоса надевают шайбы на остальные десять шпилек и навертывают гайки до упора, принимая за него резкое возрастание усилия на ключе с плечом 200 мм. Затягивают гайки на две с половиной-три грани в три приема (см. рис. 122). Отпускают полностью ранее навернутые четыре крайние гайки, затем довертывают их до упора и затягивают так же, как и остальные. Для снятия напряжения скручивания силовых шпилек все гайки отпускают на величину около 0,5 мм по углу их поворота; после этого гайки крепления торцовых крышек равномерно затягивают.

После окончательной установки торцовых крышек проверяют осевой зазор кулачкового вала на всех секциях насоса. Он должен находиться в пре-

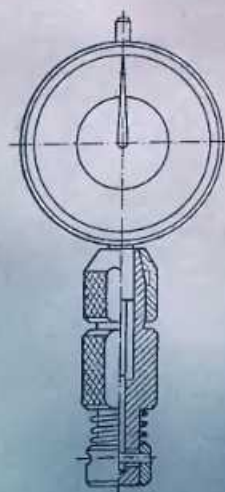


Рис. 127. Прибор ЛМ9579-246 для проверки утопания шляпки плунжера в выточке нижней тарелки

делах 0,1—0,6 мм. Устанавливают регулировочным болтом толкателя зазор между верхним торцом плунжера и торцом седла нагнетательного клапана при положении плунжера в м.т. Этот зазор допускается в пределах 1,5—2,1 мм. Для его проверки винтом 1 (рис. 128) приспособления ставят стрелку на нуль, и, нажав рычаг 2, определяют величину подъема плунжера до упора в торец седла нагнетательного клапана. Цена деления шкалы прибора соответствует подъему плунжера на 0,1 мм.

Установка боковых крышек выполняется так. Вставляют во втулку левой боковой крышки 43 (см. рис. 116) шток рейки 42, заводят на хвостовик штока вилку так, чтобы паз крючка штока и риска со знаком «+» и «-» на вилке были направлены в одну сторону, и соединяют шток с вилкой пальцем. Надевают на палец шайбу, а на вилку и гайку резиновый чехол. Концы чехла при этом должны войти в канавки на гайке и вилке. Закрепляют чехол в канавках льняной ниткой, устанавливая по обе стороны вилки планки и соединяют их с вилкой болтами.

Перед установкой левой боковой крышки укладывают на насос прокладку, проворачивают шток во втулке крышки в такое положение, при котором крючок его вошел бы в зацепление с крючком расположенного на рейке колпачка. Закрепляют левую боковую крышку, проверяют перемещение штока в ее втулке и перемещение рейки насоса. Укладывают с противоположной стороны насоса прокладку, установив на насос правую боковую крышку 36.

Сборка и установка упругой шестерни привода регулятора производится в следующем порядке. Подбирают венец 2 (см. рис. 120) и ступицу 1 упругой шестерни по монтажным зазорам, шлифуют окна под грибки и пружины совместно, заменяя какую-либо из деталей запрещается. Наносят на венец и ступицу шестерни электрографом монтажную риску, обеспечивающую установку венца относительно ступицы при сборке шестерни в том же положении, при котором шлифовались окна.

При сборке вставляют ступицу шестерни в венец, совмещая монтажную риску в ступице и венце. Замеряют штангенциркулем или штангасом действительный размер всех четырех окон шестерни и заполняют карту обмера. Разбирают грибки 5 попарно по нанесенным на них порядковым номерам окон шестерни. Вставляют в монтажную пружину пару грибков и устанавливают их в соответствующее окно шестерни.

Зазор между хвостовиком грибков при сборке

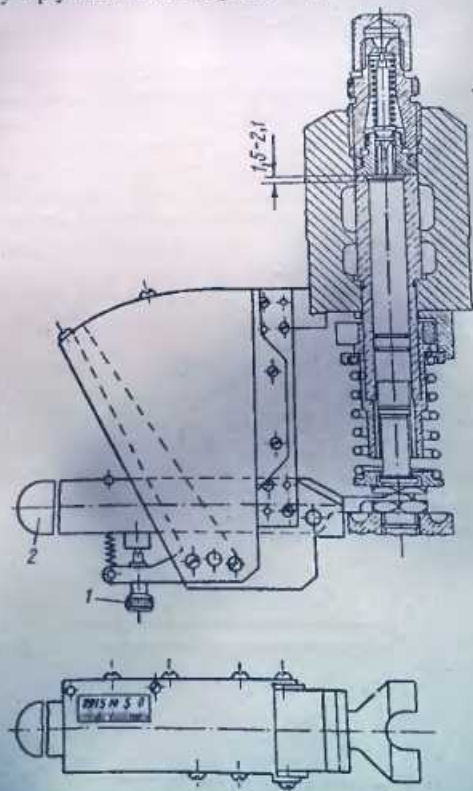


Рис. 128. Приспособление JM9579-245 для проверки зазора между верхним торцом плунжера и седлом нагнетательного клапана

повой шестерни 1,25—1,35 мм, работавшей 1,45 мм. При регулировке зазора разрешается заменять грибки или подшлифовать торцы хвостовиков грибков. Вставляют пару грибков, подлежащих установке в первое окно шестерни, в пружину 6 этого же окна и замеряют штангенциркулем высоту грибков вместе с пей. Определяют по карте обмера окон шестерни действительный размер первого окна, по разности размеров высоты грибков вместе с пружиной и первого окна шестерни — величину предварительного поджатия пружины, с которым она будет установлена в окно шестерни. Предварительное поджатие пружины при сборке поковой шестерни 0,7—0,9 мм, работавшей 0,5—0,9 мм. Поджатие пружины проверяют по разности размеров пружины с грибками и окна, в которое они входят. Если поджатие пружины выходит за допустимые пределы, подбирают новую пружину специальными клещами (рис. 129).

Смазывают установленные в окна шестерни грибки и пружины авиационным маслом, закрывают их двумя дисками 3 (см. рис. 120), которые закрепляют четырьмя болтами 4. Болты устанавливают в шестерню так, чтобы их головки располагались со стороны расточки в ступице шестерни.

Ставят собранную упругую шестерню на хвостовик кулачкового валика топливного насоса, совместив метки. Проверяют роликом диаметром 3,2 мм и индикатором биение начальной окружности зубьев упругой шестерни, определяемое максимальной разностью показаний индикатора, допустимое биение не более 0,1 мм. При повышенном биении переставляют шестерню по шлицам хвостовика.

Ремонт всережимного регулятора включает разборку, дефектацию и сборку.

Разборка регулятора выполняется в приспособлении (см. рис. 120); сначала разбирают регулятор, а затем — топливный насос.

Снятие рычагов, гидравлического упора пуска, катаракта и колпака производится следующим образом. Разбирают соединение рычага 3 (см. рис. 118) с вилкой 2. Выводят рычаг из отверстия вилки и втулки колпака 9, придерживая рукой вилку и проворачивая рычаг. Отсоединяют вилку от плунжера 1, поворачивают ее в горизонтальное положение и выводят сухарики 30 из пазов плунжера. Отворачивают гайки и снимают корпус упора пуска 34, штуцер из корпуса не вывертывают. Вынимают из паза кронштейна 39 поршень с упором и пружиной. Снимать пружину с упора и вывертывать упор без надобности не следует.

Перед снятием катаракта вывертывают иглу 48 из свертыша, но сам свертыш из корпуса не вывертывают. Снимают корпус катаракта и отсоединяют поршень 44 от коромысла 41. Для этого, приподняв поршень катаракта, осторожно выводят из нижней вилки коромысла хвостовик штока катаракта, наблюдая за тем, чтобы не потерялся палец.

Разбирают поршень катаракта, для чего снимают стопорное кольцо 42, регулировочную гайку 43 и вынимают шток катаракта с двумя пружинами.

Колпак 9 регулятора снимают в таком порядке. Отгибают усик от-

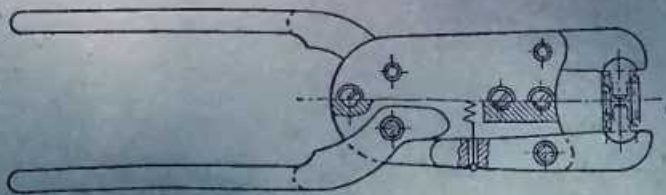


Рис. 129. Клещи ЛМ9690-166 для установки грибков и пружин в упругую шестерню топливного насоса

гибкой шайбы, отвертывают гайку 5 сальника и вынимают из нее уп-  
лотнительное кольцо. Отвертывают шесть гаек крепления, а затем —  
две верхние гайки крепления кнопки к корпусу поршня и две нижние  
гайки и снимают шайбы. Последние две гайки снимают, сильно прижи-  
мая колпак рукой к корпусу поршня, так как внутри колпака распо-  
ложены пять поджатых силовых пружин. Снимают колпак с шпильк кор-  
пуса сервопоршня и с плунжера 1, пять силовых пружин 11 — с направ-  
ляющих стержней 12; вынимают из кронштейна 39 ось 40 и коромысло  
41, осторожно выводя его из зацепления со стержнем 6. Расшплинто-  
ывают ось, отсоединяют стержень 6 от плунжера 1 и золотника 15.

Разборку плунжера производят следующим образом. Выни-  
мают из плунжера 1 сухарь и снимают с него резиновое кольцо. Вытал-  
кивают из плунжера стержень 6 с установленными на нем деталями.

Снятие масляного фильтра и корпуса выполняется таким  
образом. Отсоединяют рычаг 32 от рейки топливного насоса. Снимают  
рычаг с вилки 29, ослабив гайку стяжного болта, вынимают из паза вил-  
ки шпонку, снимают трубку подвода масла к регулятору, вывернув шту-  
цер 13 из корпуса поршня, а также болт из корпуса масляного фильтра.  
Снимают масляный фильтр и корпус поршня. Отсоединяют вилку от  
поршня, повернув для этого ее, и выводят сухарики 27 из пазов хво-  
стовика поршня, вынимают сухарики из отверстий вилки. Вынимают  
поршень из корпуса, сняв с него два поршневых пальца. Снимают кор-  
пус регулятора.

Разборка узла шестерни-водила производится в такой по-  
следовательности. Снимают обе планки, осторожно выбивают из отвер-  
стий шестерни-водила оси грузиков. Снимают грузики и золотник с  
опорным кольцом 18, шестерню-водило 22 и заднее кольцо, поддержи-  
вая шестерню рукой во избежание утери игл (34 шт.) и шайбы. Надева-  
ют снятую шайбу на ось, и от руки наворачивают гайку.

Промывка деталей производится после их разборки. Поршень  
с золотником промывают в бензине отдельно, затем помещают в ван-  
ну с дизельным топливом и, вынимая из нее, проверяют перемещение  
золотника в поршне. Промытые детали регулятора и масляного филь-  
тра укладывают в ящик с ячейками, закрывающийся крышкой, и на-  
правляют на осмотр и дефектацию.

Дефектация необходима для выявления повышенных натиров, ме-  
шающих нормальной работе регулятора, и износов деталей, трещин и  
выкрашивания цементированных поверхностей.

Корпус 16 поршня бракуют при трещинах любого размера и  
расположения. При этом следует иметь в виду, что он обрабатывается  
совместно с корпусом регулятора 17. Задиры или выработку на гильзе  
корпуса поршня зачищают и полируют, после чего замеряют по диа-  
метру  $60A^{+0,03}$  мм. При увеличении диаметра более 60,1 мм гильзу за-  
меняют. Зазор в отверстии под шток поршня 14 (для нового регулятора  
0,008—0,045 мм) при ремонте допускается до 0,1 мм. Уменьшают его  
хромированием наружного диаметра штока поршня с обязательной  
последующей шлифовкой.

Золотник и поршень промывают в профильтрованном топливе.  
Золотник должен перемещаться в поршне под действием собственного  
веса (при угле наклона к горизонту  $45^\circ$ ). Местные сопротивления, пре-  
пятствующие свободному перемещению золотника, не допускаются.  
Поршень 14 имеет внутренний диаметр  $12^{+0,1}$  мм, диаметр буртиков  
золотника 15 равен  $12^{+0,08}_{-0,02}$  мм. Монтажный зазор между золот-  
ником и поршнем для нового регулятора допускается 0,01—0,03 мм,  
для ремонтного он не должен превышать 0,05 мм. Грузик с трещинами  
любого размера и расположения бракуют. При зазоре внутреннего диа-  
метра втулки (7Л  $^{+0,05}_{+0,023}$  мм) с осью грузика не более 0,1 мм втул-  
ку заменяют. Новую втулку запрессовывают в грузик с натягом

0,005—0,065 мм, развернув внутренний диаметр до размера, обеспечивающего зазор с осью 0,018—0,055 мм, и затем протяжкой нарезают спиральные канавки (для смазки).

Опорное кольцо 18 должно легко вращаться на шариках на шейке золотника и надежно фиксироваться замковым кольцом. При неисправности опорное кольцо снимают с золотника, а шарик и рабочие поверхности его и золотника осматривают и, если нужно, тщательно зачищают и полируют. При замене шариков необходимо помнить, что разномерность их по диаметру не должна превышать 0,005 мм.

Шестерня-водила 22 должна иметь зазор в зацеплении с другой шестерней топливного насоса 0,1—0,3 мм, при этом разномерность его допускается не более 0,1 мм. Трещины любого размера и расположения, а также скол азотированного слоя на зубьях не допускаются.

Замеряют внутренний диаметр (16, 2А<sup>+0,019</sup> мм) под иголки, который при ремонте допускается до 16,2 мм. Иглы при удовлетворительном состоянии наружной поверхности не заменяют. При установке новых игл обеспечивают требуемый зазор по чертежу, разномерность игл по диаметру в комплекте (34 шт.) не более 0,005 мм.

Ось 21 шестерни-водила запрессована в торцовую крышку топливного насоса, расположенных по диагонали, направляющие шпильки В случае замены оси вывертывают болты, нагревают торцовую крышку в масляной ванне до 80°C и ручным прессом выпрессовывают ось.

Новую ось запрессовывают в торцовую крышку приспособлением ЛМ9690-194 в следующем порядке. Ввертывают в два отверстия топливного насоса, расположенных по диагонали, направляющие шпильки приспособления, нагревают крышку в масляной ванне до 80°C и ставят ее на плиту приспособления. Надевают на две внутренние шпильки ось, затем оправку приспособления и ручным прессом запрессовывают ось в крышку. Вывертывают из крышки направляющие шпильки и закрепляют ось четырьмя болтами, после чего промывают крышку в бензине и обдувают сжатым воздухом.

В корпусе и поршне 44 катаракта не должно быть натиров на поверхностях диаметром 24 мм. Натирь полируют, после чего замеряют диаметр корпуса (24А<sup>+0,045</sup> мм) и диаметр поршня (24<sup>-0,040</sup>/<sub>-0,055</sub> мм).

Зазор между поршнем и корпусом катаракта для нового регулятора 0,04—0,10 мм, а для ремонтного до 0,12 мм обеспечивается хромированием поршня катаракта с последующей полировкой.

Проверяют усадку и потерю упругости пружин. Длина основной пружины 7 регулятора в свободном состоянии  $71 \pm 0,5$  мм, при ремонте 69,5 мм. Силовая пружина 11 имеет длину в свободном состоянии  $105 \pm 1,5$  мм, при ремонте 101 мм, пружина 47 катаракта в свободном состоянии  $25 \pm 0,5$  мм, при ремонте 24 мм, пружина упора пуска соответственно  $20^{+1,0}$ /<sub>-0,5</sub> и 19 мм. Натирь на наружной поверхности витков пружин не являются браковочным признаком, их зачищают и полируют с последующим оксидированием.

Сборка регулятора производится на собранном топливном насосе, установленном в приспособлении (см. рис. 119). При этом особое внимание обращают на чистоту, а также на легкость перемещения деталей регулятора.

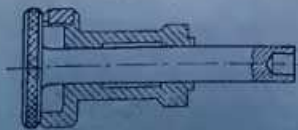


Рис. 130. Направляющая оправка ЛМ9690-160 для установки шестерни-водила на ось

Сборка узла шестерни-водила выполняется в такой последовательности. Надевают шестерню-водилу на направляющую оправку (рис. 130), в зазор между оправкой и шестерней заводят семнадцатую иглу, предварительно смазав их авиационным маслом. Затем, надев на оправку шайбу, заводят второй ряд игл (17 шт.). Уста-

шайбу так, чтобы фаска ее была расположена в сторону галтели на оси, вдавливают направляющую оправку на резьбовую часть оси 21 (см. рис. 118) шестерни-водилы и сдвигают с оправки шестерню-водилу вместе с иглами на ось. Ставят на ось шайбу фаской в сторону опорного торца оси, наворачивают гайку 19 (резьба левая) и затягивают ее торцовым ключом.

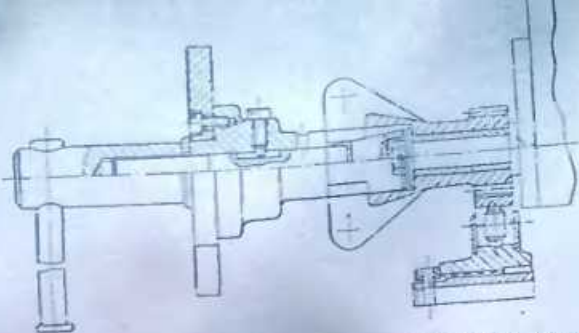


Рис. 131. Приспособление для проверки зазора в зацеплении шестерни-водила регулятора с упругой шестерней топливного насоса

Проверяют зазор в зацеплении шестерни-водилы с упругой шестерней топливного насоса приспособлением (рис. 131) и индикатором со стойкой. При установке ножки индикатора на риску звездочки диаметром 74,4 мм величину показания его уменьшают в 2,5 раза для получения действительного зазора. Зазор в зацеплении (0,1÷0,2 мм) проверяют не менее чем в восьми точках. Допускается увеличение зазора до 0,3 мм, но равномерность его не должна превышать 0,1 мм.

Индикатором проверяют осевой зазор шестерни-водилы на оси, который должен быть в пределах 0,032—0,270 мм, допустимый при ремонте 0,32 мм.

После проверки указанных зазоров кончат гайку штифтом и ставят опорное кольцо, фиксирующее его. Если опорное кольцо снято с золотника, необходимо предварительно собрать его с золотником. Для этого надевают кольцо на золотник так, чтобы между фланцем их остался зазор, в который опускают десять шариков. Прижимают к фланцу золотника опорное кольцо и заводят в его выточку замковое кольцо. Затем, проверив плавность вращения опорного кольца на шейке золотника, вводят эти детали в шестерню-водилу до упора в торец гайки. Заводят два грузика в паз шестерни-водилы и ставят оси на свои места, пользуясь имеющимися на них и на шестерне-водиле метками.

Проверяют легкость проворачивания грузиков на осях и щупом осевой зазор грузиков в пазу шестерни-водилы, который должен быть в пределах 0,025—0,130 мм (при ремонте допускается до 0,2 мм). Максимально возможное расхождение каждого грузика (размер А, рис. 132) должно быть в пределах  $25 \pm 1$  мкм, допустимая разность размеров А для одной пары грузиков — не более 0,5 мм.

Устанавливают две планки на шестерню-водилу. Следует иметь в виду, что применена новая конструкция крепления планок: вместо винтов, контрящихся проволокой, используют болты с круглыми отгибными шайбами. Это изменение внесено в связи с тем, что были случаи обрыва проволоки и, как следствие, отворачивание винтов, что приводило к поломке зубьев шестерни-водилы и аварии дизеля.

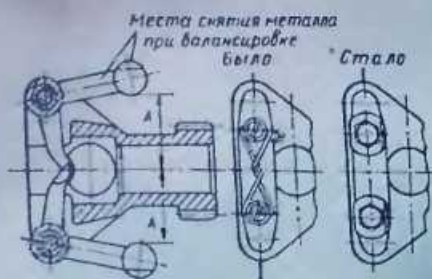


Рис. 132. Шестерня-водила регулятора, собранная для балансировки с грузиками

При сборке регулятора нужно учитывать, что новая шестерня-водила, собранная с осями грузиков и фиксирующая оси планками, закрепленными болтами, перед установкой в регулятор подвергается динамической балансировке. Базой для балансировки является внутренняя поверхность, металл снимается с торцов и углов шестерни. Допускается дисбаланс не более 1 гсм. По окончании балансировки пологие планки на шестерне фиксируются метками.

После ремонта шестерня-водила, собранная с грузиками и планками, вторично подвергается динамической балансировке при трех положениях грузиков:  $A=12$  мм,  $A=18$  мм и  $A=25$  мм. Металл снимают с лысок на головках и с полок грузиков за счет уменьшения толщины полки с 5 до 4,5 мм, дисбаланс не более 2 гсм. Грузики клеймят порядковыми номерами для возможности установки их при сборке регулятора в те же проушины шестерни-водила.

Новая шестерня-водила должна быть отбалансирована. Динамическая балансировка, как исключение, может быть заменена статической, но произведенной на специальной оправке; дисбаланс не более 2,5 гсм. Если в шестерню-водилу установлен хотя бы один новый грузик, она должна быть вторично отбалансирована. Новые грузики комплектуют по весу парами, разность веса пары должна быть не более 0,5 г. Динамическая балансировка шестерни-водила с грузиками, как исключение, может быть заменена статической. Ее разрешается выполнять при одном положении грузиков  $A$ , равном 25 мм. Дисбаланс не более 5 гсм; в случае замены осей грузиков балансировка шестерни-водила не требуется.

Сборка корпуса регулятора и установка его на топливный насос производятся в следующем порядке. Убедившись в свободном перемещении колец в канавках поршня 14 (см. рис. 118), смазывают кольца авиационным маслом, а стыки их разводят под углом 180° один к другому. В корпус 16 поршня, повернутый гильзой вверх, ставят конусную оправку (рис. 133), и, смазав хвостовик поршня авиационным маслом, заводят поршень с кольцами в корпус. Поршень должен перемещаться плавно, без прихватываний.

Укладывают в кольцевые канавки вилки 29 (см. рис. 118) по резиновому кольцу 28, а в отверстия вилки ставят два сухарика 27. Смазывают маслом шейки и укладывают вилку в корпус поршня (оба сухарика одновременно вводят в пазы хвостовика поршня).

Наносят на плоскость разъема корпуса регулятора и корпуса поршня тонким слоем лак «герметик». Надевают собранный с вилкой и поршнем корпус поршня на шпильки корпуса 17 регулятора и соединяют, равномерно затянув гайки. После соединения корпусов на шестигранный конец вилки 29 надевают ручку аварийного пуска 26 и, поворачивая вилку из одного крайнего положения в другое, убеждаются в равномерном вращении ее в корпусе регулятора. Надевают на шпильки корпуса регулятора прокладку. Направляя золотник 15 так, чтобы он вошел в поршень 14, корпус регулятора крепят на торцевой крышке топливного насоса. Навертывают на штуцер для слива масла из регулятора защитную заглушку. Установив в паз вилки 29 шпонку, закрепляют стяжным болтом на вилке рычаг 32. Зазор между рычагом и корпусом регулятора должен быть не менее 0,8 мм. Поворачи-

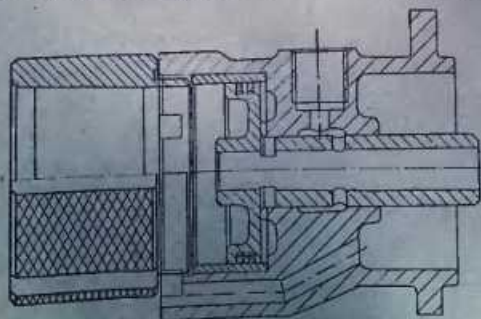


Рис. 133. Конусная оправка для установки поршня в сборе с кольцами

вая кулачковый валтик топливного насоса, проверяют плавность хода золотника в поршне. При этом золотник надо брать за выступающий из поршня хвостовик.

Сборка плунжера регулятора и соединение стержня с золотником выполняются в таком порядке. Надевают на стержень шайбу и основную пружину 7 регулятора, а затем фланец, совместив отверстие под штифт в нем с отверстием в стержне, вставляют и контрят штифт с обеих сторон ударами керна по фланцу. Промывают стержень в бензине. Вводят обратный стержень в плунжер 1, надевают на сухарь с пазами резиновое кольцо, смазав маслом, ставят в плунжер сухарь так, чтобы пазы его точно совпадали с пазами плунжера. После сборки плунжера соединяют стержень 6 с золотником 15. Для этого паз стержня, установленного в плунжер, совмещают с хвостовиком золотника и соединяют стержень с золотником осью, а затем надевают на нее шайбу и контрят шиллнтом.

Установка колпака 9 регулятора производится в такой последовательности. Надевают на шпильки корпуса 16 поршня прокладку и кронштейн 39. Ставят на соединенный со стержнем плунжер направляющие 12 пружин в выточку поршня 1 так, чтобы большее расстояние между стержнями находилось внизу. Повернув стержень 6 с золотником 15 в положение, при котором соединяющая их ось будет расположена горизонтально, вводят в его отверстие палец. В пазу кронштейна 39 коромысло 41 размещают так, чтобы стержень и установленный в него палец вошли в верхнюю вилку коромысла. В этом положении соединяют коромысло с кронштейном осью 40.

Надевают на шпильки корпуса поршня прокладку. Ставят на стержни силовые пружины 11, смазывают плунжер 1 и заводят его во втулку колпака 9. Пружины 11 должны войти в гнезда стакана колпака. Преодолевая сопротивление пружин 11, сажают колпак 9 на шпильки корпуса поршня; при этом надо наблюдать за тем, чтобы запрессованный в колпак установочный штифт вошел в отверстие кронштейна. Удерживая колпак рукой, навертывают на шпильки корпуса поршня две средние гайки и легко затягивают их ключом. На остальные четыре шпильки ставят по простой и пружинной шайбе, навертывают гайки и легко затягивают ключом. Отвернув ранее накрученные гайки, подкладывают под них шайбы, вновь навертывают гайки и окончательно затягивают все шесть гаек.

Сборка и установка катаракта производятся в таком порядке. Закладывают в поршень 44 катаракта пружину 47, устанавливают шток 45 и надевают на него пружину 46, ввертывают регулировочную гайку 43 в поршень так, чтобы торец гайки был заподлицо с торцом поршня, а прорезь совпала бы с одним из отверстий в последнем. Регулировочную гайку контрят стопорным кольцом 42, усик которого должен войти в ее прорезь через совмещенное с прорезью отверстие в поршне катаракта.

Ставят в отверстие корпуса катаракта резиновое кольцо и ввертывают на несколько оборотов ввертыш. Навинчивают на ограничитель 38 гайку и устанавливают его в ввертыш, после чего последний плотно прижимается к резиновому кольцу и контрится вязальной проволокой. Затем окончательно ставят ограничитель 38 в ввертыш, выдержав размер  $22 \pm 0,5$  мм от торца корпуса катаракта до внутренней полости головки ограничителя, и также контрят проволокой.

Надевают на шпильки колпака 9 прокладку, в отверстие штока катаракта ставят палец и соединяют поршень с коромыслом 41 так, чтобы хвостовик штока и палец вошли в нижнюю вилку коромысла. Смазывают поршень 44 маслом и осторожно заводят на него корпус катаракта, после чего сажают корпус на шпильки колпака и закрепляют двумя гайками. Проверяют перемещением плунжера 1 легкость и плавность

движения деталей механизма регулятора, а затем ввертывают иглу 48 с гайкой в ввертыви до упора в коническое отверстие корпуса 49 катаракта. Отвернув иглу на один с половиной два оборота, контрят ее в этом положении гайкой и вязальной проволокой, а затем пломбируют. Неправильная установка иглы катаракта может привести к нарушению нормальной работы регулятора. Окончательно установленную и законченную иглу закрывают накидной гайкой, установив под нее медно-асбестовое кольцо.

Установка упора пуска производится так. На поршень 33 с упором надевают пружину и заводят упор через паз в кронштейне 39 во внутреннюю полость колпака до соприкосновения лапки 37 упора с ограничителем 38. На шпильки колпака 9 укладывают прокладку, смазывают поршень упора маслом и ставят корпус 34 упора так, чтобы поршень вошел в него. Закрепляют корпус упора двумя гайками, установив под них шайбы. На ввернутый в корпус упора штуцер наворачивают глухую гайку с прокладкой.

Сборка уплотнения плунжера и установка рычагов управления регулятором выполняются в следующем порядке. Надевают на выступающую из колпака 9 часть втулки с резьбой отгибную шайбу. Легко затягивают гайку 5 с уплотнительным кольцом на втулке, не допуская чрезмерного зажатия плунжера уплотнительным кольцом. Перед установкой рычагов управления поворачивают плунжер 1 во втулке колпака так, чтобы нанесенная на торце его риска была расположена снизу. Это будет свидетельствовать о том, что скос, имеющийся на противоположном конце, также находится снизу. Заводят вилку 2 на плунжер так, чтобы сухарик 30 вилки вошли в пазы плунжера и расположенного на нем сухаря. Затем во втулку колпака вводят рычаг 3, предварительно смазав его маслом.

Устанавливают вилку 2 напротив втулки колпака и продвигают рычаг 3 так, чтобы он вошел в отверстие вилки, а отверстие под призонный болт в рычаге совместились бы с отверстием в вилке. В совмещенное отверстие ставят призонный болт, надев на него пружинную шайбу и надежно затянув гайку. Перемещением рычага 3 проверяют движение плунжера 1 и регулируют затяжку гайки 5 так, чтобы уплотнительное кольцо было достаточно поджато, но не препятствовало перемещению плунжера рычагом. В этом положении гайку контрят отгибной шайбой. При нормальной затяжке гайка обычно не доходит до упора в торец колпака и имеющийся зазор может быть использован для поджатия уплотнительного кольца при работе регулятора на дизеле.

Соединение рейки топливного насоса с рычагом регулятора и предварительная установка упоров производится в такой последовательности. При отпущенных болтах, стягивающих планки с вилкой, соединяют планки с рычагом 31 регулятора, не наворачивая на болты гайку. За вилку перемещают рейку топливного насоса в сторону уменьшения подачи топлива до упора, при этом положении рейки замечают число делений на планке, расположенное справа от риски на вилке со знаком плюс и слева — со знаком минус. Перемещают рейку в сторону увеличения подачи топлива на четыре деления и соединяют вилку с планками, затянув корончатые гайки стягивающих планки болтов, законтрив их проволокой и опломбировав.

Перемещают после соединения рейки с рычагом регулятора рычаг ручкой 26 аварийного пуска из одного крайнего положения в другое, проверяют, нет ли перекосов (рычаг должен передвигаться без заеданий и прихватований). Установленное соединение рейки насоса с рычагом регулятора фиксируют в формуляре топливного насоса следующим образом: число делений слева от риски (+) — 5,5, число делений справа от риски (—) — 7,5 (конкретное число делений взято как пример). Сумма делений всегда должна быть равна 13.

После соединения рейки насоса с рычагом регулятора устанавливают предварительно упор максимальной подачи топлива. Для этого, поворачивая рычаг 31 ручкой 26, перемещают рейку насоса в сторону увеличения подачи топлива на  $21 \pm 0,5$  мм. При таком положении рейки ввертывают болт 32 упора на рычаге 31 до соприкосновения с запрессованным в корпус регулятора упором, после чего рычаг регулятора отпускают в исходное положение, а болт упора кончат гайкой.

Болт упора «Стоп» ставят так, чтобы при касании вилки упора между вилкой и гайкой плунжера 1 был зазор 1—1,5 мм. После установки болт кончат гайкой. Болт упора максимальной частоты предварительно устанавливают так, чтобы при положении рычага 3 управления регулятором на нем максимальный выход плунжера из колпака был  $75 \pm 1$  мм, в данном положении болт кончат гайкой.

На этом заканчивается сборка топливного насоса и регулятора. Топливный насос направляют на регулировку и испытание.

Регулировка топливного насоса обеспечивает надежную и долговечную работу дизеля, что возможно при равномерной (одинаковой) нагрузке каждого из двенадцати цилиндров, подаче всеми двенадцатью плунжерами топливного насоса в один и тот же момент и одинакового количества топлива в них. В связи с этим необходимо регулировать момент начала подачи топлива насосом, проверять герметичность нагнетательных клапанов и регулировать количество топлива, подаваемого насосом. Такие проверки и регулировки производят через 1000 ч работы дизеля и после полной или частичной разборки насоса и дизеля.

Момент начала подачи топлива плунжерами топливного насоса регулируют статическим методом на специальном стенде (рис. 134). Устанавливают насос 1 на кронштейны стенда и соединяют его с маховиком 2 рессорой. Благодаря радиальному зазору в шлицевых соединениях стенда и регулируемого насоса рессора должна поворачиваться не более чем на  $1^\circ$ . Иначе нельзя обеспечить требуемую точность регулировки. Подсоединяют шланг подвода топлива. После открытия кранов 4 топливо из расходного бака 5 через фильтры 3 поступает в насос.

Снимают с последнего правую боковую крышку. Устанавливают рейку насоса на упор максимальной подачи топлива. Открывают краны 4 и заполняют топливом насос. На  $\frac{1}{2}$  оборота отвертывают гайку 29 (см. рис. 116) на штуцере 28 отвода топлива из сборника 27 и удаляют воздух из полости 32 корпуса насоса. Для этого вращают штурвал 10 (см. рис. 134) стенда до тех пор, пока топливо не начнет вытекать из штуцера 28 (см. рис. 116) сплошной струей без пузырьков воздуха. Гайку 29 не затягивают. Устанавливают на штуцеры 10 нагнетательных секций насоса 12 менисков (см. рис. 134).

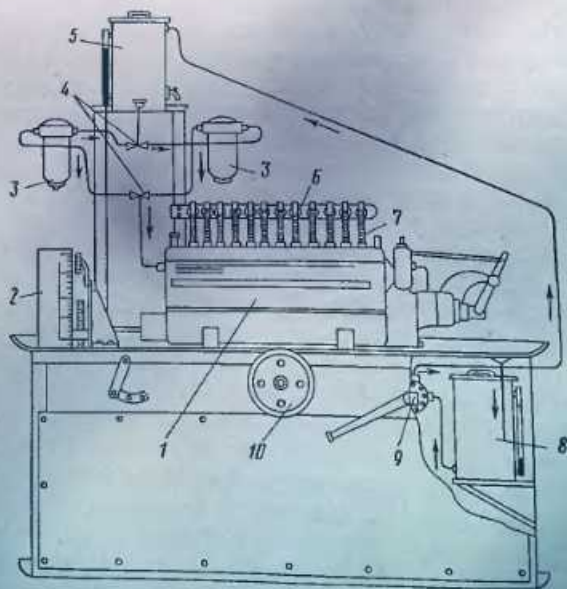


Рис. 134. Схема стенда ЛМ9955-537 для регулировки момента начала подачи топлива плунжерами насоса

При вращении штурвала 10 стенда и поворачивании кулачкового вала насоса против часовой стрелки заполняют топливом все мениски. Затем легкими ударами пальца по трубе мениска (установленной на 2-й секции насоса со стороны привода) удаляют из нее часть топлива с тем, чтобы уровень последнего находился ниже верхней кромки трубки.

Поворачивают кулачковый вал насоса против часовой стрелки, при этом замечают по количеству делений в градусах на шкале маховика 2 стенда момент начала подъема топлива в трубке. Отмеченное на шкале число градусов будет соответствовать моменту начала подачи топлива 2-м плунжером, принимаемому за начало отсчета градусов угла поворота кулачкового вала. Начало подачи топлива остальными плунжерами определяют по шкале на маховике стенда.

Момент начала подъема топлива в мениске определяют визуально или с помощью световой сигнализации 6. Сливаемое из насоса топливо стекает в бачок 8, откуда ручным насосом 9 перекачивается в бачок 5.

Очередность подачи топлива плунжерами и углы поворота кулачкового вала, соответствующие моменту начала подачи топлива, приведены в табл. 24.

Таблица 24

Очередность подачи топлива плунжерами насоса . . . . .	2	11	10	3	6	7	12	1	4	9	8	5
Начало подачи топлива в градусах угла поворота кулачкового вала . . . . .	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330

Отклонение момента начала подачи топлива допускается не более чем на  $0^{\circ}, 5$  для всех плунжеров. Регулируют момент начала подачи топлива плунжером болтами 25 (см. рис. 116). При начале подачи топлива 4-м плунжером ранее заданного (при повороте кулачкового вала на  $239^{\circ}$ , а не на  $240^{\circ}$ ), как указано в табл. 24, следует отконтрить гайку 24 и немного ввернуть болт 25 толкателя 22. Если момент начала подачи топлива наступил позднее (при повороте кулачкового вала на  $241^{\circ}$ , а не на  $240^{\circ}$ ), регулировочный болт нужно несколько вывернуть. При повороте его на одну грань момент начала подачи топлива изменяется примерно на  $50'$ , а зазор между торцом плунжера и седлом нагнетательного клапана (при положении плунжера в в. м. т.) — на  $0,25$  мм. После каждой регулировки начала подачи топлива болт 25 толкателя должен быть надежно законтрен гайкой 24.

После того, как будет отрегулирована подача одним плунжером, проверяют начало подачи топлива всеми плунжерами насоса и зазор между торцом плунжера, находящегося в в. м. т., и седлом нагнетательного клапана специальным приспособлением (см. рис. 128). Для всех секций насоса зазор должен быть в пределах  $1,5$ — $2,1$  мм. От его величины зависит давление впрыска топлива и качество распыливания последнего в цилиндре дизеля. Результаты проверки момента начала подачи топлива каждым плунжером заносят в протокол регулировки насоса.

Герметичность нагнетательных клапанов проверяют на неработающем топливном насосе на стенде (рис. 135) в следующем порядке. Рейку при этом выключают. Открывают кран топливной магистрали стенда и включают топливоподкачивающий насос 16. Отвертывают от штуцера 28 насоса (см. рис. 116) на пол-оборота гайку 29 крепления шланга отсечного топлива. Поворачивают кулачковый вал насоса рукой за маховик электродвигателя 1 (см. рис. 135) стенда и прокачивают насос топливом до появления из-под гайки штуцера, отводящего отсечное

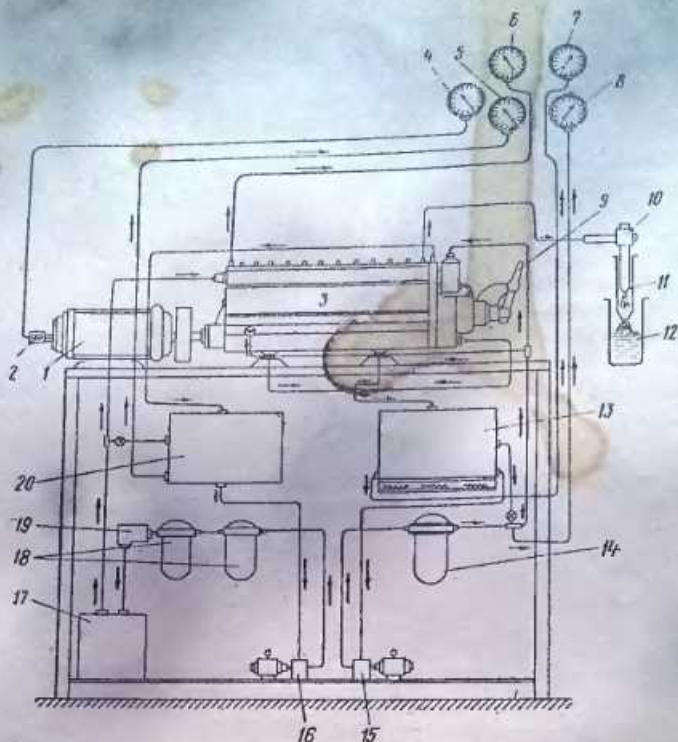


Рис. 135. Схема стенда NS.6109 для регулировки и испытания топливных насосов:

1 — электродвигатель; 2 — счетчик оборотов; 3 — испытуемый топливный насос; 4 — тахометр; 5 — аэротермометр для топлива; 6 — манометр для топлива; 7 — аэротермометр для масла; 8 — манометр для масла; 9 — рычаг управления регулятором; 10 — форсунка; 11 — пеногаситель; 12 — колба (12 шт.); 13 — бак для масла с электрическим подогревом; 14 — масляный фильтр; 15 — маслоподкачивающий насос; 16 — топливоподкачивающий насос; 17 — водяной холодильник; 18, 19 — топливные фильтры; 20 — бак для топлива

топливо, сплошной его струей без пузырьков воздуха, после чего затягивают гайку 29 (см. рис. 116) до отказа. Обдувают все штуцеры 10 нагнетательных секций насоса сжатым воздухом с целью удаления топлива из верхней конической части отверстий штуцеров и, прикрывая запорный кран на магистрали отвода отсечного топлива, создают давление топлива, поступающего в насос,  $1,47 \cdot 10^5$  Па. Медленно проворачивая кулачковый вал насоса рукой, в течение 2 мин наблюдают за уровнем топлива в отверстиях штуцеров 10. Повышение его свидетельствует о негерметичности нагнетательного клапана. В данном случае вывертывают штуцер и снимают клапан, исправляют его или заменяют новым. При выполнении этой работы на собранном насосе после затяжки штуцера 10 снимают с плунжера нижнюю тарелку 17, проверяют легкость перемещения плунжера. Если его не заедает, устанавливают тарелку на место и вновь проверяют герметичность клапанов. При замене клапана новым проверяют его подъем, как указано выше.

Регулировка топливного насоса на количество подаваемого топлива производится на стенде (см. рис. 135), имеющем комплект форсунок одной сортировочной группы. Сначала измеряют максимальное количество топлива, прокачиваемого плунжерами регулируемого топливного насоса 3 при 925 об/мин его кулачкового вала. При этом рычаг 9 управ-

ления регулятором устанавливают на упор максимальной частоты вращения и включают электродвигатель 1, доводя частоту вращения кулачкового вала до 925 об/мин. Ее контролируют приставным центробежным или инерционным тахометром 4 следующим образом. После установления постоянного режима 925 об/мин кулачкового вала перемещают под форсунки 10 полку, на которой находятся двенадцать колб 12, и одновременно включают секундомер. Через 2 мин отводят полку с колбами и останавливают секундомер. Выключают электродвигатель 1 и топливоподкачивающий насос 16.

Взвешивают все колбы с топливом с точностью до 1 г и определяют его количество, поданное каждым плунжером. Результаты взвешивания записывают в протокол регулировки. Каждый плунжер при 925 об/мин вала насоса должен подавать  $500 \pm 20$  г за 1,5 мин прокачки. За 1 ч каждый плунжер подает  $240 \pm 2$  кг. Неравномерность подачи топлива плунжерами должна быть не более 5,5%. Количество топлива, поданного плунжерами за 1 ч, подсчитывают по формуле

$$V_ч = \frac{K}{T} 60 \text{ кг/ч},$$

где  $K$  — суммарная подача топлива всеми плунжерами насоса, кг;  
 $T$  — время подачи топлива всеми плунжерами, замеренное на стенде, мин.

Неравномерность подачи топлива в процентах определяют по формуле

$$p = \frac{g_{\text{макс}} - g_{\text{мин}}}{g_{\text{ср}}} 100,$$

где  $g_{\text{макс}}$  и  $g_{\text{мин}}$  — соответственно максимальное и минимальное количество топлива, поданного одним плунжером;  
 $g_{\text{ср}}$  — средняя арифметическая величина подачи топлива всеми плунжерами:

$$g_{\text{ср}} = \frac{g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{12}}{12},$$

где  $g_1, g_2, g_3, \dots, g_{12}$  — количество топлива, поданного 1, 2, 3, ..., 12-м плунжером.

Если подача топлива насосом за 1 ч превышает  $240 \pm 2$  кг, то регулируют плунжеры, учитывая при этом неравномерность подачи топлива отдельными из них. Для удобства сначала регулируют подачу топлива 2-м плунжером ( $500 \pm 20$  г), а затем всеми остальными. Изменение величины подачи топлива отдельными плунжерами насоса устанавливают следующим образом. Отвертывают стяжной винт 40 (см. рис. 116) зубчатого венца 37, установленного на поворотной муфте 15 регулируемого плунжера, и повертывают втулку 4 вместе с плунжером 5 относительно венца на необходимое число делений, нанесенных на нем.

Величина подачи топлива плунжером во время поворота втулки зубчатого венца на одно деление при 850 об/мин кулачкового вала 35 насоса за 2 мин изменится на 35—40 г, а при 220 об/мин за 10 мин — на 160—220 г. Для увеличения подачи топлива муфту 15 поворачивают по направлению часовой стрелки. После ее поворота закрепляют зубчатый венец 37, затянув стяжной винт 40. Выравнивать подачу топлива между плунжерами насоса разрешается не только поворотом плунжера, но и перестановкой форсунок с одной секции на другую.

После регулировки подачи топлива вновь замеряют количество последнего, поданное каждым плунжером при 925 об/мин вала, определяют подачу топлива плунжерами за 1 ч и неравномерность ее по приведенным формулам. Подача топлива каждым плунжером за 1,5 мин про-

качки его должна составлять  $500 \pm 20$  г, а неравномерность подачи всеми плунжерами не превышать 5,5%. Проверяют и регулируют неравномерность подачи топлива плунжерами при 850 об/мин кулачкового вала. При этом часовая подача его всеми плунжерами составит  $184 \pm 2$  кг. Ее устанавливают подбором щупа на упоре подачи топлива насоса. Каждый плунжер при 850 об/мин кулачкового вала обязан подавать  $510 \pm 20$  г за 2 мин прокачки. Неравномерность подачи топлива плунжерами насоса на данном режиме не должна превышать 3%.

Для обеспечения минимально устойчивой частоты вращения дизеля (500 об/мин) проверяют и регулируют неравномерность подачи топлива насосом при 220 об/мин кулачкового вала. Часовая подача топлива насосом должна быть  $7 \pm 0,5$  кг, устанавливают ее подбором щупа на упоре 32 (см. рис. 118). Эту величину определяют замером количества топлива, поданного всеми плунжерами насоса в течение 10 мин, с последующим ее подсчетом по формулам, указанным выше. Каждый плунжер при 220 об/мин должен подавать не менее 40 г за 10 мин прокачки. Неравномерность подачи топлива плунжерами при этом допускается не более 60%. Если фактическая неравномерность подачи топлива выше, ее регулируют поворотом втулки 4 (см. рис. 116) относительно зубчатого венца 37. Учтявая, что каждая регулировка может нарушить предыдущую, необходимо проверить ее на всех трех режимах: 925, 850 и 220 об/мин.

Регулировку насоса считают законченной только в том случае, когда при 925, 850 и 220 об/мин кулачкового вала насоса неравномерность подачи топлива плунжерами будет соответственно равна 5,5; 3 и 60%.

После выполнения всех регулировок насоса проверяют надежность затяжки стяжных винтов 40 зубчатых венцов и гаек 24 регулировочных болтов толкателей, а также установку пружин 38. Затем укладывают на место прокладку, ставят правую боковую крышку 36 и крепят ее винтами. Отрегулированный топливный насос снимают со стенда и направляют на окончательную сборку дизеля. Если до установки топливного насоса на дизель более трех суток, его вместе с регулятором консервируют.

## § 31. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ДОВОДОЧНЫХ ПАСТ

При ремонте топливной аппаратуры применяют различные доводочные пасты. Хранить пасты и материалы для их приготовления следует в таре, имеющей четкую надпись. Запрещается хранить в одной и той же таре (поперемнно) разные материалы. Для отбора пасты и абразивного порошка нужно пользоваться совком или шпателем.

Абразивные порошки должны иметь маркировку. Их хранят в специальных ящиках, мешках или банках с плотно закрывающимися крышками. На таре для абразивных порошков должна быть этикетка с указанием их вида и зернистости.

В качестве связывающих материалов получили распространение створин, парафин, алейновая кислота. Они должны иметь сертификат поставщика. Перед употреблением их фильтруют через вату.

Пасты можно хранить не более семи дней в закрытой фарфоровой посуде в сухом помещении.

Характеристика паст из абразивных порошков, паст из окиси хрома с абразивным порошком и без него приведена в табл. 25.

Пасты из окиси алюминия делятся на полировочные и паровочные.

Полировочную пасту готовят из окиси алюминия (15%), олеиновой кислоты (55%), стеарина (27%), костяного масла (3%), а паровоч-

Условные обозначения паст	Состав паст	Процент содержания	Способ приготовления
Карборунд зерно 500	Карборунд зерно 500	60	Смешивают нужное количество связующих материалов, полученную смесь подогревают до полного растворения
Карборунд зерно М-14	Ашмасло Корундовый порошок зерно М-14	40 50	
Корунд зерно 325	Корундовый порошок зерно 325	50 70	В горячую смесь постепенно при помешивании добавляют в количестве, предусмотренном составом пасты, абразивный порошок и продолжают перемешивать до полного затвердевания или загустения пасты
Корунд зерно М-28	Олеиновая кислота	21	
	Стеарин	9	
Корунд зерно М-14	Корундовый порошок зерно М-28, М-20	60	
	Олеиновая кислота	31	
Корунд зерно М-7	Стеарин	9	
	Корундовый порошок зерно М-14, М-10	60	
Корунд зерно М-10	Олеиновая кислота	32	
	Стеарин	8	
Окись хрома грубая	Корундовый порошок зерно М-7, М-5	60	
	Олеиновая кислота	28	
Окись хрома средняя	Стеарин	12	
	Корундовый порошок зерно М-10, М-7	60	
Окись хрома тонкая	Олеиновая кислота	30	
	Стеарин	10	
Окись хрома грубая	Корундовый порошок зерно М-25, М-20	70	Растирают окись хрома до полного исчезновения комков.
	Окись хрома	8	Смешивают растертую окись хрома деревянным или эбонитовым шпателем с абразивным порошком до получения однородной массы.
Окись хрома средняя	Парафин	15	Расплавляют связующие материалы до полного исчезновения комков.
	Воск	5	
Окись хрома тонкая	Керосин	2	Добавляют в горячую массу постепенно при помешивании приготовленную смесь порошков, после чего продолжают помешивать до полного затвердевания пасты
	Корундовый порошок зерно М-14, М-10	35	
Окись хрома тонкая	Окись хрома	40	
	Парафин	12	
Окись хрома тонкая	Олеиновая кислота	8	
	Воск	5	
Окись хрома тонкая	Окись хрома	40	
	Олеиновая кислота	40	
Окись хрома тонкая	Стеарин	20	

вочную — из окиси алюминия (6%), олеиновой кислоты (55%), стеарина (37%), костяного масла (2%).

Для приготовления паст окись алюминия размалывают в шаровой мельнице в течение 21—22 ч, после чего очищают от металлических частиц, образующихся вследствие износа деталей шаровой мельницы магнитом. Затем окись алюминия (100 г) помещают в чистые стаканы или другую стеклянную посуду емкостью не менее 750 мл. В стаканы добавляют 600 мл отфильтрованной водопроводной воды, 5 мл соляной кислоты (1:1) и 5 мл азотной кислоты (1:1). Содержимое стаканов тщательно перемешивают стеклянной палочкой, после чего отстаивают в течение 1 ч 30 мин.

Частицы окиси алюминия, находящиеся во взвешенном состоянии, осторожно с помощью сифона удаляют в колбы.

Для коагуляции и быстреего осаждения окиси алюминия в нее вводят насыщенный раствор сернокислого натрия из расчета 10—15 мл на каждые 100 г первоначально взятой окиси алюминия. Для приготовления насыщенного раствора сернокислого натрия 161 г соли растворяют в 1 л воды. Раствор отстаивают не менее 15 мин.

Прозрачную часть отстоявшегося раствора сливают посредством сифона. Ее в дальнейшем не используют. Осадок окиси алюминия помещают в воронку и фильтруют через складочный фильтр.

Вместе с фильтром осадок просушивают в фарфоровой чашке в термостате в течение 3 ч при 110°C. Просушенную окись алюминия растирают в фарфоровой чашке, после чего ее прокалывают при 1000—1100°C в течение 2 ч. На дно фарфоровой чашки насыпают по 16 г фтористого аммония, а сверху его — по 200 г прокаленной окиси алюминия. Содержимое чашки вновь прокалывают при 1000—1100°C в течение 1 ч.

Прокаленную окись алюминия очищают от образовавшейся корки и тщательно растирают в ступке до получения мельчайшего порошка-пудры. Корку растирают, полученный при этом порошок просеивают через сито и используют для приготовления пасты окиси алюминия грубая.

Пасту готовят следующим образом. Смешивают нужное количество олеиновой и стеариновой кислот, подогревают смесь до полного растворения стеарина, затем фильтруют через вату. В полученную смесь постепенно при постоянном помешивании добавляют отвешенное количество приготовленной пудры окиси алюминия и костяного масла, продолжая помешивать до полного затвердевания.

## Глава VII

### РЕМОНТ РЕВЕРСИВНОЙ МУФТЫ

#### § 32. ТЕКУЩИЯ (МАЛЫЙ) РЕМОНТ РЕВЕРСИВНОЙ МУФТЫ

Регулировка реверсивной муфты на судне производится через 500 ч ее работы или при длительном переключении муфты с переднего хода на задний и с заднего на передний (свыше 6 сек). При этом проверяют: затяжку тормозной ленты, регулировку фрикциона синхронизатора и тяг гидравлического управления, дозатяжку выцентровочных винтов осей рычагов управления дизелем и реверсивной муфтой.

Проверка затяжки тормозной ленты выполняется динамометром по усилию включения муфты заднего хода рычагом ручного управления. Если реверсивная муфта переключается с холостого хода на задний усилием менее чем 65 кгс, нужно убедиться, нет ли прижогов (цветов побежалости) на тормозном барабане, после чего отрегулировать механизм затяжки ленты. При прижогах на тормозном барабане разбирают реверсивную муфту для замены тормозного барабана и тормозной ленты.

При определении усилия затяжки тормозной ленты динамометр 1 подсоединяют к перекладине ручного управления 2 так, как показано на рис. 136. Направление усилия должно быть перпендикулярно оси рычага. Прежде чем приступить к регулировке механизма затяжки ленты (рис. 137), необходимо отсоединить суфлирующие трубки от суфлеров, снять вместе с суфлерами 16 (рис. 138) обе боковые крышки 15 суппорта и маслоотражатель 14, закрывающий доступ к механизму затяжки, расконтрить болты 16 (см. рис. 137) крепления замка 13 шлицевой гайки 14 и стопорный болт 19 серыги 15, снять замок 13 и отпустить на пол-оборота стопорный болт 19.

Усилие затяжки тормозной ленты регулируют шлицевой гайкой 14. При повороте ее по часовой стрелке на одну шлицу усилие затяжки увеличивается примерно на 5 кгс (на плече рычага ручного управления).

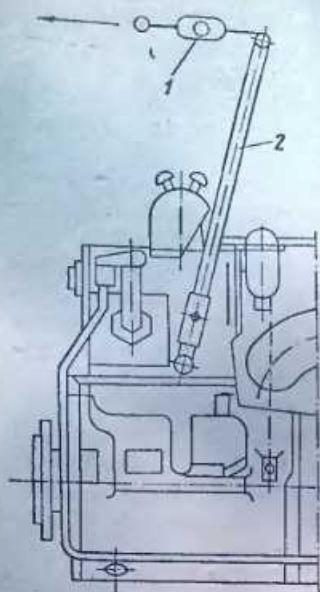


Рис. 136. Схема подсоеди-  
нения динамометра при  
определении усилия затяж-  
ки тормозной ленты

При нормальной регулировка усилие включе-  
ния должно быть 70—85 кгс. По окончании ре-  
гулировки ставят на место замок 13, затяги-  
вают стопорный болт 19, контрят болты 16 и  
19 вязальной проволокой, устанавливают мас-  
лоотражатель и крышки суппорта, присоеди-  
няют трубку к суфлерам.

Проверка регулировки фрикциона синхро-  
низатора производится на неработающем ди-  
зеле в такой последовательности. Снимают  
крышку с боковых лючков на картере ревер-  
сивной муфты и визир со шпилек. Включают  
реверсивную муфту ручным управлением в  
положение переднего хода. Проворачивая ди-  
зель вручную, замеряют в трех местах (у шпи-  
лек) расстояние от торца корпуса фрикциона  
до торца подвижного конуса и торца тарелки  
пружины (размеры А и Б, рис. 139). Во избе-  
жание ошибки замеры повторяют несколько  
раз. Определяют среднюю величину выступа-  
ния  $H_{cp}$  торца тарелки над торцом подвижно-  
го конуса

$$H_{cp} = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{3},$$

где  $H_1 = A_1 - B_1$ ;  $H_2 = A_2 - B_2$ ;  $H_3 = A_3 - B_3$ ,

где  $A_1, A_2, A_3$  — расстояния от торца корпуса фрикциона до торца под-  
вижного конуса, замеренные в трех местах;

$B_1, B_2, B_3$  — расстояния от торца корпуса фрикциона до торца та-  
релки пружины, замеренные в трех местах.

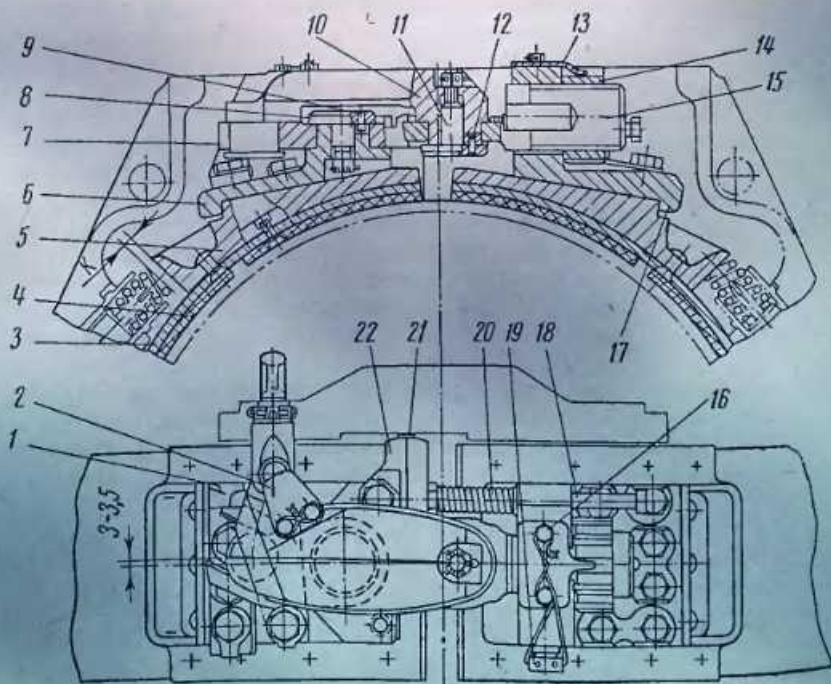


Рис. 137. Лента тормозная



При подсчете  $H_{ср}$  следует иметь в виду, что если торец тарелки пружины выступает над торцом подвижного конуса (при  $A > B$ ), то ее величину берут со знаком плюс. В случае выступания торца подвижного конуса над торцом тарелки пружины (при  $A < B$ ) величину  $H_{ср}$  берут со знаком минус, с этим же знаком ставят ее в формулу.

Устанавливают, на какую величину изменилась начальная регулировка синхронизатора по формуле

$$H = H_{ср} - H_{\phi}$$

где  $H_{ср}$  — среднее значение замеров;

$H_{\phi}$  — значение по формуляру.

В формуляре « $+H$ » — обозначают выступание торца тарелки пружины над торцом подвижного конуса, а « $-H$ » — выступание торца подвижного конуса над торцом тарелки пружины. Эти знаки надо принимать во внимание при определении величины  $H$ . Например, в формуляре  $H_{\phi} = +0,25$  мм, по замерам  $H_{ср} = 0,8$  мм. В данном случае первоначальная регулировка изменится на величину  $H = H_{ср} - H_{\phi} = 0,8 - 0,25 = 0,55$  мм.

В формуляре  $H_{\phi} = -0,25$  мм, по замерам  $H_{ср} = 0,6$  мм. Первоначальная регулировка изменится на величину  $H = H_{ср} - H_{\phi} = 0,6 - (-0,25) = 0,85$  мм.

Если величина  $H$  изменилась более чем на 0,5 мм, необходимо отрегулировать синхронизатор. Для этого следует:

проворачивая вручную вал дизеля, установить один из пальцев держателей 1 (см. рис. 139) против лючка и переключить реверсивную муфту ручным управлением в положение холостого хода;

расконтрить болты крепления пальцедержателя 1 к корпусу фрикциона и вывернуть их на пять-шесть оборотов. Осторожно вывинтить

один из двух болтов и снять вместе с подложенным под его головку угольным и стопорной шайбой. Пальцедержатель и пакет регулировочных прокладок 2 отодвинуть по 2-му болту от корпуса фрикциона и выдвинуть из-под пальцедержателя прокладку, придерживая ось углового рычага;

отделить из пакета прокладку, приблизительно равную по толщине величине первоначальной регулировки (взятой из формуляра дизеля). При значении  $H = 0,5 + 0,75$  мм вынуть прокладку толщиной 0,5 мм, при  $H = 0,75 + 1$  мм — толщиной 1 мм. Прокладка толщиной 0,5 мм расположена первой к пальцедержателю. Вторая прокладка имеет толщину 1 мм. Остальные прокладки завести обратно под пальцедержатель.

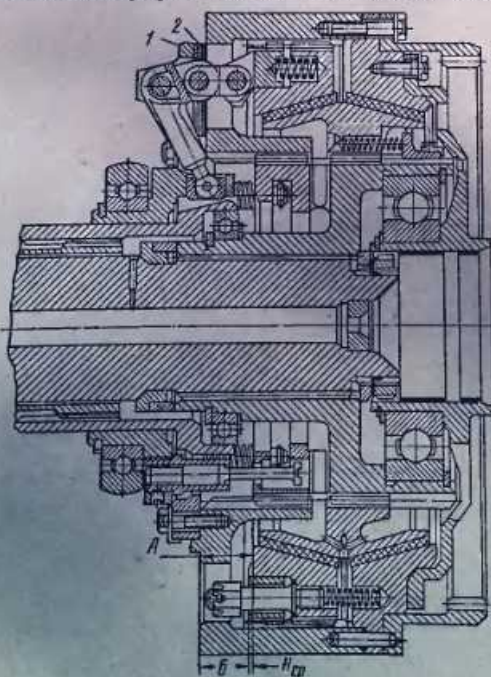


Рис. 139. Синхронизатор

тель, повернув болт с угольником и стопорной шайбой на пять-шесть оборотов. Снять второй болт крепления пальцедержателя к корпусу фрикциона (с угольником и стопорной шайбой), придерживая отделившую прокладку, вынуть ее из-под пальцедержателя. Болт с угольником и стопорной шайбой установить на место. Во время снятия прокладки наблюдать за тем, чтобы в картер не упали детали и из расточки каретки не вышел сферический конец углового рычага с сухарем;

притянуть болтами к корпусу фрикциона пальцедержатель с регулировочными прокладками;

повторить все операции с двумя остальными пальцедержателями, включив предварительно ручным управлением передний ход;

переключить муфту ручным управлением на передний ход и определить величину среднего выступания торца подвижного корпуса, как это было сделано выше. Найденное значение  $H_{ср}$  должно отличаться от указанного в формуляре муфты не более чем на 0,3 мм. Толщину вынутых прокладок, а также значение  $H_{ср}$  записать в формуляр муфты;

законтрить болты крепления пальцедержателей, установить визир (уголками против риска, выбитых на картере) и закрыть крышками боковые лючки картера.

*Проверка регулировки тяги гидравлического управления* выполняется при снятии ее с гидравлического управления. Тягу регулируют по размеру  $A$ , записанному в формуляре дизеля. Ее регулируют при положении рукоятки гидравлического управления на «Стоп». Вращением тяги в наконечниках определяют расстояние  $A$  между их торцами. После этого тягу контрят. Диаметральная риска на торце золотника должна быть расположена примерно горизонтально, а радиальная — направлена вверх.

*Дозатяжка выцентровочных винтов осей рычагов управления дизелем и реверсивной муфтой* производится после каждых 120 ч работы дизеля. Невыполнение ее приводит к износу конических поверхностей осей и выходу из строя пульта управления. Дозатяжку выполняют в такой последовательности. Отпускают гайки 52 (см. рис. 162) на клиньях рычагов во избежание смещения и перекоса последних в пазах пульта управления и контргайки 51. Выбирают люфт по конусам осей рычагов выцентровочными винтами 50, после чего поджимают ими оси не менее чем на один оборот, при этом рычаги управления дизелем и реверсивной муфтой должны свободно проворачиваться на центрах. Фиксируют контргайки 51 винтами 50. Выставляют рукоятки управления по осям пазов в корпусе управления и затягивают клинья гайками 52.

**Неисправности реверсивной муфты, их причины и способы устранения** в судовых условиях.

*Медленное переключение муфты с переднего хода на задний* (нормально не более 6 сек, включая выдержки 1—1,5 сек на холостом ходу) или с заднего хода на передний приводит к прижогу тормозной ленты или конусов синхронизатора, в результате чего муфта выходит из строя. Оно возможно вследствие пониженного давления масла в главной магистрали. Реверсирование выполняется при давлении масла  $5,39 \cdot 10^5$  Па. Однако в некоторых случаях на дизелях, проработавших более 300 ч, при температуре масла на входе около  $70^\circ\text{C}$  давление его на оборотах реверсирования падает до  $(3,9 \div 4,4) \cdot 10^5$  Па. Для устранения неисправности повышают давление масла в главной магистрали редуцированным клапаном на маслонагнетающем насосе до значения, рекомендуемого инструкцией по эксплуатации ( $5,39 \cdot 10^5$  Па), или понижают температуру его на входе манипулятором краном до величины, при которой давление будет не ниже  $5,88 \cdot 10^5$  Па, а температура не ниже  $40^\circ\text{C}$ .

Если давление масла при реверсировании не ниже  $5,88 \cdot 10^5$  Па, а муфта переключается медленно, проверяют ее регулировку, как указано выше.

Муфта не переключается гидравлическим управлением вследствие неправильной установки его крана. При этом проверяют установку крана, а при необходимости регулируют. Иногда муфта не переключается из-за низкого давления масла в главной магистрали. В данном случае регулируют давление до величины не менее  $5,88 \cdot 10^5$  Па. Часто муфта не переключается после ее неправильной переборки или регулировки тяги гидравлического управления. При этом проверяют установку рычажного механизма суппорта и тяги гидравлического управления, восстанавливают размер А (см. рис. 139) согласно записи с формуляре дизеля.

Обрыв или прижог тормозной ленты приводит к тому, что реверсивная муфта не переключается на задний ход. Если в ленте трещина или незначительный прижог, включение ее на задний ход происходит медленно. Дефектную тормозную ленту заменяют. Если габариты машинного отделения судна и конструкция гребного вала позволяют, то ее заменяют, не разъединяя картер реверсивной муфты от картера дизеля.

Для замены тормозной ленты в судовых условиях снимают суппорт, демонтируют механизм ее затяжки (см. рис. 137) и подвески 4 (рис. 140) с вильчатым рычагом 6, закрепляют вал реверсивной муфты в картере, установив болты-домкраты 10 и 11 до упора в корпус фрикциона, и подвешивают вал в картере. Перед тем как отодвинуть вал муфты от дизеля, замечают положение градуировки на синхронизаторе относительно нити визира. Для этого снимают лючок, закрывающий визир. После того как вал будет отодвинут, чтобы не нарушить регулировку дизеля, проворачивать коленчатый вал запрещается.

Подвешивать вал надо так, чтобы при последующих работах, когда вал будут передвигать в сторону от дизеля, он не потерял соосности с валом дизеля. Отсоединяют заднюю стенку от картера 1. После этого отворачивают гайку 9 (рис. 141), которой крепится фланец вала отбора мощности, и, отодвинув фланец вала с задней стенкой, сдвигают ленту в корму с тормозного барабана 22 (рис. 142). Стягивают концы накладок

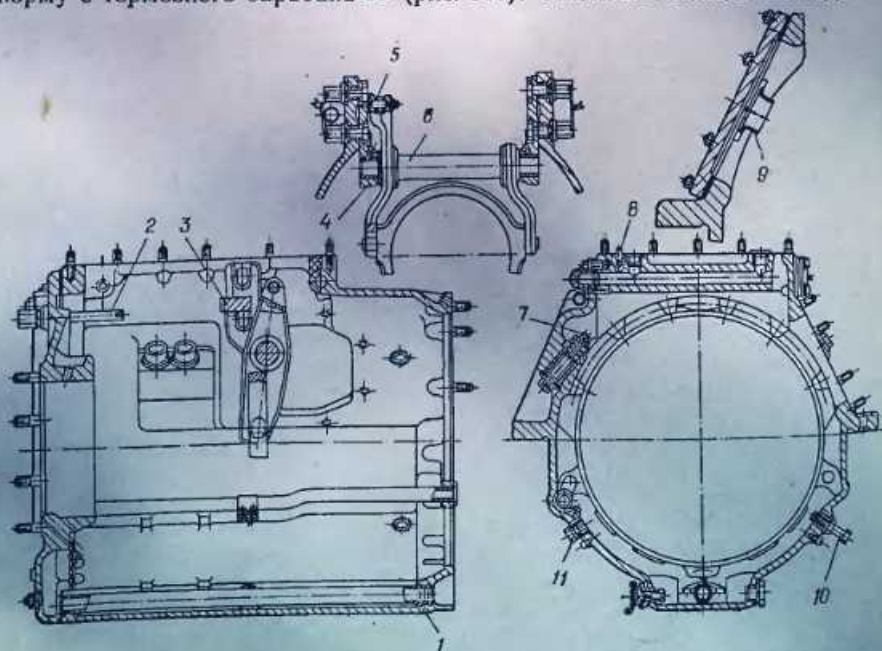


Рис. 140. Картер муфты

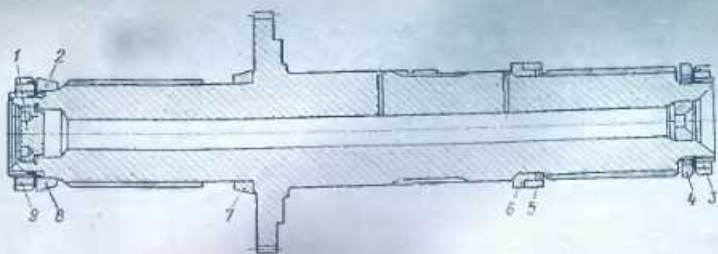


Рис. 141. Вал

5 (см. рис. 137) ленты проволокой и вынимают ее через отверстие в картере. Заполировывают неровности или пригар на наружной поверхности тормозного барабана, устанавливают новую тормозную ленту и приступают к сборке реверсивной муфты. Ее выполняют в порядке, обратном порядку при разборке.

После сборки регулируют натяжку тормозной ленты, как указано выше. По окончании регулировки проверяют зазор между тормозным барабаном и лентой. Его измеряют щупом по всей окружности барабана. Он должен быть не менее 0,7 мм. Вал устанавливают на место после замены ленты так, чтобы нить визира была расположена против той же метки, что и до разборки. При этом необходимо строго следить за сохранением соосности коленчатого вала с валом реверсивной муфты, иначе может быть поврежден мушкетер в коленчатом валу, подающий

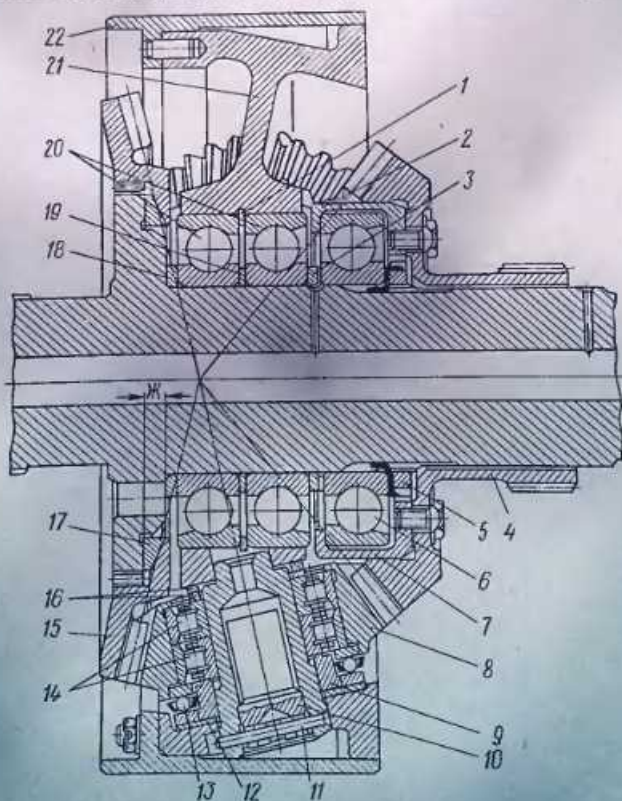


Рис. 142. Редуктор заднего хода

смазку в вал реверсивной муфты. Если габариты судна не позволяют произвести работу без разоборки картеров муфты и дизеля, тормозную ленту заменяют после демонтажа реверсивной муфты и ее разборки в мастерских порта.

Нарушение работы синхронизатора происходит вследствие: дефектов дистанционного управления, которые приводят к замедленному переключению рукоятки управления муфтой или недовключению ее в фиксируемое положение, медленного переключения рукоятки управления муфтой вручную, переключения при пониженном давлении масла или при установке упора реверсирования на обороты холостого хода более 850 об/мин. При этих неисправностях изнашиваются и даже разрушаются поверхности конусов фрикциона 9, 21 и 24 (рис. 143) синхронизатора.

Замена конусов требует разборки реверсивной муфты. Ее выполняют как в судовых условиях, так и в мастерской порта, не имеющей специального оборудования.

Чтобы заменить конуса синхронизатора, подшипники редуктора заднего хода, а также выполнить ремонтные работы, связанные с полной или частичной разборкой муфты или ее узлов, муфту отсоединяют от дизеля. Перед этим снимают лючок с муфты, в которой находится визир. Включают ручным управлением реверсивную муфту на передний или задний ход и устанавливают вал в сборе в положение в. м. т., при котором нить визира будет расположена над делением 0—360°. Если вал повернуть нельзя, то записывают угол, против которого находится нить визира. Лючок после этого ставят на место во избежание повреждения визира.

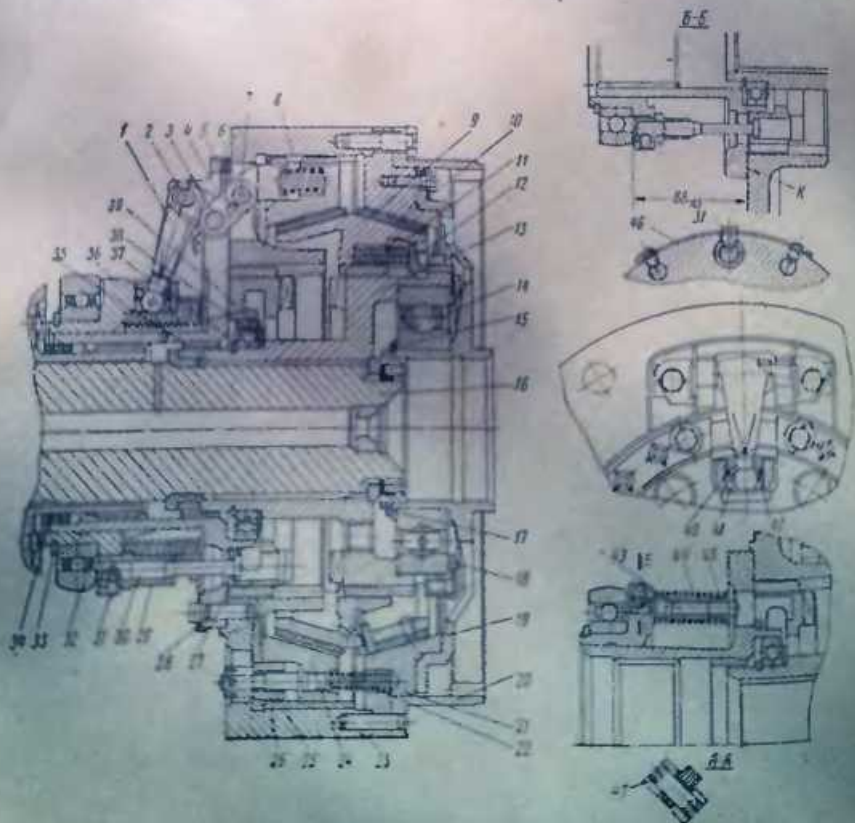


Рис. 143. Синхронизатор

При последующей сборке дизеля муфту устанавливают в первоначальное положение. Проворачивать вал дизеля при снятой муфте нельзя, так как нарушится соответствие градуировки, нанесенной на синхронизаторе, фактической регулировке дизеля. Если вал дизеля все же будет проворачиваться, снимают муфту и устанавливают ее, когда коленчатый вал дизеля правого вращения находится в положении, при котором метка 0 — в. м. т. — 1 л. ц. на градуированной шкале совпадает с нитью визира. На дизеле левого вращения нить визира должна располагаться против метки 0—в. м. т. — 1 пр. ц.

Перед снятием с дизеля муфту включают в положение холостого хода, вывертывают четыре заглушки из передней части картера в районе синхронизатора и устанавливают четыре болта-домкрата 10 и 11 (см. рис. 140), которые заворачивают, чтобы они не соприкасались с корпусом синхронизатора, и кончат гайками. Эти болты обеспечивают правильное положение узла вала муфты в картере после разобщения ее и дизеля. Как только муфту снимут с дизеля, на ее фланец (для присоединения к дизелю) надевают приспособление ЛМ9690-502 для центровки узла вала муфты в картере. Удаляют четыре центровочных болта, поставленных перед снятием муфты с дизеля.

Если приспособления для центровки нет, болты отвертывают на пол-оборота. Снимают две боковые крышки 15 (см. рис. 138) суппорта с суфлером и через отверстие в суппорте — отражатель 14 с корпуса суппорта. Расконтрив и отвернув болты крепления планки, вынимают палец из отверстия рычага тормозной ленты и проушины болта-серьги суппорта. Отвертывают гайки крепления суппорта к картеру и снимают суппорт, так как рычажные механизмы картера и муфты будут разъединены.

При выполнении указанных работ в судовых условиях нужно следить за тем, чтобы не была повреждена паронитовая прокладка. Разобщают механизм затяжки тормозной ленты, отвертывают стопор 13 (см. рис. 137) и снимают механизм. Палец, на котором проворачивается вилка, закреплен в нижней части накладки, и его можно снять только вместе с накладкой. Все детали, снятые с механизма затяжки ленты, складывают в ящик во избежание их потери.

Из задней стенки картера вывертывают ограничитель 2 (см. рис. 140), а из картера вынимают обе подвески 4 вместе с траверсой 3 и вильчатым рычагом 6. Слив масла из картера через пробку и сняв все гайки крепления задней крышки к картеру реверса, за исключением трех, расположенных по окружности, картер муфты в сборе с валом поднимают за рым на приспособлении для центровки и установки либо на монтажный стол ЛМ9690-508, либо на верстак. При этом вал реверсивной муфты должен опираться на фланец вала отбора мощности, который во избежание несчастного случая прикрепляют двумя болтами к верстаку или решетке палубы. Убрав последние три гайки крепления задней крышки реверсивной муфты, снимают с ее вала картер, следя за тем, чтобы пружины 7 опор тормозной ленты не выпали из втулок. Перестановка пружин и регулировочных шайб с одной втулки на другую запрещается. В дальнейшем узел вала муфты разбирают в том случае, если необходимо разобрать синхронизатор или редуктор заднего хода. Для ремонта фланца вала отбора мощности снимают только его узел.

*Съем фланца с вала реверсивной муфты* производят в такой последовательности. Устанавливают вал на верстак, расконтривают и отвертывают гайку 9 (см. рис. 141), снимают стопорную шайбу и бронзовый конус 2, сдвигают фланец вала со шлицев и убирают разрезной конус 7. Для облегчения последующей сборки наносят на конусах метки, указывающие их положение на валу и соответствующие меткам на снимаемом фланце и валу. Это позволит установить фланец на вал

с наименьшим биением. Снимают с синхронизатора муфту 20 (см. рис. 143), соединяющую шлицами реверсивную муфту с венцом амортизатора. Опорный диск 19 снимают винтами-домкратами.

В муфтах старой конструкции перед снятием опорного диска вынимают через три его отверстия стопорное кольцо из проточки в ступице. Кольцом стопорится шариковый подшипник в ступице, и, если его не снять, то разобрать синхронизатор невозможно. Стопорного кольца в муфтах новой конструкции нет. Осевое перемещение подшипника 7 в ее ступице предотвращается нажимным кольцом 18, которое надо снять раньше, чем будет спрессован опорный диск. Для снятия кольца через окно диска отвертывают болты крепления его к ступице.

Если разбирают только редуктор, синхронизатор включают на передний ход, сжав все три конуса (когда в разборке синхронизатора нет необходимости).

Для снятия синхронизатора с вала расконтривают стопорную шайбу ключом ЛМ9839-097, отвертывают гайку, удерживающую ступицу на валу, спрессовывают ступицу и синхронизатор с вала съемником ЛМ9690-474.

Осмотр или замена конусов синхронизатора может выполняться без распрессовки ступицы. Для этого снимают с конуса синхронизатора неподвижный конус. Отделяют конус от синхронизатора вворачиванием болтов в резьбовые отверстия фланца конуса на его проточке наибольшего диаметра. Вынимают из подвижного конуса отжимные пружины, снимают упоры 12 двойного конуса и конус 9. Для снятия подвижного конуса 24 расконтривают проволоку 46 на корпусе 36 каретки и отвертывают стопоры 31. В некоторых моделях муфты стопоры установлены на краске (белилах или сурике). Чтобы их вывернуть, спрессовывают ступицу 13 с вала реверсивной муфты. Снимают с вала синхронизатор и опускают каретку в растворитель так, чтобы стопоры погружались в жидкость. В растворителе стопоры следует держать не менее 6 ч, после чего их вывертывают. Если стопоры были закернены, их отворачивают после зачистки керновки.

Снимают подвижной конус 24, отдав крепление пальцедержателей 5 на торце корпуса фрикциона. Прокладки 6 под пальцедержателями снимают и проволокой прикрепляют к своему пальцедержателю. Пальцедержатели и окна для их установки маркируют. Вынимают ось 2, соединяющую пальцедержатель с угловым рычагом, одно из стопорных колец 47, контрающих пальцы 3, и пальцы из отверстия серьги тарелки пружин, снимают угловой рычаг 1 вместе с сухарем 45. После этого вынимают из шлицев корпуса 23 фрикциона подвижной конус в сборе с тарелкой пружин, маркируют расположение шлицев конуса относительно шлицев корпуса синхронизатора.

Для снятия зубчатого диска отвертывают стопоры 31 и вывертывают из футорок 29 стержни 30, заметив, где какой из них был установлен. После снятия синхронизатора с вала реверсивной муфты убирают обойму 5 (см. рис. 141) и два полукольца 6 и через шлицы хвостовика ведущей шестерни редуктора заднего хода три резиновых уплотнительных кольца 34 (см. рис. 143), устанавливаемые на муфты дизелей М400, М401, а также дизеля М50Ф последнего выпуска. Кольцо 35 каретки, служащее для создания объема масла во внутренней ее полости, не выпрессовывают. На старых моделях оно отсутствует.

Замена или ремонт тормозного барабана, разборка шестерен сателлитов производится в следующем порядке. Снимать корпус редуктора с вала реверсивной муфты при этом нет необходимости. Все работы можно выполнять на валу. Чтобы заменить ведомую или ведущую шестерню и подшипники планетарного редуктора, полностью разбирают узел. Для этого отвертывают болты крепления ведущей шестерни 4

(см. рис. 142) к полуобоймам 2 и 7, снимают шестерню с вала и полуобоймы, спрессовывают с полуобоймой шарикоподшипник 6. Расконтривают и отвертывают гайку 5 крепления редуктора на валу муфты ключом ЛМ9690-461 и съемником ЛМ9690-512, снимают с вала корпус 21 редуктора, один подшипник 20 и ведомую шестерню 15, так как снять съемником только подшипник нельзя. Выпрессовывают из корпуса редуктора подшипник 20. Связывают вместе проволокой подшипник 20, регулировочные 18, 19, 3 и стопорное 1 кольцо.

Для разборки сателлитов расконтривают и отвертывают гайки крепления тормозного барабана 22 к корпусу 21 и снимают барабан. Медной выколоткой выпрессовывают из корпуса сателлитов поочередно пальцы 10 и вынимают из окна его пакет деталей, состоящий из втулки 9, шайб 12 и 16, шарикоподшипников 13 и сателлита. Связывают пакет проволокой. Наружные обоймы роликоподшипников 14 выпрессовывают из сателлитов только в случае их замены.

Дефектацию деталей, ремонт и сборку узлов и реверсивной муфты производят, как указано ниже.

### § 33. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ РЕВЕРСИВНОЙ МУФТЫ

Дефектация и ремонт деталей реверсивной муфты производятся после ее разборки и промывки. При работе на деталях реверсивной муфты образуются значительные коксовые отложения в виде твердых корок. Промывают детали и удаляют с них коксовые отложения в ультразвуковой установке. После промывки детали размещают на стеллажи и производят дефектацию.

На неподвижном 21 (см. рис. 143) и подвижном 24 чугунных конусах синхронизатора допускаются: кольцевые риски — не более трех глубиной до 0,5 мм и шириной не более 1 мм каждая, отдельные раковины или забоины — не более трех, площадью до 5 мм<sup>2</sup> и глубиной не более 1,5 мм, без сколов металла, острые кромки на рабочих поверхностях зачищают шабером и гладилкой.

Пятна прижогов, имеющие другой цвет и повышенную твердость, не поддаются шабровке. Если площадь пятен не более 2 см<sup>2</sup>, то их зачищают мелкой наждачной бумагой, углубив по отношению поверхности конуса на 0,05—0,10 мм. При больших задирах или сетках мелких трещин на поверхности конуса его бракуют. Повреждения рабочих поверхностей конусов, кроме трещин и больших прижогов, устраняют расточкой поверхностей на токарном станке. Обрабатывать конуса абразивами запрещается. Поверхность конуса обрабатывают по V9 классу чистоты. Прилегание рабочих поверхностей чугунных конусов к поверхности двойного конуса должно быть не менее 80% поверхности и располагаться по замкнутому контуру.

На асбобакелитовых конусных поверхностях обшивки 10 двойного конуса допускаются отдельные кольцевые риски, но не более трех, глубиной до 0,5 мм и шириной до 1 мм. Если поверхности имеют прижоги или задиры, их протачивают так, чтобы соответствующие конуса, подвижный и неподвижный, прилегали по краске не менее 80% своих поверхностей и прилегание располагалось по замкнутому контуру. Чистота обработки обшивок двойного конуса не ниже V7 класса. После расточки проверяют утопание винтов, крепящих обшивку. Оно должно быть не менее  $1^{+0,5}$  мм, что обеспечивается подторцовкой головок винтов. Биение конусных поверхностей к среднему диаметру шлицев не более 0,05 мм. Проверяют также плотность прилегания асбобакелитовых прокладок к поверхностям конуса. Для этого пальцем руки нажимают на прокладку. При неплотном прилегании из-под нее появится масло. Плотность прилегания обеспечивается дозатяжкой винтов крепления прокладок с последующей их контровкой. Если невозможно

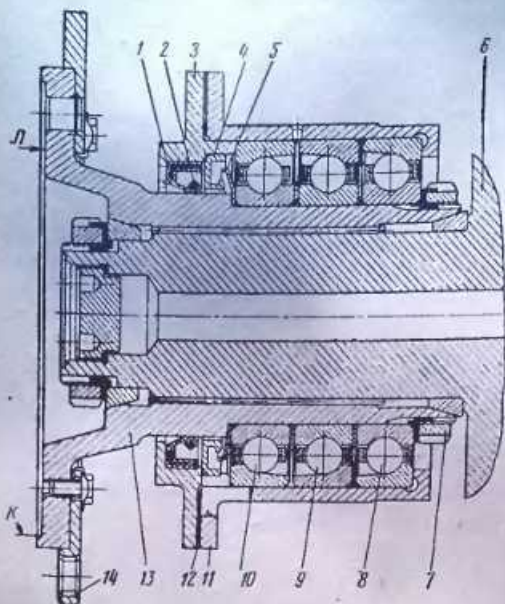


Рис. 144. Фланец вала

достигнуть прокладку, ее заменяют новой с последующей расточкой и проверкой по краске, как указано выше. При повышенном износе прокладки также заменяют новыми.

Резиновый манжет салыника 2 (рис. 144) уплотнения фланца вала муфты должен быть эластичным, не иметь надрывов и трещин на рабочей поверхности. При капитальном ремонте манжет заменяют новым.

Шарико- и роликоподшипники после их промывки в смеси бензина с 6% масла МК или МС должны легко прокатываться, без заеданий и шума. На беговых дорожках, шариках и роликах не допускаются выкрашивания и видимые износы.

Подшипники с такими дефектами бракуют. Заменяют также подшипники с продольными лунками на беговых дорожках (следами наклепа). Исключение составляют подшипники узла редуктора заднего хода, но и их при первой возможности заменяют.

На поверхностях зубьев конических шестерен редуктора заднего хода и эвольвентных шлиц возможны намины, износ или наклепы, которые зачищают абразивным кругом или надфилем и полируют мелкой наждачной бумагой. Следует помнить, что все пять конических шестерен редуктора спарены и замена одной из них требует совместной приточки с последующим контролем отпечатка контакта или замены всего комплекта.

Шестерни бракуют, если они имеют трещины любого размера и расположения, или выкрашивание цементированного слоя на поверхности зубьев.

Местное, незначительное выкрашивание цементированного слоя, не связанное с предельным износом зубьев, не является браковочным признаком. Такие шестерни можно допускать к дальнейшей работе.

При наружном осмотре пружины проверяют, нет ли трещин и не поломались ли они. Пружины проверяют также на упругость и усадку (высоту), значения которых для основных из них приведены в табл. 26.

Литые детали (картер реверсивной муфты и корпус суппорта) при повреждении исправляют заваркой (см. § 7). При этом нужно следить за тем, чтобы не нарушалась правильность основных размеров. При поврежденном канале, подводящем его к гидравлическому управлению, трубку, как указано на рис. 145.

При прижогах или значительных износах накладок тормозной ленты их заменяют новыми. Трещины или обрывы ленты устраняют заваркой с последующим отпуском. Такую ленту можно использовать в крайних случаях. Заваренный конец ленты при сборке следует устанавливать на сторону картера муфты, противоположную той, где он нахо-

Пружина	Высота пружи- ны, мм	Диаметр пружины, мм	Диаметр проволоки, мм	Угругость	
				Величина сжатия, мм	Нагрузка, кг
Из пакета подвижного конуса . . . . .	32±0,5	16,7	3,5	26	81 <sup>+6</sup> <sub>-3</sub>
Каретки . . . . .	60±0,75	14,5	2,5	36	16,5±1,5
Упоров двойного конуса . . . . .	43,2±0,2	12	1,8	28,5	12±0,6
Разжимающая чугунные конусы . . . . .	47,6 <sup>+1,0</sup> <sub>-0,5</sub>	12	2	28,5	25,6±2,5

дился, т. е. чтобы лента при затяжке во время работы на заднем ходу опиралась на пружины картера накладкой на поврежденном конце ленты. При установке тормозной ленты с новой накладкой надо доработать картер реверсивной муфты согласно инструкции завода изготовителя.

В эксплуатации были случаи обрыва тормозной ленты 11М.15.47 с6 по отверстиям, через которые проходят заклепки 1М.81.748, крепящие ленту 11М. 15.319 к колодке 11М.15.321. Чтобы предотвратить в дальнейшем обрыв, тормозную ленту 11М.15.658 к колодке 11М.15.657 крепят призонными болтами 11М.15.660, установленными с натягом 0,035—0,017 мм, вместо заклепок 1М.81.748 (рис. 146). Такое крепление обеспечивает равномерное распределение нагрузки на каждый болт, значительно уменьшает напряжения в опасном сечении, устраняет концентраторы напряжений и уменьшает напряжения смятия. Детали старой ленты по отдельности не взаимозаменяемы с деталями новой ленты. Поэтому замена ленты возможна только комплектно. Данное изменение введено на дизелях выпуска с 1966 г.

Наблюдались случаи обрыва тормозных лент 11М.47 с6В на дизелях судов на подводных крыльях; с целью предотвращения обрыва тормозная лента 11М.15.47с6В заменена лентой 11М. 15. 47с6-1, в которой изменена колодка и ее крепление к ленте (рис. 147). Детали старой ленты не взаимозаменяемы с деталями новой. Заменять тормозную ленту надо комплектно, при этом необходимо доработать втулки 11М.15.009 (рис. 148) и картер реверсивной муфты 11М.15.001 (рис. 149). Новая лента устанавливается на дизелях выпуска с мая 1971 г.

На корпусе сателлитов возможен срез штифтов и шпилек крепления тормозного барабана или ослабление затяжки гаек на шпильках. При замене штифтов и шпилек или при затяжке гаек крепление последних шплинтами надо заменить попарной конгровкой их пластинчатой шайбой. Ослаб-

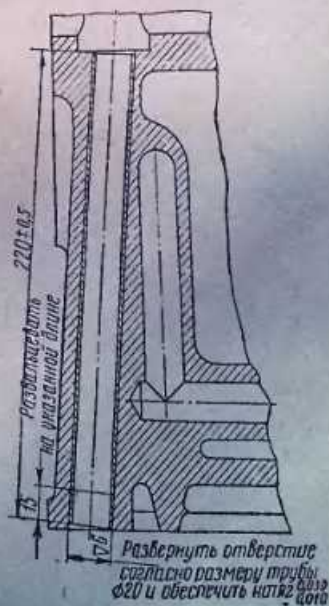


Рис. 145. Постановка трубки в суппорте

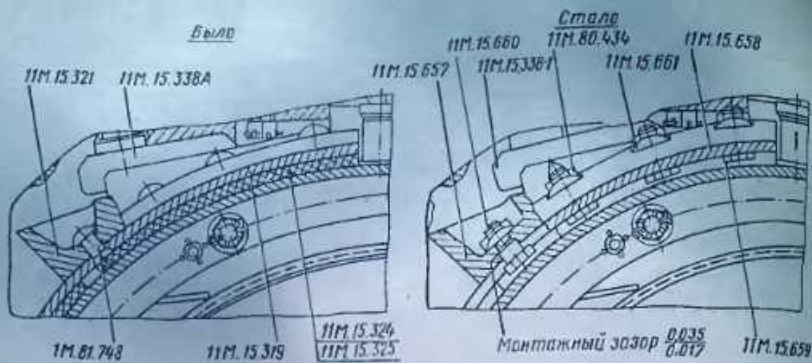


Рис. 146 Устранение случаев обрыва тормозной ленты

ленные шпильки поставить на сурик или белила или нарезать резьбу большого диаметра с тем же шагом и вернуть ступенчатую шпильку. Последнюю устанавливают с натягом по резьбе. Срезанные штифты заменяют штифтами более полного размера.

Отверстие под штифт в корпусе сателлитов и в тормозном барабане развертывают совместно, обеспечивая прессовую посадку штифта в корпусе. После этого отверстия в барабане дополнительно развертывают для скользящей посадки штифта в отверстиях тормозного барабана. Наружные кромки отверстий под штифты в барабане кернят в четырех диаметрально противоположных местах, чтобы предотвратить выпадание штифта при ослаблении.

На дизелях с контровкой гайки 9 (см. рис. 141) фланца вала отгибной шайбой при эксплуатации возможно ослабление затяжки гайки, фиксирующей на валу реверсивной муфты фланец. При этом на стыке дизеля масло, попадая в зазор, образовавшийся между валом и его фланцем, стекает под муфту. Во время работы дизеля, когда фланец вращается, масло разбрызгивается веером и его капли видны на переборках судна. Работа дизеля с ослабевшей затяжкой гайки недопустима, так как может привести к аварии дизеля.

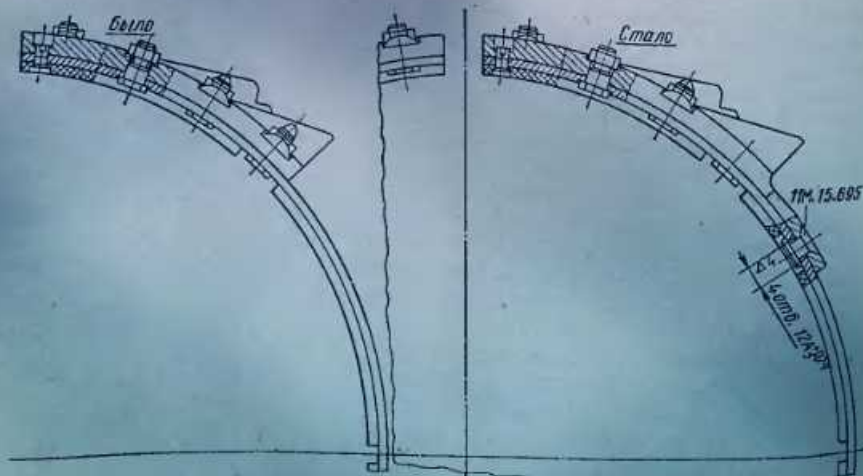


Рис. 147. Изменение конструкции колодки тормозной ленты и ее крепления

Для устранения неисправности затягивают гайку, заменив контрольную шайбу, предварительно устранив наклепы и наплены на бронзовом кольце и конусной поверхности фланца. Затягивают гайку ключом с усилием не менее 140 кгс. Об ослаблении затяжки гайки также свидетельствует повышенная вибрация реверсивной муфты вследствие расцентровки фланца вала реверсивной муфты и фланца гребного вала. Поэтому после затяжки гайки производят центровку этих валов.

На реверсивных муфтах старых моделей происходит также ослабление затяжки гайки 7 (см. рис. 144), которой затянут пакет подшипников фланца вала. Чтобы устранить неисправность, муфту разбирают. Если полная разборка ее невозможна, снимают суппорт и радиусным ключом или специальным стержнем и молотком затягивают гайку. Однако при первой же возможности снимают фланец вала и ремонтируют его. При течи масла из-под манжета 1 сальникового уплотнения фланца реверсивной муфты заменяют сальник, но для этого необходимо разобрать реверсивную муфту и вынуть вал из картера. Такая течь допустима, и дизель может работать до переборки, особенно, если она незначительна.

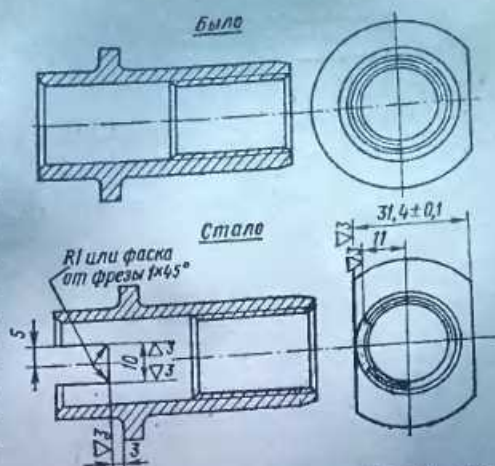


Рис. 148 Дообработка втулки картера для возможности установки новой тормозной ленты

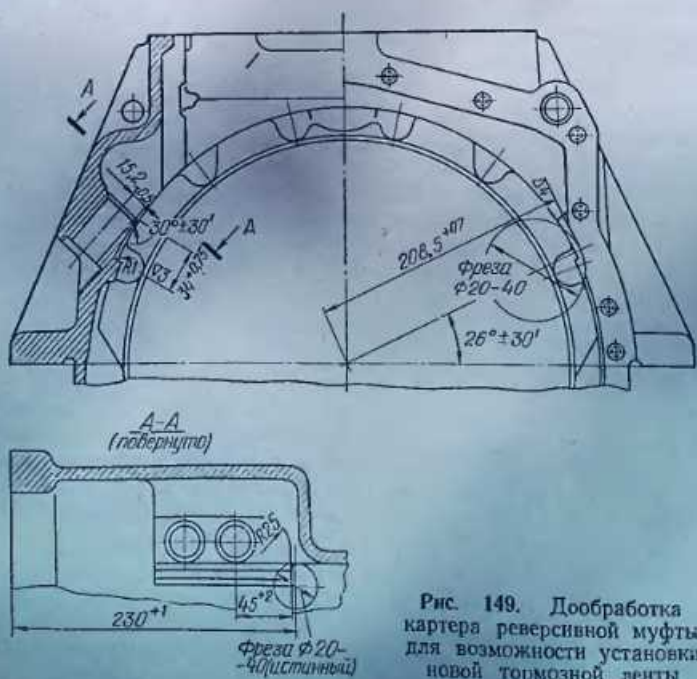


Рис. 149. Дообработка картера реверсивной муфты для возможности установки новой тормозной ленты

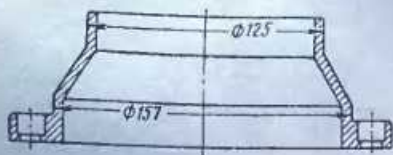


Рис. 150. Стакан для проверки сальника фланца вала

При ослаблении затяжки пружин включения переднего хода, установленных в подвижном конусе синхронизатора, иногда слышен стук зубьев храповиков жесткого сцепления. Переключение муфты на передний ход со стуком не является дефектом, так как зубья храповика включаются на расчетных скоростях, что свидетельствует об износе конусов синхронизатора. Чтобы не было стука при включении муфты на передний ход, надо восстановить размер  $H_{\phi}$ , записанный в формуляре, и вынуть прокладку из-под пальцедержателя, как указано выше.

Сборка фланца вала реверсивной муфты производится в такой последовательности. Перед сборкой пружину 2 сальника (см. рис. 144) проверяют на оправке ЛМ9690-184 диаметром 125 и 157 мм. (рис. 150). На оправку диаметром 125 мм она должна садиться без натяга. Надежность соединения концов пружины 2 (см. рис. 144) проверяют на оправке диаметром 157 мм. При осмотре манжета 1 сальника обращают внимание на то, чтобы поверхность его была гладкая, без трещин, надрывов, морщин, пузырей и наплывов. Не допускается пористость и губчатость резины, кромка сальника должна быть острой.

Подборка и спаривание упорных подшипников переднего хода фланца вала выполняются следующим образом. Устанавливают шарикоподшипник 10 на плиту приспособления ЛМ9690-457. Замеряют фактический размер (толщину) шайбы и укладывают ее на внутреннюю обойму шарикоподшипника 8. Берут любую регулировочную шайбу, тщательно протирают и укладывают ее на наружную обойму шарикоподшипника 8. Протирают и устанавливают на шарикоподшипник 8 шарикоподшипник 9 так, чтобы уложенные на него шайбы строго центровались по обоям шарикоподшипников 8 и 9. Создают сверху приспособления давление на наружную обойму верхнего подшипника, равное 30 кгс (рис. 151). Под таким давлением при заторможенных наружной обойме верхнего и внутренней обойме нижнего подшипников не должны проворачиваться наружная обойма нижнего и внутренняя обойма верхнего подшипников.

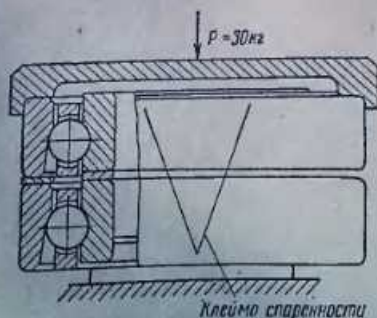


Рис. 151. Схема приложения нагрузки на подшипники переднего хода фланца вала

На дизелях первых выпусков течь масла наблюдается также по резьбе вала при ослаблении затяжки заглушки 1 (см. рис. 141). Эту течь устраняют, как только она будет обнаружена, а уплотнительное кольцо предварительно отжигают или заменяют. После затяжки заглушку закрепляют в четырех местах во избежание ее отворачивания.

Если данное условие не соблюдается, подбирают по толщине регулировочную шайбу и укладывают ее между наружными обоймами подшипников. При этом обоймы подшипников проворачивают, прилагая небольшое усилие от руки. Не вынимая подшипники из приспособления, маркируют их и шайбу кислотным клеймом. Снимают с приспособления комплектованные подшипники вместе с подобранными шайбами и связывают их проволокой.

Подбор регулировочных шайб подшипника заднего хода выполня-

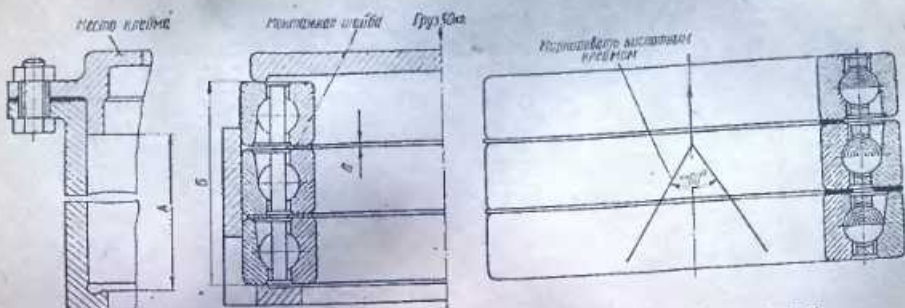


Рис. 152. Схема приложения нагрузки на подшипники фланца вала при подборе регулировочной шайбы

ется в таком порядке. Протирают прокладку 12 (см. рис. 144) и укладывают ее на стакан 11 шарикоподшипников. Протирают плоскость крышки 3 стакана, устанавливают ее на последний и плотно стягивают четырьмя болтами. При этом обращают внимание на то, чтобы указательные риски на крышке и стакане совместились. Замеряют размер  $a$  (рис. 152) в трех точках, равнорасположенных по окружности, плитками второго класса точности. Подсчитывают среднюю его величину. Отвертывают гайки болтов, соединяющих стакан с крышкой, вынимают болты и снимают ее со стакана. Связывают стакан и прокладку шпагатом. Протирают и устанавливают на приспособление два подшипника переднего хода вала. Укладывают на внутреннюю обойму верхнего подшипника монтажную шайбу 1,5 мм, а на подшипники, установленные на приспособлении, — третий подшипник. Создают сверху через нажимную опору приспособления давление на наружную обойму верхнего подшипника, равное 50 кг. Замеряют размер  $B$  в трех точках, равнорасположенных по окружности. Определяют среднюю величину его из уравнения:  $b = A - B$ , а толщину  $d$  регулировочной шайбы — по формуле  $d = 1,5 + b$ , где 1,5 — толщина установленной монтажной шайбы;  $b$  — разность размеров  $A$  и  $B$ . Следовательно, нужна регулировочная шайба толщиной  $d + 0,25$ .

Заменяют монтажную шайбу подобранной по толщине регулировочной шайбой. Создают сверху через нажимную опору приспособления давление на наружную обойму верхнего подшипника, равное 50 кгс. Проверяют правильность подбора комплекта подшипника. В правильно подобранном комплекте при повороте внутренней обоймы любого из подшипников должны вращаться внутренние обоймы двух подшипников. И наоборот, при торможении внутренней обоймы любого из подшипников не должны проворачиваться внутренние обоймы двух других подшипников. Поворачивают обоймы от руки с небольшим усилием. Маркируют кислотным клеем комплект подшипников, не вынимая его из приспособления, как показано на рис. 152. Снимают подшипники и шайбы с приспособления. Связывают скомплектованные подшипники и шайбы проволокой.

Сборка сальника выполняется следующим образом. Проверяют в крышке стакана посадочное место под манжет сальника. Вставляют манжет в крышку до упора в ее торец и надевают пружину. Манжет должен быть запрессован до упора, сидеть плотно, не проворачиваться. Смазывают наружный диаметр лабиринта 4 (см. рис. 144) маслом и запрессовывают его в крышку. При сборке косою срез в лабиринте должен совпасть с прорезью на крышке.

Сборка фланца вала производится в такой последовательности. Смазывают наружный диаметр фланца 13 вала 6 маслом и надевают на

лего сальник. Надевают на фланец маслоотражатель 5 до упора в его торец. Нагревают скомплектованные шарикоподшипники до 80—90°C. Смазывают маслом наружный диаметр фланца, надевают на него до упора в отражатель шарикоподшипник 10 заднего хода и подобранную регулировочную шайбу. Надевают на фланец второй нагретый подшипник 9 переднего хода и две регулировочные шайбы, а затем третий нагретый подшипник 8. Укладывают на крышку стакана прокладку 12. Нагревают стакан 11 до 90—100°C.

Когда подшипники остынут, смазывают наружный диаметр напрессованных шарикоподшипников маслом и надевают на них стакан 11 так, чтобы риски на последнем совпали с риской на крышке. Надевают на фланец вала стопорное кольцо, смазывают резьбу фланца маслом. Навертывают гайку фланца и затягивают ее до отказа, проверяют вращение фланца. Оно должно быть плавным, без прихватываний. Контрят гайку фланца стопорным кольцом. Укладывают на плоскость стакана шарикоподшипников прокладку. Нагревают крышку картера муфты до 90—100°C. Смазывают наружный диаметр стакана маслом и надевают на него крышку картера муфты до упора во фланец.

Во время ремонта реверсивной муфты надо учитывать следующие конструктивные изменения. В эксплуатации происходили обрывы замков 1М.11.68-1 и 1М.11.72-1 гаек фланца и вала, ослабление

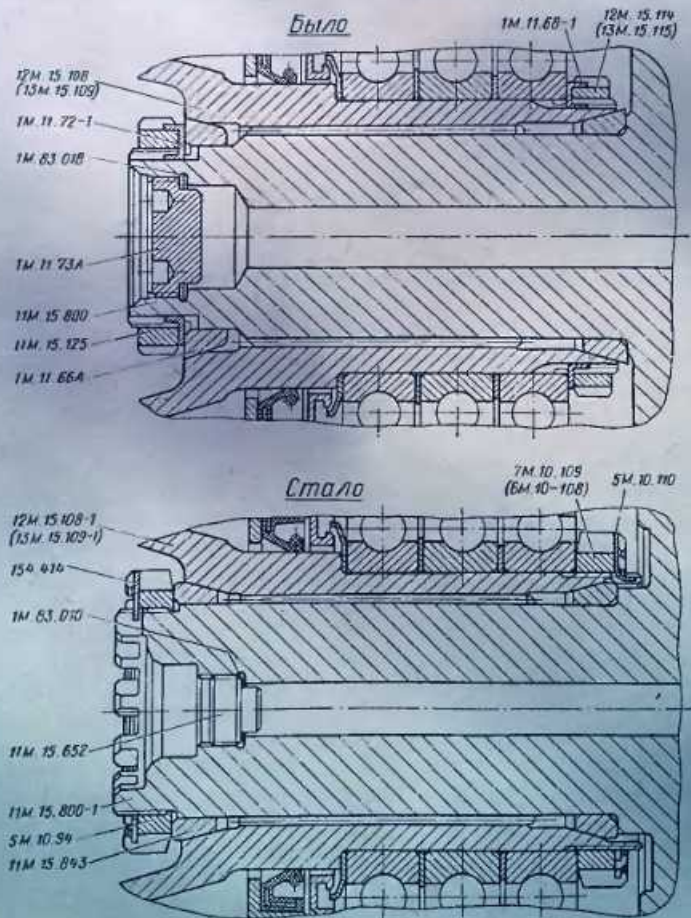


Рис. 153. Изменение фиксации гаек на фланце вала и на валу реверсивной муфты

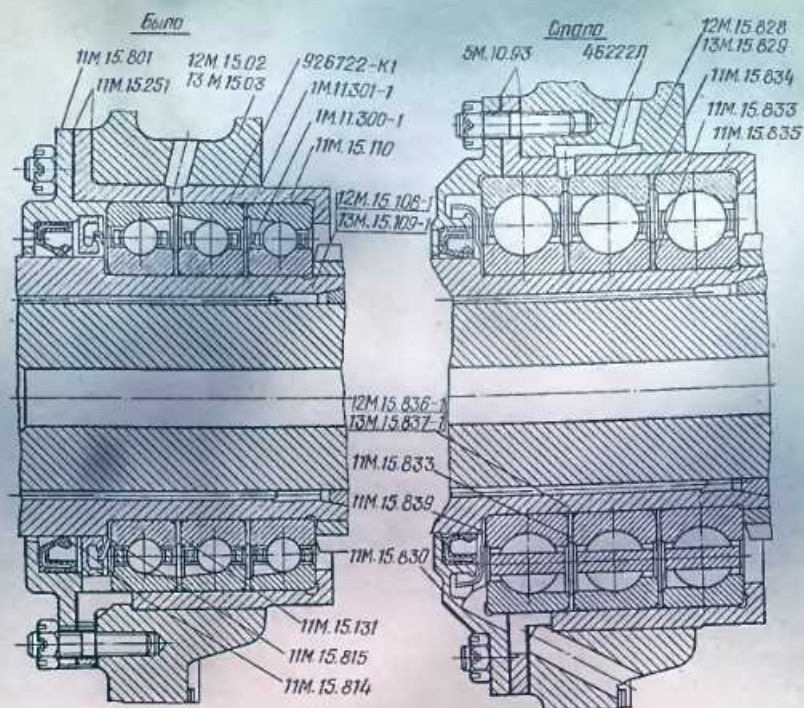


Рис. 154. Устранение разрушения радиально-упорных подшипников носка реверсивной муфты

фиксации подшипников и течь масла по конусу. Для устранения обрыва замков гаек изменен способ фиксации последних. Вместо замка с отгибными усиками применены пружинные стопорные кольца 154.414 и 5M.10.110, два уса которых входят в пазы на фланце и в гайке, не давая последней отвернуться. Кольцо вставляют после поджатия гайкой подшипников или конусов (рис. 153). Для стопорения на фланце вала и на валу сделано одиннадцать пазов, а на гайках—восемнадцать и двенадцать. Детали старой конструкции не взаимозаменяемы с деталями новой конструкции. Их заменяют только комплектно. Новый способ фиксации применен на дизелях выпуска с августа 1966 г.

Для устранения разрушения радиально-упорных подшипников 926722K1 носка реверсивной муфты, а также увеличения моторесурса дизелей устанавливают усиленные радиально-упорные подшипники 46222Л (рис. 154). Детали старой конструкции не взаимозаменяемы с деталями новой конструкции. Их заменяют только комплектно (носок совместно с крышкой картера реверсивной муфты), при этом в картере реверсивной муфты шпильки 1M.80.021 и 1M.80.056 меняют места, как показано на рис. 155. Данное изменение введено в дизелях с августа 1968 г.

Сборка вала реверсивной муфты выполняется в таком порядке. Монтаж фланца вала на валу реверсивной муфты производят следующим образом. Протирают замшей вал муфты и смазывают маслом его эвольвентные шлицы. Протирают замшей также разрезной конус 7 (см. рис. 141), смазывают его графитной смазкой и надевают на вал муфты. Надевают на вал реверсивной муфты фланец, протирают

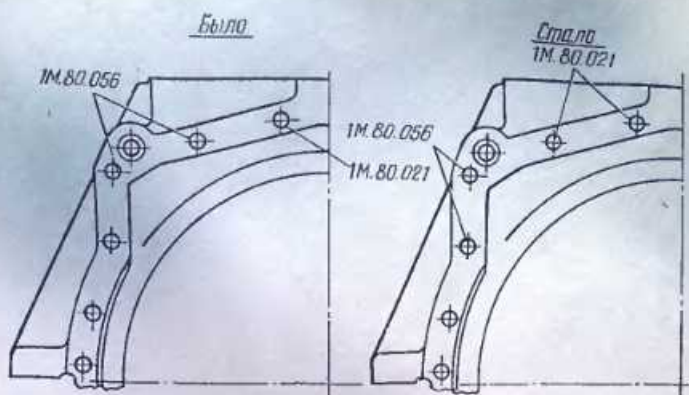


Рис. 155. Переделка картера реверсивной муфты при установке усиленных подшипников носка

замшей конусное кольцо 8, смазывают его графитной смазкой и надевают на вал муфты. Смазывают маслом резьбу вала муфты и навертывают на вал гайку 9, затягивая ее до отказа. Отвертывают гайку, осматривают резьбу ее и вала, снова навертывают на последний, а затем затягивают усилием не менее 140 кгс. При несовпадении шлицы гайки и усика стопорного кольца запрещается отпускать гайку, ее дотягивают до совпадения шлицы и усика или заменяют новой, обеспечивающей стопорение. Вставляют в совмещенные шлицы гайки и вала муфты усик стопорного кольца, а концы его заводят в кольцевую выточку гайки.

Подбор подшипников корпуса сателлитов заключается в следующем (рис. 156). Тщательно протирают шарикоподшипник, плиту и нажимную опору приспособления. Устанавливают подшипник на плиту так, чтобы тонкая сторона его наружной обоймы была обращена вниз. Создают сверху через нажимную опору приспособления давление на наружную обойму шарикоподшипника, равное 15 кгс. Замеряют выступание или утопание торца внутренней обоймы подшипника относительно наружной, т. е. замеряют размер  $B$  в трех точках, равнорасположенных по окружности. Вынимают шарикоподшипник из приспособления. Полученный при замере средний размер выступания или западания внутренней обоймы записывают (кислотой) на соответствующем ее торце. Величину выступания записывают буквой  $B$  со знаком плюс ( $+B$ ), западание — со знаком минус ( $-B$ ).

После этого производят также замеры на другом шарикоподшипнике. Его клеймят кислотой знаком  $B_2$ . Определяют для комплекта подшипников толщину шайбы 19 (см. рис. 142), для чего: замеряют фактическую толщину стопорного кольца 1 (размер  $B$ ); определяют размер  $A$  из формулы  $A = B - (B_1 + B_2) - 0,03$ , где  $B$  — фактический размер толщины кольца 1, мм;  $B_1$  и  $B_2$  — выступание ( $+$ ) или западание ( $-$ ) внутренних обойм подшипников, указанное на торце обойм, мм. Зная размер  $A$ , можно определить необходимую толщину шайбы. Из комплекта шайб 19 подбирают шайбу толщиной  $A \pm 0,025$  мм. Маркируют кислотным клеймом стопорное кольцо, подобранную шайбу и два шарикоподшипника, уложенные клей-

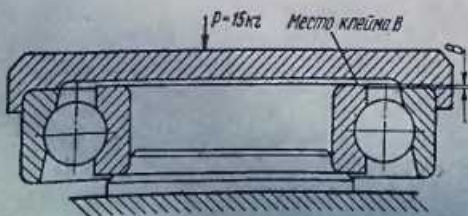


Рис. 156. Схема замера выступания обойм подшипника

мами  $B_1$  и  $B_2$  один к другому, как это показано на рис. 157. Связывают проволокой скомплектованные подшипники, стопорные кольца и шайбу.

**Сборка сателлитов** выполняется в такой последовательности. Против окон корпуса сателлитов поставлены порядковые номера 1, 2 и 3. Собирают сателлиты, если заменялись детали, входящие ранее в комплект редуктора. Проверяют, есть ли клейма спаренности на барабане 22 (см. рис. 142) и корпусе 21 сателлитов. Устанавливают в окно № 1 корпуса комплект деталей, состоящий из упорной втулки 9, шарикоподшипника 13 и роликоподшипников 14. Прошивают монтажным пальцем 1 (рис. 158) установленный комплект деталей. Замеряют контрольным прибором ЛМ9589-282 фактическое расстояние (размер  $A$ ) между плоскостью контрольной втулки 3 и торцом наружной обоймы верхнего роликоподшипника 4. Определяют толщину  $B$  шайбы 2 по формуле  $B=A-C$ , где  $C=5$  мм — расчетная величина, на которую надо выставить сателлит. Подбирают по подсчитанной величине  $B$  шайбу толщиной  $B \pm 0,05$  мм.

Вынимают из корпуса сателлитов монтажный палец и убирают установленный комплект деталей. Клеют снятые детали номером окна корпуса сателлитов. Так же подбирают шайбы для двух других сателлитов. Нагревают сателлиты в масляной ванне до  $90-100^\circ\text{C}$ . Ставят электрографом на одной из фасок внутренней стороны наружной обоймы роликоподшипников номер подшипника после их подбора в положении, указанном на рис. 159. Тщательно протирают замшей роликоподшипники. Смазывают наружный диаметр одного из роликоподшипников маслом, устанавливают его в один из нагретых сателлитов и запрессовывают до упора в бурт сателлита. Посадка роликоподшипника в сателлит производится с натягом 0,045 мм или зазором 0,005 мм. При этом обращают внимание на то, чтобы номер подшипника на фаске внутренней стороны наружной обоймы был обращен вниз. Запрессовывают в сателлит второй роликоподшипник до упора его в первый, номер подшипника на фаске внутренней стороны наружной обоймы в данном случае должен быть обращен вверх. Так же запрессовывают подшипники в другие два сателлита.

**Сборка корпуса сателлитов** состоит из следующих операций. Устанавливают в окно № 1 корпуса сателлитов комплект деталей с номером данного окна, состоящий из регулировочной шайбы 12 (см. рис. 142), упорной втулки 9, шарикоподшипника 13, сателлита 8 и регулировоч-

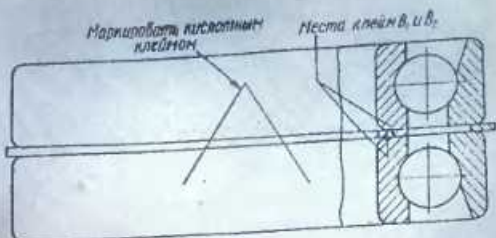


Рис. 157. Схема приложения нагрузки при подборе регулировочной шайбы редуктора

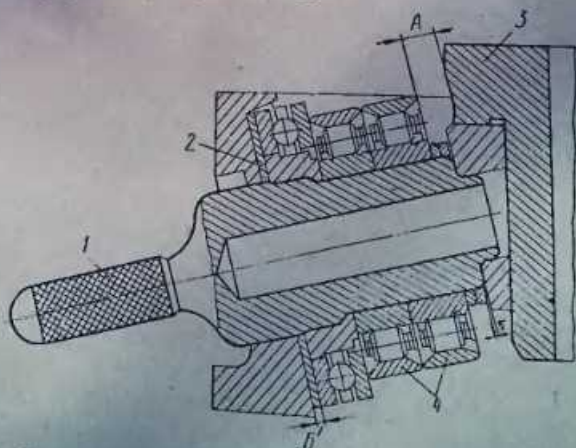


Рис. 158. Схема подбора регулировочных шайб сателлитов

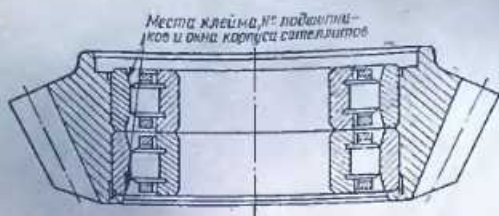


Рис. 159. Клеймение подшипников сателлитов

0,2 мм. Вынимают из окна № 1 корпуса сателлитов монтажный палец вместе с комплектом деталей. Ставят клеймо на сателлит с порядковым номером окна его корпуса.

Такие же работы выполняют с сателлитами, предназначенными к установке в окна № 2. Устанавливают в окна корпуса сателлитов подбравшие для каждого окна комплект деталей, смазывают маслом наружный диаметр рабочих пальцев сателлита и запрессовывают их через комплект деталей, поставленный в окна корпуса сателлитов. Запрессовывают пальцы осторожно, наблюдая за центрированием внутренних диаметров комплекта деталей. Проверяют зазор  $\lambda$  между регулировочной шайбой и плоскостью корпуса сателлитов. Он должен быть равен 0,0—0,2 мм.

Статическая балансировка корпуса сателлитов производится в таком порядке. Чтобы во время балансировки сателлиты 8 (см. рис. 142) не перемещались, их отжимают к сторону регулировочных шайб 12 и заклинивают прокладками, равными по весу. Устанавливают в корпус сателлитов оправку для балансировки, а корпус — на балансировочные ножи. Ввертыванием в пальцы сателлитов балансировочных пробок 10 различного веса на неодинаковую глубину предварительно отбалансируют узел с точностью до 18 г на наружной окружности корпуса сателлитов. Пазы пробок после балансировки должны совпадать с отверстием под штифт 11 пальца сателлита. Снимают корпус сателлитов с балансировочной оправки и выбивают палец на такую величину, чтобы можно было вставить в его отверстие штифт 11. Контряют штифтом пробку 10 и снова устанавливают палец на место. Проверяют, есть ли клейма спаренности на барабане 22 и корпусе сателлитов, надевают барабан на штифты и шпильки корпуса до совпадения клейм. Устанавливают корпус сателлитов на оправку для балансировки. Проверяют балансировку узла в сборе с барабаном 22.

При незначительном дисбалансе (до 30 г) необходимая точность балансировки обеспечивается сверлением не более десяти отверстий диаметром 10 мм на глубину 10 мм на радиусе 175 мм (одно отверстие снимает дисбаланс до 3 г). В случае большего дисбаланса, чем 30 г, балансировку производят балансировочными пробками. После балансировки надевают контрольные пластины на шпильки корпуса 21 сателлитов и контряют гайки отгибанием пластины на грани гаек. Отверстия штифтов, на которые установлен барабан 22, кернят в четырех местах у каждого штифта, если отсутствует керновка.

Для повышения надежности соединения в реверсивной муфте крепление тормозного барабана к корпусу сателлитов шпильками с 1968 г. заменено креплением болтами с отгибными шайбами, стопорящими одновременно три болта (рис. 160).

Предварительная сборка редуктора на макете вала производится в таком порядке. Заводят в кольцевую выточку корпуса сателлитов стопорное кольцо 1 (см. рис. 142), входящее в скомплектованный узел. Смазывают внутренний диаметр корпуса маслом и запрессовывают последний один из подшипников до упора в стопорное кольцо 1. Про-

ной шайбы 16. Прошивают его монтажным пальцем 1 (см. рис. 158). Замеряют зазор  $\lambda$  между регулировочной шайбой и плоскостью корпуса сателлитов. Подбирают регулировочную шайбу толщиной, равной по величине замеренному зазору или меньше его на

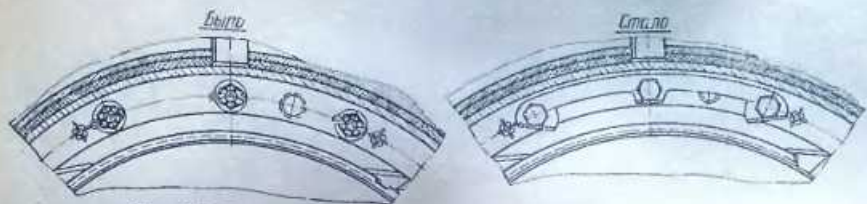


Рис. 160. Повышение надежности крепления тормозного барабана

этом должен быть выдержан зазор  $0,065 - 0,000$  мм (для макета вала). Запрессовывают шарикоподшипник толстой стороной наружной обоймы в сторону кольца. Перевертывают корпус с сателлитами на  $180^\circ$ . Укладывают в него на запрессованную шарикоподшипник шайбу 19. Смазывают внутренний диаметр корпуса маслом и запрессовывают в него другой подшипник до упора в кольцо. Запрессовывают подшипник толстой стороной наружной обоймы в сторону стопорного кольца. При запрессовке шарикоподшипников надо выдержать направление стрелки, нанесенной на них. Она должна быть обращена в сторону болтов крепления тормозного барабана.

Для подбора регулировочных шайб, которыми устанавливают зазор в зубьях редуктора, требуется макет вала с ослабленным посадочным диаметром под шарикоподшипники. Такой вал можно изготовить из забракованного вала реверсивной муфты. Если используют уже работавшие шестерни на собираемой реверсивной муфте, то сборку можно выполнять на рабочем валу с ранее установленными регулировочными шайбами. Укладывают на буртик макета вала опорное кольцо 17, вводят зубья шестерни в зацепление с зубьями макета вала. Опорное кольцо и ведомая шестерня должны иметь клеймо спаренности или их сферы должны быть притерты. Прилегание допускается не менее чем на 80% поверхности. Надевают на макет вала любое регулировочное кольцо 18 фаской вниз. Устанавливают на макет корпус сателлитов, вводя их в зацепление с зубьями ведомой шестерни.

Надевают на макет вала любую регулировочную шайбу 3 пазами вверх. Устанавливают на вал проставку, одинаковую по высоте и размеру с внутренней обоймой подшипника 6, навертывают гайку и затягивают ее до отказа. Замеряют боковой зазор в зацеплении зубьев сателлитов с зубьями ведомой шестерни одновременно в трех сателлитах тремя щупами. Он должен быть равен  $0,10 - 0,32$  мм. При этом сателлиты прижимают к упорным подшипникам, а ведомую шестерню — к опорному пальцу. Боковой зазор регулируют подбором по толщине регулировочного кольца. Отвертывают с макета вала гайку и снимают проставку. Ставят клеймо (букву В) на тонком торце наружной обоймы шарикоподшипника.

Проверяют клейма спаренности на полуобоймах шарикоподшипника, надевают на шарикоподшипник две полуобоймы 2 и 7 так, чтобы отверстия в них были расположены в сторону торца обоймы шарикоподшипника, обозначенного буквой В. Надевают на макет вала шарикоподшипник с полуобоймами отверстиями вверх. Навертывают на вал гайку и затягивают ее до отказа. Устанавливают на макет вала ведущую шестерню, вводя ее зубьями в зацепление с зубьями сателлитов, при этом отверстия под болты в шестерне должны совпадать с отверстиями в полуобоймах шарикоподшипников. Ввертывают в совмещенные отверстия болты и затягивают их до отказа.

Замеряют зазор в зацеплении зубьев одновременно в трех сателлитах, прижимая последние к упорным подшипникам, а шестерню отжимают вверх. Он должен быть равен  $0,10 - 0,32$  мм. Боковой зазор регулируют подбором по толщине регулировочной шайбы 3, а замеряют его

тремя шупами, которые устанавливают между зубьями сателлитов и ведомой шестерни.

Вывертывают болты крепления ведущей шестерни и снимают ее с макета вала. Отвертывают гайку, и вынимают из макета вала полуобойму с шарикоподшипником, регулировочную шайбу, корпус сателлитов с сателлитами, регулировочное кольцо, ведомую шестерню и опорное кольцо 17 (см. рис. 142). Толщину регулировочной шайбы 3, подобранной для макета вала, изменяют на разницу величины выступов Ж макета вала и рабочего вала реверсивной муфты. Толщина шайбы должна быть равна

$$A = A_1 + Ж_1 + Ж,$$

где  $A_1$  — толщина кольца рабочего вала;

$Ж_1$  — фактическая величина выступа на рабочем валу;

$Ж$  — фактическая величина выступа на макете вала.

Величина  $Ж_1$  должна быть поставлена электрографом на зубчатом венце вала муфты.

Сборка редуктора на валу реверсивной муфты выполняется следующим образом. Протирают салфеткой вал муфты в сборе с фланцем. Укладывают на бурт вала опорное кольцо 17, устанавливают ведомую шестерню, вводя ее зубья в зацепление с зубьями вала муфты. Надевают на вал подобранное регулировочное кольцо 18 фаской вниз. Нагревают до 80—90°С шарикоподшипник, корпус сателлитов с сателлитами и с запрессованными в него шарикоподшипниками. Смазывают маслом посадочный диаметр под шарикоподшипник вала муфты. Надевают на вал муфты корпус сателлитов с сателлитами на вал муфты до упора подшипника корпуса в регулировочное кольцо. При этом следят за тем, чтобы зубья сателлитов вошли в зацепление с зубьями ведомой шестерни.

Посадка подшипников на вал муфты от натяга 0,029 мм до зазора 0,006 мм. Надевают на вал муфты регулировочную шайбу пазами вверх. Отверстие масляного канала вала должно совпасть с внутренней кольцевой выточкой шайбы. Смазывают маслом посадочный диаметр под шарикоподшипник вала муфты. Нагревают шарикоподшипник до 80—90°С. Надевают на него две полуобоймы так, чтобы отверстия на последних были расположены в сторону торца обоймы шарикоподшипника, обозначенного буквой В. Надевают на вал муфты шарикоподшипник вместе с полуобоймами отверстиями вверх до упора в регулировочную шайбу, стопорную шайбу, наворачивают гайку и затягивают ее до отказа.

Гайку затягивают после того, как остынет редуктор. Если устанавливают новую гайку или собирают редуктор на новом валу, гайку после полной затяжки отвертывают, осматривают резьбу и после этого окончательно заворачивают. Замеряют боковой зазор в зацеплении зубьев сателлитов с зубьями ведомой шестерни одновременно в трех сателлитах, прижимая их к упорным подшипникам, а ведомую шестерню — к опорному кольцу. Он должен быть равен 0,10—0,32 мм. Контряют гайку отгибом усика стопорной шайбы в паз гайки.

Устанавливают на вал муфты ведущую шестерню так, чтобы она села на полуобойму шарикоподшипника, а зубья вошли в зацепление с зубьями сателлитов. Отверстия под болты в ведущей шестерне должны быть совмещены с отверстиями в полуобоймах шарикоподшипника. Надевают на болты стопорные шайбы. Ввертывают болты и затягивают их до отказа. Замеряют боковой зазор в зацеплении зубьев сателлитов с зубьями ведущей шестерни одновременно в трех сателлитах, прижимая их к упорным подшипникам, а шестерню отжимая вверх. Он должен быть равен 0,10—0,32 мм. Зазор замеряют тремя шупами, которые устанавливают между зубьями сателлитов и ведомой шестерней.

Сборка (предварительная) механизма затяжки тормозной ленты

(см. рис. 137) производится при капитальном ремонте или при замене большой части его деталей. Надевают шайку на ось накладки 6 тормозной ленты 3. Смазывают маслом посадочный диаметр под палец 8 со штифтом 9 и вставляют в отверстие накладки, при этом штифт должен войти в ее паз. Навертывают на резьбу пальца гайку, затягивают ее до отказа и проверяют легкость вращения вилки. Контрят гайку шплинтом. Надевают на ось рычага 10 тормозной ленты серьгу 15. Смазывают маслом посадочный диаметр под палец 11 со штифтом 12 и вставляют палец в отверстие рычага ленты; штифт пальца должен войти в паз рычага. Навертывают на резьбу пальца гайку, затягивают ее до отказа и проверяют легкость вращения серьги. Вставляют в отверстие накладки 17 болт 18, надевают на него шайбу, разжимную пружину 20, навертывают гайку и сжимают ею пружину. Болт должен выступать над торцом гайки на 10—15 мм.

Устанавливают на тормозную ленту накладку 6 в сборе с вилкой так, чтобы отверстия в ней совпали с отверстиями колодки 5. Укладывают на накладку 6 ограничитель 1, заплечко которого должно упираться в ее торец. Отверстия в ограничителе и накладке совмещают. Ввертывают в два крайних отверстия ограничителя болты, затягивая их до отказа. Устанавливают на накладку 6 скобу 22 с упором 21. Надевают на болт стопорную шайбу и ввертывают его в накладку 6 через смещенные отверстия упора муфты. Затягивают болт до отказа и контрят отгибом усиков стопорной шайбы на грань болта и упора муфты.

Упор располагают так, чтобы его заплечко плотно прижмалось к торцу колодки 5. Устанавливают на последнюю накладку 6 в сборе с болтом и пружинной 20, а рычаг 10 вместе с серьгой 15 — на тормозную ленту. При этом резьбовой хвостовик серьги надо завести в отверстие накладки 17. Навертывают на серьгу шлицевую гайку 14 и ввертывают в боковое отверстие накладки 17 стопор 19, хвостовик которого входит в паз серьги 15. Замыкают механизм тормозной ленты и проверяют положение риски на ее рычаге. Риска должна переходить за мертвую точку на 3—3,5 мм, что обеспечивается припиловкой ограничителя 1. В данном случае вилка упирается в ограничитель 1.

Проверка биения конусных поверхностей двойного конуса 9 (см. рис. 143) относительно прямоугольных шлиц ступицы 13 выполняется следующим образом. Снимают упоры 12 со ступицы двойного конуса. Насаживают ступицу на конусную шлицевую оправку или на вал реверсивной муфты 16, наносят на вал и ступицу метку их взаимного расположения. Надевают на шлицы ступицы двойной конус 9 так, чтобы его шлица, против которой нанесена риска, расположилась между шлицами ступицы с рисками. Устанавливают конусную оправку с надетой на нее ступицей и двойным конусом в контрольные центры.

Обеспечивают свободное проворачивание оправки в центрах, после чего устанавливают конус на балансировочные ножи. Заклинивают двойной конус на шлицах его ступицы щупами одинаковой толщины в трех равномерно расположенных по окружности точках. Монтажный боковой зазор в зацеплении шлиц двойного конуса со шлицами его ступицы должен быть 0,25—0,40 мм. Проверяют биение конусных поверхностей двойного конуса относительно шлиц ступицы. Оно допускается не более 0,1 мм. Если биение больше чем 0,1 мм, переставляют двойной конус на другие шлицы ступицы.

Проверка по краске прилегания рабочих конусных поверхностей конусов синхронизатора производится в такой последовательности. Покрывают облицовку двойного конуса 9 равномерно тонким слоем синьки и устанавливают его отверстиями под пружины 11 вниз. Размещают на двойном конусе 9 подвижной конус 24 и проворачивают его несколько раз на  $\frac{1}{3}$  окружности, снимают и проверяют прилегание по краске к двойному конусу. Прилегание поверхностей по краске должно быть не

менее 80%, без разрывов. Перевертывают двойной конус отверстиями под пружины 11 вверх и проверяют прилегание по краске неподвижного конуса 21 к двойному конусу 9. Оно также допускается не менее 80% поверхности, без разрывов.

Проверяют установочный размер между торцами подвижного и неподвижного конусов, сопряженных с двойным конусом. Для этого укладывают в неподвижный конус 21 двойной конус 9, а на него укладывают подвижный конус 24. Устанавливают на торец последнего груз весом 30 кг. Размер между торцами двух конусов должен быть не менее 9 мм. Такой размер обеспечивается подбором конусов.

Сборка угловых рычагов с сухарями производится в таком порядке. Подбирают три рычага 1 по углу разворота. Разномерность всех рычагов допускается не более 0,1 мм. Надеты на общий палец, прошитые вторым общим пальцем через вторые отверстия рычаги одновременно должны касаться сферами контрольного угольника.

Для подбора рычагов можно изготовить приспособление ЛМ9571-472. Ставят на окна корпуса каретки 31 (окна, в которые входят угловые рычаги) их номера 1, 2 и 3. Вставляют в отверстие рычага штифт 42. Надевают на головку рычага сухарь 41 и соединяют обе половинки его замковым кольцом 40. Проверяют вращение сухаря 41 на головке рычага, оно должно быть легким, плавным, без заеданий. Заводят в окно № 1 корпуса каретки сухарь 41, укрепленный на угловом рычаге, и проверяют его вращение в окне. Оно также должно быть легким, плавным, без заеданий. Вынимают угловой рычаг в сборе с сухарем из окна, и клеймят обе половинки последнего и угловой рычаг номером окна. Также собирают и клеймят другие угловые рычаги.

Сборка корпуса 36 каретки выполняется в такой последовательности. Проверяют монтажный боковой зазор в зацеплении шлиц зубчатого диска 27 со шлицами корпуса 23 фрикциона. Для этого в корпус 23 укладывают зубчатый диск так, чтобы шлица корпуса, имеющая риски, находилась между шлицами диска, на которых нанесены риски. Заклинивают зубчатый диск на шлицах корпуса фрикциона щупами одинаковой толщины в трех равнорасположенных по окружности местах. Проверяют в шести равнорасположенных по окружности местах монтажный боковой зазор в зацеплении шлицев диска со шлицами корпуса фрикциона. Он должен быть 0,25—0,40 мм.

Подбирают комплект пружин 44 каретки, состоящий из шести пружин, с отклонением по нагрузке не более 0,5 кгс. Смазывают маслом стержни 43 корпуса каретки. Надевают на них подобранные пружины и вставляют сухари 45. Смазывают маслом внутренний диаметр корпуса 36 каретки и вставляют в него муфту заднего хода 28.

Устанавливают на стержни 30 корпуса каретки зубчатый диск 27 так, чтобы его две шлицы с рисками расположились против окна муфты заднего хода, имеющего риску. Смазывают маслом резьбу стержней 30, вставляют их в футорки 29 корпуса каретки и ввертывают до упора головками в дно овальных отверстий зубчатого диска, который должен быть плотно прижат к плоскости К муфты заднего хода. При данном положении деталей надо выдерживать размер  $88_{-0,5}$  мм.

Фиксируют положение ввернутых стержней 30 керном. Засверливают ввернутые стержни через резьбовые отверстия корпуса каретки на глубину  $13 \pm 0,5$  мм от ее наружного диаметра. Сверлят стержни осторожно во избежание повреждения резьбы в отверстиях каретки. Тщательно обдувают собираемый узел сжатым воздухом. Смазывают резьбу стопоров 31 маслом, ввертывают их в отверстия корпуса каретки и затягивают до упора. Если отверстие для проволоки 46 в стопоре 31 не совпадает с канавкой на каретке, стопор заменяют. Допускается выступание стопоров за габарит каретки не более чем на 1 мм. Стопоры кончат проволокой 46, протянутой через три соседних стопора. Концы

проволоки длиной около 10 мм загибают так, чтобы они упирались в крайние стопоры и проволока не могла перемещаться вдоль канавки каретки.

*Сборка тарелки пружин* производится в таком порядке. Смазывают палец 7 серьги маслом и запрессовывают его в отверстие проушины тарелки 25 пружины. Вставляют в паз проушины пакет серег 4 так, чтобы отверстия пакета совпадали с отверстиями в проушине. Палец в проушине должен утопаться не менее чем на 0,4 мм с каждой стороны.

Кернят тарелки пружин в трех местах, равнорасположенных по окружности, с обеих сторон во всех трех проушинах для предупреждения выпадания пальца серьги. У каждой проушины серьги 4 должны быть скомплектованы и иметь клеймо спаренности, так как их обрабатывают в пакетах по четыре штуки.

*Сборка подвижного конуса* выполняется следующим образом. Проверяют монтажный зазор в зацеплении шлицев корпуса 23 фрикциона со шлицами тарелки пружин и шлицами подвижного конуса. Для этого подвижной конус устанавливают так, чтобы его шлица рисков оказались между шлицами корпуса фрикциона, имеющими риски. Заклинивают конус на шлицах корпуса фрикциона щупами одинаковой толщины в трех равнорасположенных по окружности точках, после чего замеряют монтажный боковой зазор в зацеплении шлицев подвижного конуса со шлицами корпуса фрикциона.

Укладывают в корпус фрикциона тарелку пружин так, чтобы ее шлица с риской расположились между шлицами корпуса фрикциона, на которых нанесена риска. Заклинивают тарелку на шлицах корпуса фрикциона щупами одинаковой толщины в трех равнорасположенных по окружности точках.

Проверяют в шести равнорасположенных по окружности точках монтажный боковой зазор в зацеплении шлицев тарелки со шлицами корпуса фрикциона. Он должен быть 0,25—0,40 мм. Смазывают резьбу короткого хвостовика натяжных шпилек 26 маслом, ввертывают шпильку в резьбовые отверстия подвижного конуса и затягивают ее до отказа. Устанавливают кондуктор ЛМ9690-983 поочередно на натяжные шпильки и сверлят через их фланец в подвижном конусе отверстие диаметром 2,8 мм на глубину  $10,5 \pm 0,5$  мм под углом  $45^\circ$  к радиусу подвижного конуса. Развертывают просверленные отверстия до диаметра  $3 \begin{smallmatrix} -0,025 \\ -0,065 \end{smallmatrix}$  мм на длину не менее 8,5 мм. Запрессовывают в них штифты с натягом 0,005—0,065 мм. Штифты должны утопаться во фланце шпильки не менее чем на 0,3 мм. Кернят фланец от выпадания штифтов в двух точках.

Устанавливают в гнезда подвижного конуса пружины переднего хода 8 с отклонением по нагрузке не более чем 5 кгс. Заводят на подвижной конус тарелку пружин так, чтобы натяжные шпильки конуса прошли через его отверстия и отверстия тарелки. Сжимают тарелкой пружины переднего хода и навертывают на натяжные шпильки гайки. Доводят ширину собранного подвижного конуса равномерной затяжкой гаек до  $58,5 \pm 0,2$  мм (размер А). Замеряют ее у трех шпилек. Отклонение допускается не более 0,1 мм. Записывают среднее значение ширины, так как оно нужно для определения величины сжатия пружин подвижного конуса.

Затягивать гайки надо так, чтобы отверстия под шпильки совместились. Устанавливают собранный подвижной конус на приспособление ЛМ9689-991 под нагрузкой  $P=3000 \pm 5$  кгс. Замеряют ширину собранного конуса у трех шпилек и берут среднее значение. Из средней величины А (замеренной в свободном состоянии) вычисляют среднее значение  $A_1$  (замеренное под нагрузкой  $P=3000 \pm 50$  кгс) и величину сжатия пружин подвижного конуса. Она должна быть в пределах 5,6—6,2 мм.

Определяют, на какую величину  $H$  выступает торец тарелки пружин над торцом подвижного конуса или торец подвижного конуса над тор-

дом тарелки пружин. Числовую величину  $H$  вытраивровывают на торце тарелки пружин. Величину выступания тарелки обозначают со знаком плюс, а выступания подвижного конуса — со знаком минус.

Сборку опорного диска выполняют в таком порядке. Надевают на диск 19 со стороны ступицы кольцо 18. Нагревают шарикоподшипник 14 до 80—90°C. Смазывают наружную поверхность ступицы диска маслом. Напрессовывают подшипник до упора в бурт диска. Посадку шарикоподшипника производят с натягом 0,003—0,046 мм.

Надевают на ступицу опорного диска промежуточную шайбу 15, а в кольцевую выточку диска заводят стопорное кольцо 17. Проверяют монтажный зазор между шарикоподшипником и промежуточной шайбой. Он должен быть 0,03—0,20 мм. Зазор следует проверять после того, как остынет шарикоподшипник.

Сборку синхронизатора и его монтаж на валу реверсивной муфты производят в следующем порядке. Заводят корпус каретки в корпус фрикциона так, чтобы зубчатый диск вошел в зацепление со шлицами корпуса фрикциона, а муфта заднего хода 28 села на его штифты. При этом шлица корпуса фрикциона с риской должна оказаться между шлицами зубчатого диска, которые имеют риску, а паз на муфте заднего хода с риской — против шлица корпуса фрикциона.

У всех отверстий под штифты в муфте заднего хода ставят по четыре керна для предупреждения их выпадания. Смазывают шлицу подвижного конуса маслом и заводят последний корпус фрикциона, следя за тем, чтобы шлица с риской расположилась между шлицами корпуса фрикциона, имеющими риски. Смазывают наружный диаметр ступицы двойного конуса маслом и вставляют в подшипник 38 маслосбрасывателя 39, стопорят подшипник 38 кольцом 37.

На рис. 138 и 143 изображен синхронизатор, у которого между муфтой заднего хода и ступицей установлен шарикоподшипник с внутренней и внешней обоймами. На дизелях выпуска с августа 1968 г. для предотвращения износа в муфте заднего хода 11М.15.806 расточки под наружное кольцо шарикоподшипника 970921 применен роликоподшипник 11М.15.176сб без внутреннего и наружного колец (рис. 161). Ролики нового подшипника катятся по глубоко цементированной поверхности ступицы двойного конуса (12М.15.628 или 13М.15.629) и по муфте заднего хода (11М.15.841).

Детали старой конструкции не взаимозаменимы с деталями новой конструкции. Их заменяют только комплектно. Размеры сопрягаемых роликов и разность между наружным диаметром поверхности ступицы, по которой они катятся, и внутренним диаметром муфты заднего хода приведены в табл. 27.

Таблица 27

Разность диаметров ступицы и муфты, мм	Диаметр ролика, мм	Разность диаметров ступицы и муфты, мм	Диаметр ролика, мм
28,00—28,01	14,015—14,030	28,03—28,04	14,000—14,020
28,01—28,02	14,010—14,030	28,04—28,05	14,000—14,015
28,02—28,03	14,005—14,025	28,05—28,06	14,000—14,010

Заводят двойной конус на шлицы его ступицы так, чтобы шлица, против которой нанесена риска, расположилась между шлицами ступицы, имеющими риски. Вставляют в гнезда двойного конуса пружинные це. Устанавливают упор с клеймом № 1 на соответствующее ему место на ступице. Поджимая упором пружину 11 двойного конуса, совмещают отверстия в упоре с отверстиями в ступице. Ввертывают в эти отверстия болты и затягивают их до отказа.

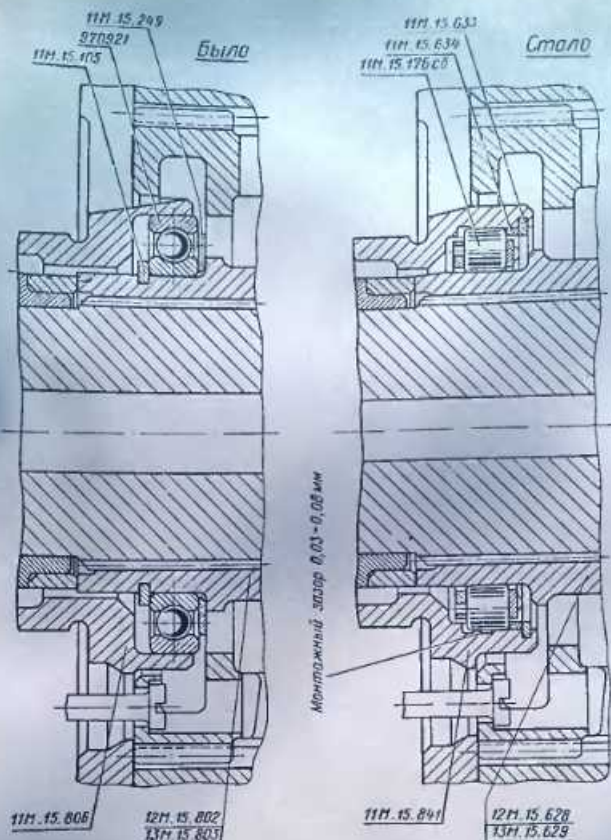


Рис. 161. Устранение износа в муфте заднего хода расточки под шарнирное кольцо шарикоподшипника

Так же устанавливают остальные упоры. Болты упоров конрят парно проволокой перекрестным способом. Заводят неподвижный конус на штифты корпуса фрикциона так, чтобы метки спаренности на них совместились. Вставляют в совмещенные гнезда подвижного и неподвижного конусов отжимные пружины 22. Надевают соединительную муфту. Вставляют в прорези на опорном диске шпонки. На шлице опорного диска не допускается выступание шпонки за поверхность внутреннего диаметра диска. Смазывают маслом посадочное место под шарикоподшипники 14 в ступице двойного конуса и шарикоподшипник опорного диска, запрессовывают шарикоподшипник в сборе с опорным диском 19 в расточку ступицы 13 двойного конуса. При этом отверстия под болты в опорном диске должны совместиться с отверстиями в неподвижном конусе, а штифты корпуса фрикциона войти в отверстия опорного диска.

Совмещают через окна опорного диска отверстия кольца 18 и ступицы двойного конуса. Смазывают резьбу болтов маслом, надевают на них стопорные шайбы и ввертывают через окна опорного диска и неподвижного конуса в совмещенные отверстия кольца и ступицы.

При отгибе шайб следует обращать внимание на то, чтобы они не выступали за наружный диаметр опорного диска. У всех штифтов корпуса фрикциона и на краях отверстий под них в опорном диске

ставят по четыре керна. Вставляют угловой рычаг в сборе с сухарем, имеющим клеймо № 1, в окно № 1 корпуса фрикциона и соединяют его пальцем 3 с серьгами 4 тарелками 25 пружин (палец перед постановкой смазывают маслом). Палец 3 кончат с обеих сторон замковыми кольцами 47, и заводят сухарь в окно корпуса каретки.

Устанавливают на корпус фрикциона кронштейн 5 с клеймом № 1, и вводят его в зацепление с угловым рычагом. Смазывают ось 2 рычага маслом, и соединяют его рычаг с кронштейном. Устанавливают на отверстия кронштейна упоры и стопорные шайбы. Толщина прокладок, расположенной первой к кронштейну, должна быть 0,5 мм, второй 1 мм.

Так же устанавливают два других угловых рычага и кронштейны. Перемещают корпус каретки вправо до упора, включив передний ход. Угловые рычаги при этом повернутся и переместят тарелку 25 пружин подвижного конуса, которая сожмет тридцать шесть пружин переднего хода. При включенной каретке обеспечивается залом угловых рычагов.

1. Замеряют при включенном корпусе каретки через окно корпуса фрикциона величину выступания торца тарелки пружин над торцом подвижного конуса или торца подвижного конуса над торцом тарелки пружин (см. рис. 139) у трех шпилек и берут среднее значение трех замеров.

Величину выступания тарелки пружин обозначают со знаком плюс, величину выступания подвижного конуса — со знаком минус. Полученную среднюю величину выступания сравнивают с фактической, выгравированной на подвижном конусе. По разности замеров определяют, на какую величину надо изменить толщину прокладок под кронштейнами, учитывая, что замеренный средний размер  $H_{ср}$  должен быть равен фактическому, указанному на подвижном конусе, с допуском  $\pm 0,1$  мм. При этом обеспечивается залом угловых рычагов. Если средний размер  $H_{ср}$  равен фактическому и обеспечен залом угловых рычагов, можно считать, что прокладки подобраны правильно.

При несоответствии указанных размеров выключают каретку синхронизатора. Отвертывают болты крепления одного из кронштейнов на корпусе синхронизатора, добавляют под кронштейны одну или несколько прокладок требуемой толщины и вновь укрепляют кронштейны на корпусе синхронизатора болтами, замеряют средний размер  $H_{ср}$  при включенном на передний ход синхронизаторе.

Включают и выключают каретку синхронизатора. При ее движении проверяют, не касаются ли стержни поверхности отверстия в зубчатом диске, и наименьший радиальный зазор между буртами футорок 29 и стенками отверстий в муфте заднего хода 28, который допускается не менее 1 мм.

Замеряют также через окна корпуса фрикциона монтажный зазор между подвижным и двойным конусами тремя щупами и берут среднее его значение. Он должен быть 0,6—1,5 мм. Вставляют в собираемый синхронизатор шлицевую конусную оправку или макет вала. Производят статическую балансировку синхронизатора с точностью до 400 кг-см. Дисбаланс снимают сверлением на торце корпуса фрикциона отверстий диаметром 20 мм, глубиной 14 мм, на радиусе 180 мм, с расстояниями между их центрами не менее 28 мм.

Напрессовывают на корпус каретки предварительно нагретый шарикоподшипник 32. Посадку его выполняют с натягом 0,004—0,055 мм. Заводят стопорное кольцо 33 в кольцевую канавку корпуса каретки и проверяют монтажный зазор между шарикоподшипником и кольцом, который должен быть 0,01—0,20 мм. Регулируют его подбором стопорного кольца по толщине. Проверяют зазор после того, как остынет шарикоподшипник.

Отводят корпус каретки в крайнее положение, включив передний ход. Укладывают в масляную ванну вместе с приспособлением для подъема ЛМ9689-647 и зажимной гайкой собранный синхронизатор. На-

гревают их до 90°C. Осматривают на валу муфты (собранным с фланцем вала и редуктором) шлицы и выточки под полукольца. Забоины и другие механические повреждения не допускаются. Надевают на выемку ведущей шестерни резиновое кольцо 34. Заводят в выточку вала муфты полукольца 6 (см. рис. 141). Надевают на полукольца, придерживая их рукой, обойму 5. Смазывают шлицы ведущей шестерни редуктора маслом, а прямоугольные шлицы вала (под синхронизатор) — графитовой смесью. Плавно и осторожно опуская синхронизатор, заводят его на шлицы вала муфты без перекоса. Осаживают синхронизатор по шлицам вала, следя за тем, чтобы шлицы муфты заднего хода вошли в шлицы ведущей шестерни редуктора заднего хода, а ступица двойного конуса упиралась в обойму 5.

Укладывают на торец вала муфты гайку. После того как синхронизатор остынет, смазывают резьбу вала маслом, надевают на него шайбу 4, стопорную шайбу, навертывают зажимную гайку 8 и затягивают последнюю до отказа. Зажимную гайку контрят отгибом усика стопорной шайбы в шлицы гайки. Устанавливают на синхронизатор соединительную муфту 20 (см. рис. 143) и закрепляют ее болтами.

**Сборку суппорта** производят в такой последовательности. Заводят в одну из кольцевых канавок поршня 7 (рис. 162) поршневое кольцо 6 и смазывают его маслом. Также смазывают маслом палец 9 поршня и заводят его в отверстия бобышек поршня. Смазывают маслом цилиндр корпуса 14 суппорта. Снимают поршневое кольцо 6, и заводят поршень в цилиндр корпуса суппорта до выхода его конца без кольца из цилиндра. Устанавливают в канавку поршня, вышедшую из цилиндра, второе поршневое кольцо, сжимают его и возвращают поршень в цилиндр. Укладывают на корпус суппорта прокладку крышки цилиндра и крышку 8. Надевают на шесть верхних шпилек крепления крышки шайбы, навертывают гайки и затягивают их до отказа.

Вставляют в корпус суппорта коромысло 10 в сборе с серьгой 21 и поводком 13 и заводят его в зацепление с поршневым пальцем. Заводят опору 11 коромысла в отверстие корпуса 14 суппорта, пропустив ее через проушину коромысла 10. Совмещают отверстия в коромысле и в опоре, вставляют в совмещенные отверстия палец 12. Надевают шайбы на палец с обеих сторон и вставляют в его отверстие шплинт. Вставляют в кольцевую выточку крышки 47 уплотнительное кольцо 46, укладывают на крышку прокладку и замеряют, насколько выступает над ней уплотнительное кольцо.

Замеряют размер уступа втулки 45 от плоскости корпуса суппорта. Разность замеренных размеров должна быть не более 0,20—0,25 мм, что соответствует монтажному натягу уплотнительного кольца (0,10 ÷ ÷ 0,75 мм). Его обеспечивают подбором уплотнительного кольца или подторцовкой крышки.

Надевают крышку 47 в сборе с уплотнительным кольцом 46 и прокладкой на валик 42 гидравлического управления. На последний устанавливают на шпонке 49 штырь 48. Заводят валик во втулку корпуса суппорта и надевают на шпонку 43 профильный рычаг 15 в сборе с серьгами 21, 17, болтами 16 и болтом-серьгой 18. Пальцем 22 соединяют коромысло 10 с серьгой 21 и стопорят палец с надетыми на него шайбами шплинтами.

Пропускают валик через поводок 13 и вставляют его конец во втулку 41 корпуса суппорта. Крышку 47, надетую на валик гидравлического управления, сажают на шпильки корпуса суппорта и закрепляют гайками. Для этого отгибают под углом 90° один из усиков стопорной шайбы и укладывают ее на отверстие корпуса суппорта под стопорный болт 44, отогнутый усик должен войти в отверстие под усик корпуса суппорта.

Ввертывают стопорный болт в отверстие корпуса суппорта так, чтобы конец его вошел в кольцевую канавку валика гидравлического

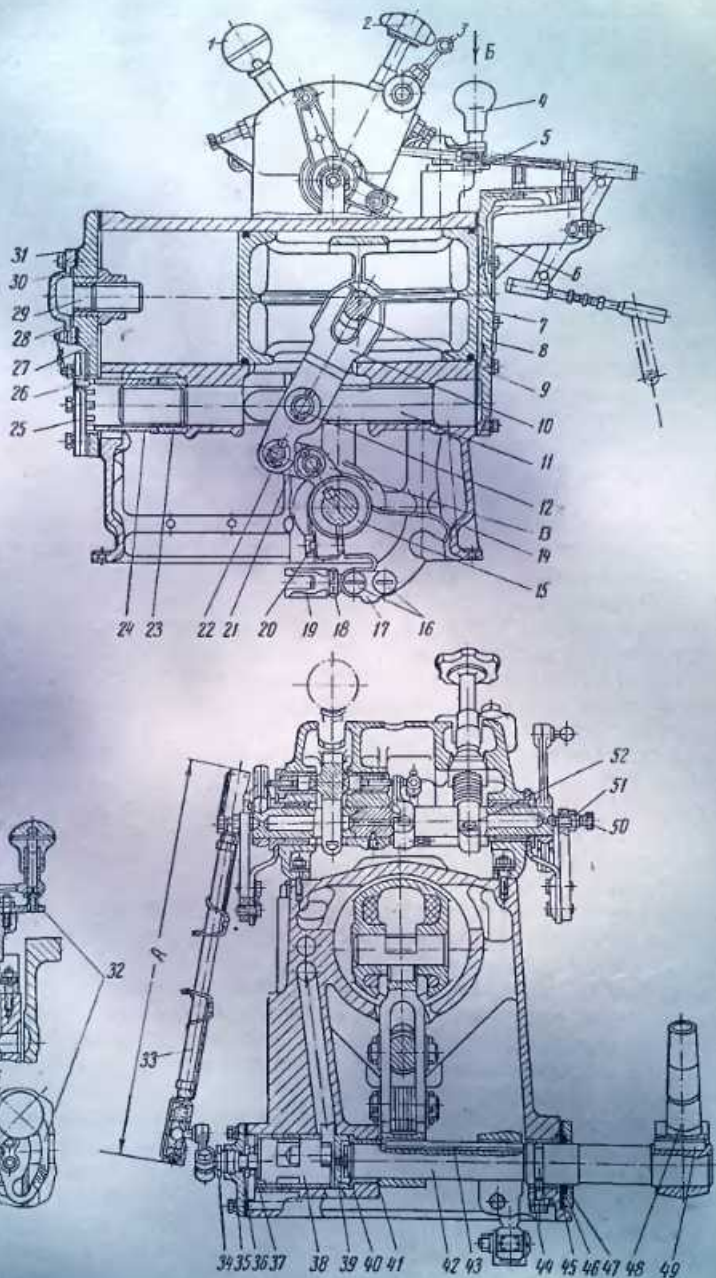


Рис. 162. Суппорт

управления. Проверяют вращением валика перемещение поршня в цилиндре корпуса суппорта, вращение поводка и коромысла, а также и валика во втулках корпуса суппорта. Вращение валика должно быть плавное, с равномерным сопротивлением. Надевают на опору 11 коромысла регулировочное кольцо 23 и наворачивают на нее гайку 24 до тех пор, пока кольцо не коснется торца бобышки корпуса суппорта, при

этом не допускаются выступание торцов шлицев гайки за плоскость прокладки, падетой на шпильки. Надевают крышку 25 так, чтобы ее штифт 26 вошел в одну из шлиц гайки 24. При несовпадении штифта крышки с пазом гайки надо дополнительно повернуть гайку или заменить регулировочное кольцо. Зазор 0,05—0,20 мм между торцом последнего и торцом гайки обеспечивается подбором регулировочного кольца 23. Отвертывают гайки крепления крышки и снимают ее со шпилек.

Регулируют гайкой 24 установочный размер положения оси пальца коромысла от торца корпуса суппорта, обращенного в сторону дизеля. Он должен быть в пределах  $176 \pm 0,5$  мм. Ставят крышку 25 и закрепляют ее. Вставляют в отверстие корпуса суппорта при совмещенных и обращенных вверх срезах на гильзе 39 и золотнике 38 гильзу и золотник с надетым на его хвостовик подшипником 37 и крышкой 35, причем последняя должна сесть на шпильки корпуса суппорта, а шлица муфты 40 поперечного валика войти в паз гильзы 39. В крышку устанавливают уплотнительное кольцо 36 и ввертывают гайку 34.

Шаровый поводок рычага, надетого на золотник 38, должен быть обращен влево с отклонением от горизонтали не более чем на 8°. Положение золотника будет соответствовать холостому ходу. Смазывают маслом резьбу пробки 29 и ввертывают ее во втулку 28 крышки цилиндра. Пробка 29 ограничивает ход поршня, поэтому во втулке ее окончательно регулируют при испытании реверсивной муфты. Надевают на хвостовик пробки 29 и на два винта крышки замок 30. Укладывают на крышку 27 цилиндра прокладку. Устанавливают крышку 31 и укрепляют ее гайками. При несовпадении отверстий замка с винтами крышки цилиндра отвертывают или заворачивают пробку. Окончательно крышку устанавливают при испытании реверсивной муфты.

Вставляют перепускной кран с крышкой 5 в отверстие корпуса суппорта так, чтобы крышка села на две шпильки корпуса. Укрепляют ручку крана на его хвостовике, выдержав размер между сектором 32 и фланцем головки фиксатора в пределах  $9 \pm 0,5$  мм. Проверяют вращение крана 4 и фиксацию его в двух крайних положениях, т. е. в положении «Гидр.» и «Руч.» переключения. Кран должен переключаться легко, плавно, без прихватывания. Устанавливают золотник 38 в положение холостого хода так, чтобы его рычаг занял горизонтальное положение. Шаровой поводок последнего должен быть обращен влево.

Длинная риска на торце золотника при его установке должна быть горизонтальна, а короткая — вертикальна. Перемещают рукоятку 1 гидравлического управления в положение «Стоп». При установке рычага золотника и рукоятки гидравлического управления в положение холостого хода на их шаровые поводки надевают тягу 33 золотника.

Если тяга не надевается, ее регулируют ввертыванием или вывертыванием корпусов шарниров. Заполняют конические углубления сухарей тяги графитовой смазкой. Вставляют в корпус шарнира сухарь и пружину, ввертывают гайку шарового шарнира до упора в торец сухаря, а затем отвертывают ее на  $\frac{1}{4}$  оборота и зашлифовывают. При этом обеспечивается монтажный зазор между торцом сухаря и торцом гайки шарнира в пределах 0,25 мм.

Перед постановкой поводка осаждают сухари по сферической поверхности технологическим шариком диаметром 10 мм. Гайки шарниров тяги 33 золотника контрят и пломбируют после испытания реверсивной муфты. На рис. 162 цифрой 2 обозначена рукоятка управления дизелем; 3 — откидной упор холостого хода и реверсирования.

Окончательная сборка реверсивной муфты выполняется в таком порядке. Смазывают техническим вазелином уплотнительные кольца и вставляют их в кольцевые выточки картера муфты в местах прохождения масляных труб со стороны крепления крышки картера. Подбирают две опорные пружины 7, одинаковые по высоте (см. рис. 140), и уста-

навливают во втулки с одной стороны картера, а две другие такие же пружины — с другой. Устанавливают на шпильки картера муфты приспособление ЛМ9690-502 для центровки ее вала в картере и закрепляют гайками. Поднимают картер за рым приспособления и заводят на вал, следя за тем, чтобы шпильки картера совпали с отверстиями крышки.

Картер на вал надевают осторожно, чтобы не повредить прокладку его крышки. Перед тем как надеть картер на вал, стягивают тормозную ленту на барабане проволокой или приспособлением. Проверяют биение торца *Л* и бурта *К* фланца вала (см. рис. 144) относительно оси вала муфты. Биение торца *Л* допускается не более 0,05 мм на крайних точках, а биение бурта *К* — не более 0,1 мм. Если оно выше предусмотренного, разворачивают конусные кольцо и полупальцы или фланец вала на шлицах. Смазывают маслом оси рычагов переключения *б* (см. рис. 140), надевают на оси подвески *4* и вставляют в их пазы траверсы *3*.

Подвески должны иметь клеймо спаренности с картером муфты. Устанавливают рычаги переключения муфты в сборе с подвесками и траверсой в ее корпус. При этом рычаги вводят в зацепление с цапфами подшипника каретки (см. рис. 138), когда цапфы находятся выше оси подшипника. Вставляют болты подвесок, наворачивают на них глухие гайки и затягивают до отказа. Перемещением рычагов переключения убеждаются в свободном без заеданий покачивании их в подвесках.

Ввертывают ограничители ленты в пистоны крышки картера и поджимают ими тормозную ленту к траверсе. Устанавливают накладку *17* (см. рис. 137) тормозной ленты в сборе с болтом *18* и пружиной *20* на колодку *5*, следя за тем, чтобы отверстия в них совпали. Ввертывают в совмещенные отверстия болты, затягивают все шесть болтов до отказа и контрят. Устанавливают на тормозную ленту рычаг *10*, завода резбой хвостовик серья *15* в отверстие накладки *17*, и наворачивают на серью шлицевую гайку *14*. Укладывают накладку *б* тормозной ленты в сборе с вилкой *7* и упором *21* на тормозную ленту. Ввертывают в резьбовое отверстие упора муфты болт *18* и контрят его гайкой, при этом отверстия в накладке должны совпадать с отверстиями ленты. Укладывают на накладку *б* ограничитель *1* так, чтобы заплешико его упиралось в торец накладки, а отверстия совместились.

Ввертывают в отверстия ограничителя *1* и накладки *б* все болты крепления и затягивают их до отказа. Замыкают механизм тормозной ленты, и затягивают ее шлицевой гайкой *14* до полного обжатия барабана. Проверяют переход риски на рычаге тормозной ленты за мертвую точку на 3—3,3 мм, при этом вилка должна упираться в ограничитель. Допускаются местные просветы до 0,25 мм. Повертывают тормозную ленту в положение, при котором расстояние от оси отверстия рычага *2* до оси штифта *10* для муфт правого вращения было равно  $13 \pm 1$  мм и для муфт левого вращения  $217 \pm 1$  мм. После этого регулируют упорные пружины *11*. Колодка набегающего конца тормозной ленты должна плотно прилегать к торцам обеих пружин, зазор допускается не более 0,15 мм.

Между колодкой сбегающего конца тормозной ленты и опорными пружинами противоположной стороны допускается зазор *К*, равный 3,5—7 мм. Высоту опорных пружин регулируют подбором шайб, устанавливаемых между торцом стержня и пружинами, которые надевают на разрезной стержень болта *19*. После подбора шайб стержень разводят, чтобы предотвратить их выпадение.

Набегающий конец ленты всегда расположен на стороне, противоположной колодке, в которой находится серья *15* с шлицевой гайкой *14*. Зазор *К* замеряют масштабной линейкой, устанавливаемой на плоскость разъема картера с суппортом. При этом замеряют путь прохождения ленты по торцу ее накладки. Болты левой и правой сторон картера муфты контрят попарно вязальной проволокой.

Проверяют положение ленты на тормозном барабане. Она должна выступать над барабаном на 1—2 мм, что достигается подбором или припиловкой траверсы 3 (см. рис. 140) в подвесках. Надевают на ограничитель прокладку, навертывают гайки и затягивают их до отказа, удерживая ограничитель от проворачивания ключом. Ставят вторые прокладки в глухие гайки и тоже затягивают их до отказа, удерживая ограничитель ключом за лыски, после чего гайки связывают проволокой и пломбируют. Запрещается отворачивать глухие гайки при центровке дизеля с гребным валом.

Устанавливают вильчатый рычаг в картере муфты в положение холостого хода и суппорт на картер, следя за тем, чтобы профильный рычаг 15 (см. рис. 162) совпал с роликом 5 (см. рис. 140). Кроме того, корпус суппорта должен сесть на штифты 8. Соединяют через окно в суппорте пальцем проушину 19 (см. рис. 162), связанную с профильным рычагом, с рычагом 10 тормозной ленты (см. рис. 137). Вставляют щуп между профильным рычагом и внутренней стенкой паза вильчатого рычага (см. рис. 140). Прижимают его профильным рычагом к внутренней стенке вильчатого рычага, укрепляют профильный рычаг на валке гидравлического управления болтом 20 (см. рис. 162), ввернутым в рычаг. При этом между профильным рычагом и внутренней стенкой паза вильчатого рычага должен быть монтажный зазор 1—2,5 мм.

Перемещают ручку перепускного крана суппорта в положение ручного переключения. Надевают на рычаг валика гидравлического управления суппорта рукоятку ручного переключения муфты и закрепляют ее чекой. Затягивают механизм тормозной ленты шлицевой гайкой 14 (см. рис. 137) так, чтобы для включения заднего хода на перекладные рукоятки ручного переключения потребовалось усилие, равное  $75 \pm 10$  кгс (по динамометру). После затяжки шлицевой гайки 14 серьгу 15 стопорят болтом 19.

Окончательно тормозную ленту регулируют при испытании муфты на стенде. Допускается ее подрегулировка при испытании муфты вместе с дизелем. Переключением рукоятки ручного переключения в сторону, противоположную включению заднего хода, отпускают тормозную ленту, следя за тем, чтобы ролик вильчатого рычага не вышел из паза профильного рычага, что соответствует положению холостого хода. При этом проверяют абсолютный холостой ход. Фланец вала муфты при проворачивании корпуса синхронизатора должен быть неподвижен.

Переключением рукоятки ручного переключения в ту же сторону до отказа включают передний ход, ролик вильчатого рычага должен находиться в пазу профильного рычага. Переключают рукоятку ручного переключения в обратную сторону до выключения каретки (появления резкого звука), что будет соответствовать положению холостого хода. Ввертывают технологические болты в пистоны картера муфты до упора в корпус синхронизатора, кончат винты гайками и снимают центрирующее приспособление с картера реверсивной муфты. После этого муфту направляют на испытательный стенд для проверки ее регулировки.

Регулировка реверсивной муфты на стенде производится после сборки ее (рис. 163). Режимы испытания муфты приведены в табл. 28.

Перед установкой муфты на дизель ее регулируют от масляной (или воздушной) магистрали, создающей давление  $(3,9 \div 5,9) \cdot 10^5$  Па. В крайнем случае ее регулируют после установки на дизель от масляной системы.

Регулируют муфту в следующем порядке. Устанавливают ручку гидравлического управления на пульте управления муфты, подлежащей регулировке, в положение холостого хода, предварительно сняв с суппорта боковые крышки с суфлерами и крышку на одной из сторон картера муфты. Подводят к каналу муфты масло или воздух под давле-

Режим	Частота вращения вала муфты, об/мин	Крутящий момент на валу муфты, кг · м	Давление масла на входе в муфту, Па	Температура масла на входе, °С	Продолжительность работы на данном режиме, мин
Передний ход . . .	735	195	$(5,88 \div 8,82) \cdot 10^5$	50—65	10
Холостой » . . .	0	0	$(5,88 \div 8,82) \cdot 10^5$	50—65	5
Передний » . . .	735	195	$(5,88 \div 8,82) \cdot 10^5$	50—65	5
Задний » . . .	590	304	$(5,88 \div 8,82) \cdot 10^5$	50—65	10
Передний » . . .	735	195	$(5,88 \div 8,82) \cdot 10^5$	50—65	5
Переключение реверсивной муфты гидравлическим управлением:					
при переднем ходе . .	735	195	$(5,88 \div 6,86) \cdot 10^5$	40—70	15 пар переключений
при заднем ходе . . .	590	160	$(5,88 \div 6,86) \cdot 10^5$	40—70	

нием  $(3,9 \div 5,9) \cdot 10^5$  Па. Отвертывают гайки, контрящие тягу золотника, и, изменяя ее длину, регулируют зазор между нажимной плоскостью профильного рычага 15 (см. рис. 162) и роликом 9 (см. рис. 140) вильчатого рычага. Он должен быть не менее 5 мм. При этом отклонение от горизонтали оси рычага золотника 38 (см. рис. 162) и диаметральной риски на торце его шлицевого конца должно быть не более  $8^\circ$  (одна шлица).

Контрят гайками отрегулированную тягу золотника, завязывают проволокой и ставят пломбы на ее концы. Замеряют размер А тяги золотника, как указано на рис. 162, записывают его величину в паспорт муфты или в формуляр дизеля, если паспорт отсутствует.

Включают передний ход ручкой гидравлического переключения суппорта. Отвертывают две гайки крепления крышки цилиндра на суппорте со стороны фланца вала отбора мощности и снимают со шпилек крышку и замок. Пробку 29 суппорта ввертывают во втулку крышки до упора в поршень. Проверяют через отверстие лючка картера муфты при опорных плоскостях бонок корпуса 36 каретки (см. рис. 143), полностью прижатых к плоскости расточки муфты заднего хода 28,

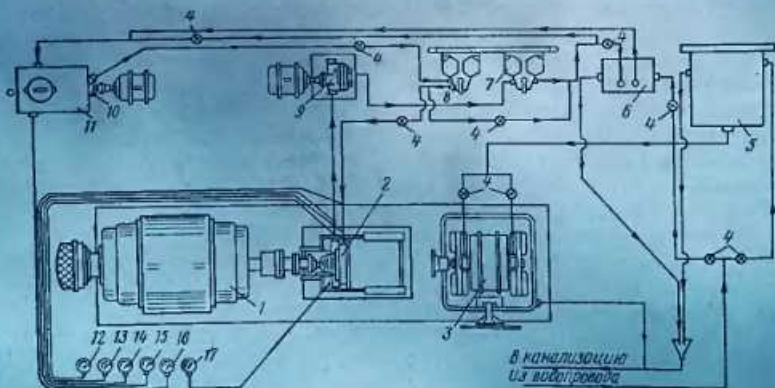


Рис. 163. Схема стенда для испытания реверсивной муфты:

1 — электродвигатель; 2 — проставка для испытания реверсивной муфты; 3 — гидротормоз; 4 — краны; 5 — водяной бак; 6 — подогреватель; 7, 8 — масляные фильтры соответственно на выходе и входе; 9 — маслоотсасывающий насос с электродвигателем; 10 — нагнетающий насос с электродвигателем; 11 — масляный бак с подогревом; 12 — манометр на входе масла в вил реверсивной муфты; 13 — манометр на входе масла в суппорт; 14 — аэротермометр на выходе масла из реверсивной муфты; 15 — аэротермометр на входе масла в реверсивную муфту; 16 — аэротермометр масляного бака; 17 — манометр на входе масла в суппорт

расстояние от торца муфты заднего хода до торца корпуса каретки. Включают ручкой гидравлического переключения суппорта холостой ход. Ввертывают пробку суппорта во втулку крышки цилиндра на пол-оборота, при этом проверяют, чтобы замок свободно надевался на хвостовик пробки и на два винта крышки цилиндра.

Вновь включают ручкой гидравлического переключения передний ход. Проверяют еще раз через отверстие лючка картера муфты расстояние от торца муфты заднего хода до торца корпуса каретки. Оно должно быть больше замеренного первый раз на 0,5—1,5 мм. Разность между замерами свидетельствует о монтажном зазоре между опорными плоскостями бонок корпуса каретки и плоскостью расточки муфты заднего хода. Если этот зазор не выдержан, то для обеспечения его ввертывают или вывертывают пробку 29 (см. рис. 162) суппорта.

Надевают замок на хвостовик пробки суппорта и на два винта крышки цилиндра. Укладывают на шпильку крышки 27 цилиндра крышку 31, укрепив ее гайками. При включенном холостом ходе отвертывают два болта крепления стопорной планки 2 (см. рис. 137) на рычаге тормозной ленты. Свилочная проушина 19 (см. рис. 162) с болта-серьги 18 или навинчивая на него, обеспечивают на заднем ходу включенным гидравлическим управлением упор поршня суппорта в крышку цилиндра при зазоре между вилкой 7 (см. рис. 137) и ограничителем 1, равным 0,5—2 мм. Зазор проверяют дозатяжкой вилки к ограничителю рукояткой ручного управления. Если нельзя обеспечить упор поршня в крышку цилиндра при указанном зазоре, заменяют болт-серьгу 18 (см. рис. 162).

Контрят болт-серьгу гайкой и стопорной шайбой. Укладывают на рычаг тормозной ленты стопорную планку 2 (см. рис. 137), контрящую палец (см. рис. 138), соединяющий проушину с болтом-серьгой, и укрепляют ее болтами. Переводят ручку гидравлического переключения суппорта на холостой ход. Проверяют, есть ли абсолютный холостой ход муфты проворачиванием корпуса фрикциона. При этом фланец вала муфты должен быть неподвижен. Краны, подающие воду на гидротормоз, при проверке абсолютного холостого хода закрывают, если испытание производится на стенде.

При испытании на судне вал муфты и вал винта разобщают. Регулировка обеспечивает правильное расположение механизмов муфты на переднем, холостом и заднем ходу и разгружает ее рычажный механизм от усилий, передаваемых поршнем, постоянно находящимся под давлением масла главной магистрали дизеля.

Перед испытанием и проверкой регулировки реверсивной муфты проверяют усилие затяжки тормозной ленты при заднем ходе. Для этого устанавливают кран на суппорте в положение «Ручн.», надевают на рычаг валика суппорта рукоятку ручного переключения и включают его муфту на задний ход. Усилие для включения должно быть  $75 \pm 10$  кгс, что обеспечивается регулировкой гайки 14 на серьге 15 (см. рис. 137).

Проверяют работу механизма ручного переключения двумя переключениями муфты. Переключение муфты должно быть плавным, без заеданий. По окончании регулировки реверсивной муфты устанавливают снятые боковые крышки с суфлерами и демонтируют муфту со стенда, при этом сливают масло из ее картера через сливную пробку.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Тепловозные дизели М753 и М756. М., «Транспорт», 1968, 224 с. Авт.: Г. С. Бабич, Д. М. Биллиг, С. Н. Дорошенко, М. В. Кальницкий.  
Бабич Г. С., Дорошенко С. Н. Дизель М400. М., «Транспорт», 1969, 174 с.  
Рукавишников Н. Ф. Ремонт судовых тихоходных дизелей. М., «Транспорт», 1965, 311 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Конструктивные особенности судовых быстроходных дизелей М50Ф, М400 (12СН 18/20), М401 (12СН 18/20)	3
§ 1. Краткие сведения о судовых быстроходных дизелях	3
§ 2. Основные характеристики дизелей	21
Глава II. Виды ремонта	26
§ 3. Оценка надежности деталей быстроходных дизелей с учетом опыта их эксплуатации	26
§ 4. Характеристика видов ремонта дизеля	40
§ 5. Ремонтные документы	41
§ 6. Обоснование к списанию дизеля, не подлежащего ремонту	43
§ 7. Способы восстановления поверхностей износа	44
§ 8. Контроль деталей методами магнитной дефектоскопии, травлением, люминесцентным способом и керосином	47
Глава III. Текущий (малый) ремонт дизеля	55
§ 9. Общие указания	55
§ 10. Порядок частичной разборки дизеля при первой его переборке	56
§ 11. Последовательность проверок и ремонтных работ, выполняемых при первой переборке дизеля	58
§ 12. Сборка дизеля при первой переборке	65
§ 13. Эксплуатация дизеля после первой его переборки	68
Глава IV. Средний ремонт дизеля	71
§ 14. Общие указания	71
§ 15. Разборка дизеля	72
§ 16. Промывка деталей	76
§ 17. Дефектация деталей	78
§ 18. Сборка дизеля	102
§ 19. Регулировка дизеля	108
§ 20. Окончание сборки дизеля после его регулировки	117
§ 21. Испытание дизеля после среднего ремонта	119
Глава V. Капитальный ремонт и изготовление деталей дизеля	125
§ 22. Верхняя часть картера	125
§ 23. Коленчатый вал	144
§ 24. Амортизатор	150
§ 25. Шатуны	154
§ 26. Моноблок	164
§ 27. Поршневая группа	179
Глава VI. Ремонт топливной аппаратуры	182
§ 28. Неисправности в работе топливной аппаратуры, их причины и способы устранения	182
§ 29. Форсунки	189
§ 30. Топливный насос высокого давления с регулятором	195
§ 31. Приготовление доводочных паст	225
Глава VII. Ремонт реверсивной муфты	227
§ 32. Текущий (малый) ремонт реверсивной муфты	227
§ 33. Капитальный ремонт реверсивной муфты	237
Список литературы	363