

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект электрофикации цеха по ремонту топливных насосов с разработкой приспособления для разборки-сборки кулачкового вала»

Шифр ВКР.35.03.06.003.17.00.00.00.ПЗ

Студент _____ Хасаншин И.Г.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Шайхутдинов Р.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой профессор _____ Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2017 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Электрооборудование и электротехнологии»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Хасаншину Ильфату Габдраевфовичу

Тема «Проект электрофикации цеха по ремонту топливных насосов с разработкой приспособления для разборки-сборки кулачкового вала»

утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ г. № ____

2. Срок сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные: материалы преддипломной практики

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Провести анализ состояния вопроса организации и технологии ремонта топливных насосов, электрофикации участка для их ремонта; 2. Разработать проект участка по ремонту топливных насосов и его электроснабжения; 3. Разработать технологию восстановления детали; 4. Конструктивная часть; 5. Безопасность жизнедеятельности и охрана труда; 6. Технико-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов _____

Лист 1 – План электрофикации участка по ремонта топливных насосов _____.

Лист 2- Ремонтный чертеж _____.

Лист 3-Технологическая карта _____.

Лист 4-Сборочный чертеж конструкции _____.

Лист 5-Рабочие чертежи деталей _____.

Лист 6-Сравнительные технико-экономические показатели конструкции _____.

6. Консультанты по дипломному проекту с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Раздел БЖ	доцент Шайхутдинов Р.Р.
Раздел экономики	доцент Шайхутдинов Р.Р.

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.04-24.04	
2	Глава 2	24.04 -9.05	
3	Глава 3	10.05-25.05	
4	Глава 4 и 5	25.05-01.06	
5	Оформление работы	01.06-20.06	

Студент _____ (Хасаншин И.Г.)

Руководитель _____ (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Хасаншина Ильфата Габдраефовича на тему: «Проект электрофикации цеха по ремонту топливных насосов с разработкой приспособления для разборки-сборки кулачкового вала»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и листов формата А1 графической части.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает рисунков таблиц и спецификаций.

В первом разделе дан анализ состояния вопросов организации и технологии ремонта топливных насосов, анализ существующих съемников.

Во втором разделе разработан проект участка по ремонту топливных насосов, его электрофикации и технология восстановления кулачкового вала топливного насоса. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали.

В третьем разделе конструкция приспособления для разборки-сборки кулачкового вала кулачкового вала топливного насоса. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте машин. Приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с поставкой сельских машин предстоит еще больше уделять внимание хранению, техническому обслуживанию и ремонту машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий.

Современные тракторы, комбайны и автомобили оснащены мощными двигателями, обеспечить работоспособность которых при оптимальных затратах на ремонт и техническое обслуживание возможно лишь на основе выполнения комплекса организационных и технических мер и прежде всего хорошей подготовки ремонтного производства, строгого соблюдения технологического процесса ремонта, а также высокой квалификации работающих.

Бесперебойная работа тракторных, комбайновых и автомобильных двигателей во многом зависит от состояния агрегатов топливной аппаратуры. В процессе эксплуатации эти элементы изнашиваются, что приводит к изменению количества подаваемого топлива, равномерности его подачи в цилиндры, ухудшению качества распыливания, запаздыванию момента впрыскивания топлива, а также к появлению неисправностей в работе двигателя, топливного насоса и других сборочных единиц. На техническое обслуживание и ремонт топливной аппаратуры затрачиваются огромные материально-технические и трудовые ресурсы. Снижение этих затрат во многом зависит от качества подготовки специалистов-ремонтников и состояния ремонтной базы.

В настоящей работе рассматриваются вопросы организации и электрификации цеха по ремонту топливных насосов.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Диагностирование системы питания дизелей и методы обнаружения неисправностей на машине

Систему питания тракторных двигателей, как правило, диагностируют при третьем техническом обслуживании (ТО-3) и перед ремонтом ее агрегатов, а комбайновых - при сезонном техническом обслуживании. Целью диагностирования является определение места проведения и объема регулировочных и ремонтных работ. Такой вид диагностирования называется плановым. Его проводят, соблюдая определенную последовательность. Перед ним обычно подготавливают систему питания. Для этого очищают, промывают и проверяют состояние воздухоочистителя, соединительных шлангов и фланцевых уплотнений впускного и выпускного трактов; проверяют и при необходимости сливают воду и отстаивают в фильтре отстойнике и фильтре грубой и тонкой очистки топлива, контролируют топливо в баке и при необходимости заправляют его, прочищают и промывают крышку заливной горловины, проверяют и добавляют свежее масло в корпус насоса (регулятора) до нормального уровня, регулируют при необходимости длину тяги управления топливным насосом.

Последовательность операций должна быть такой, чтобы затраты времени на поиск и устранение неисправностей были минимальными.

Внеплановое или заявочное диагностирование с последующим устранением неисправностей проводят при ненормальной работе дизелей (появление дымного выпуска, снижение мощности и экономичности двигателя, трудный пуск, стуки в двигателе и другие).

При внеплановом диагностировании поиск неисправностей начинают с тех элементов, вероятность отказа которых наибольшая или

неисправности которых могут оказать существенное влияние на показатели работы других составных частей проверяемого агрегата. Так, например, вначале диагностируют состояние прецизионных пар топливного насоса, перепускного клапана, подкачивающего насоса и топливных фильтров, а затем проверяют производительность насосных элементов и неравномерность подачи топлива.

Мощность и экономичность двигателя контролируют после диагностирования и устранения отказов всех составных частей, ухудшающих экономические показатели работы двигателей по мере увеличения наработки.

Для проведения диагностирования машин в зависимости от их числа и методов организации технического обслуживания используют передвижные диагностические установки, стационарные посты или линии диагностирования. Промышленностью выпускаются передвижные диагностические установки КИ-4270А, КИ-13205М и КИ-13935, переносные диагностические комплекты КИ-13901Ф, КИ-13924, комплект КИ-13919 диагностических средств, диагностическая установка "Урожай 1Т", передвижные ремонтно-диагностические мастерские ГОСНИТИ-3 (МПР-817Д) и ГОСНИТИ№4 (МПР-9924), стационарный диагностический комплект КИ-13920 для станции технического обслуживания тракторов (СТОТ) и автомобилей (СТОА) и другие.

Состояние дизельной топливной аппаратуры характеризуется следующими параметрами: давлением впрыскивания и качеством распыливания топлива форсунками; максимальным давлением, развиваемым подкачивающим насосом; пропускной способностью фильтрующих элементов тонкой очистки; состоянием перепускного клапана; износом прецизионных пар; работой турбокомпрессора; частотой вращения кулачкового вала топливного насоса (коленчатого вала); производительностью элементов насоса; степенью

неравномерности подачи топлива элементами; расходом топлива; углом опережения подачи топлива в цилиндры двигателя.

Давление впрыскивания и качество распыливания топлива форсунками могут нарушиться при зависании иглы. Если она зависла в верхнем (открытом) положении, то топливо плохо распыливается, продолжительность впрыскивания увеличивается, а из выпускной трубы выбрасываются клубы черного дыма. В случае зависания иглы в нижнем (закрытом) положении топливо не впрыскивается в цилиндр, резко снижается частота вращения коленчатого вала двигателя и в топливной системе слышны стуки. При этом необходимо остановить двигатель.

Неработающую форсунку определяют отворачиванием по очереди на 1...2 оборота гаек трубок высокого давления на штуцерах топливных насосов или по пульсации стенок трубопроводов высокого давления.

Без снятия с двигателя форсунку диагностируют максиметром, устройством КИ-9917, приспособлением КИ-1Б301А и автостетоскопом ТУ 11БсО-003.

Устройством КИ-9917 определяют давление начала впрыскивания по максимальному отклонению стрелки манометра, делая 35...40 перемещений рычага в минуту. Качество распыливания проверяют нагнетанием топлива со скоростью 70...80 перемещений в минуту. Впрыскивание должно сопровождаться четким, хорошо прослушиваемым прерывистым звуком.

Более точно работу форсунки можно определить после снятия ее с двигателя на приборах КИ-562 (КП-1609), КИ-3333 и КИ45706.

Фильтр тонкой очистки топлива, перепускной клапан, подкачивающий насос и манометр на щитке приборов диагностируют приспособлением КИ-4801 или КИ 13943.

О состоянии фильтрующих элементов судят по перепаду давления, измеренного перед фильтром и за фильтром. При давлении

топлива за фильтром ниже 0,04 МПа (у двигателей ЯМЗ-0,03 МПа) проверяют перепускной клапан, заменяя рабочий клапан контрольным (новым). Если оно окажется прежним, то это свидетельствует о предельном загрязнении фильтрующих элементов и необходимости их замены.

Давление перед фильтром, развиваемое подкачивающим насосом поршневого типа, должно быть не ниже 0,03 МПа, в противном случае насос заменяют. На шестеренном насосе при давлении ниже 0,06 МПа регулируют перепускной клапан. Если при этом не достигается повышенного давления, то насос заменяют.

Показания манометров на щитке приборов трактора и приспособления должны отличаться не более чем на 0,02 МПа. В противном случае манометр на щитке приборов подлежит замене.

Техническое состояние плунжерных пар определяют на приспособлениях КИ-4802, КИ-16301А или максиметром, измеряя максимальное давление, развиваемое насосом при пуске.

Если давление, развиваемое плунжерными парами, меньше 30 МПа, то их заменяют. Прецизионные пары контролируют специальным прибором, максиметром или контрольной форсункой.

Проверка работы турбокомпрессора заключается в определении времени вращения ротора (не менее 5 с при исправном турбокомпрессоре) после остановки двигателя. Для этого пускают двигатель и после достижения максимального скоростного режима его глушат.

Для проверки давления наддува подключают манометр у двигателей ЯМЗ-23НБ, ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-740 и ЯМЗ-741 к полости левого выпускного коллектора, а у СМД-60, СМД-62, СМД-64, СМД-17К и СМД-18К - к полости верхней крышки блока цилиндров. Пускают двигатель и устанавливают номинальную частоту вращения коленчатого вала. Номинальное давление наддува 0,05...0,06 МПа,

предельно допустимое - 0,03 МПа. Если давление менее 0,03 МПа, то турбокомпрессор направляют в ремонт.

Частоту вращения коленчатого вала определяют измерением частоты вращения вала отбора мощности (ВОМ) с помощью приставного тахометра ИОЗ0, СК-751 и других, умножив результат на передаточное число от коленчатого вала к валу отбора мощности.

Мастер-наладчик при диагностировании трактора может отрегулировать частоту вращения коленчатого вала, подачу секций и ее неравномерность, не снимая топливный насос с двигателя. Для этого на двигателях, на которых установлены топливные насосы типа Л4ТН-9 X 10, ЛСТН-4x10, 4ТН-9 X 10, 6ТН-9 X 10, с регуляторами РВ и РЛ, уменьшают или увеличивают число прокладок под головкой болта упора, ограничивающего положение наружного рычага регулятора. На двигателях с топливными насосами типа НД и УТН меняют положение болта максимальной частоты вращения, на тракторах Т-130 и Т-100-регулирующего болта максимальной подачи, а на К-700 и К-701 регулируют болтом максимальной частоты вращения, ввернутым в прилив на корпусе регулятора.

Подачу секций насоса и неравномерность подачи определяют прибором КИ-4818. Уменьшение подачи по сравнению с номинальной допускается не более чем на 5%, а увеличение - на 7%.

Если неравномерность подачи топлива превышает 12%, то насос отправляют в мастерскую для регулировки на стенде. Неравномерность подачи менее 12% регулируют на двигателе мастер-диагност.

На тракторах К-700А и К-701 для этого снимают крышку регулятора и вращают болт номинальной подачи, на Т-100 и Т-130 изменяют положение регулировочной муфты.

В топливных насосах типа Л4ТН-9X10, ЛСТН-49010, 4ТН-9X10, 6ТН-9 X 10 с регуляторами РВ и РЛ подачу топлива регулируют винтом, ввернутым в вилку регулятора, на двигателях с насосами УТН-

5 винтом номинала, на насосах типа НД - перемещением корпуса корректора относительно крышки. После этого средняя подача насоса должна быть в пределах допустимых значений.

При определении неравномерности работы регулятора подключают к двигателю расходомер топлива, пускают его и устанавливают максимальный скоростной режим. Измеряют частоту вращения коленчатого вала и расход топлива при работе вхолостую и при 80..90%-ной нагрузке. Далее подсчитывают цикловую подачу при работе двигателя вхолостую и под нагрузкой, относительную неравномерность работы регулятора, степень нечувствительности регулятора и коэффициент запаса цикловой подачи и снижения частоты вращения по формулам.

1.2 Описание технологического процесса ремонта топливной аппаратуры

Топливный насос и другие приборы системы питания ремонтируют в определенной последовательности (рис. 1.2)

Вначале снимают топливопроводы высокого и низкого давления и сливные трубопроводы от форсунок и насоса высокого давления. Все топливопроводы укладывают в специальный ящик, чтобы сохранить их конфигурацию. Затем снимают насос высокого давления, вынимая текстолитовую соединительную шайбу с муфты опережения впрыскивания, и фильтры тонкой и грубой очистки топлива.

Снятую с машин топливную аппаратуру промывают и обдувают сжатым воздухом. Техническое состояние приборов и деталей определяют осмотром и проверкой на стендах, установках и приспособлениях.

Разборка. Неисправные агрегаты топливной аппаратуры разбирают и собирают в определенной последовательности. Рабочее

место в зависимости от марки топливного насоса должно быть снабжено комплектом оборудования, приборами, приспособлениями и инструментом. Нельзя применять зубило и молотки для отвертывания гаек, болтов, штуцеров, ввертышей и пробок. Частично разбирают те (сборочные единицы, которые хорошо промываются в сборе, их дефектуют по зазору в сопряжении.

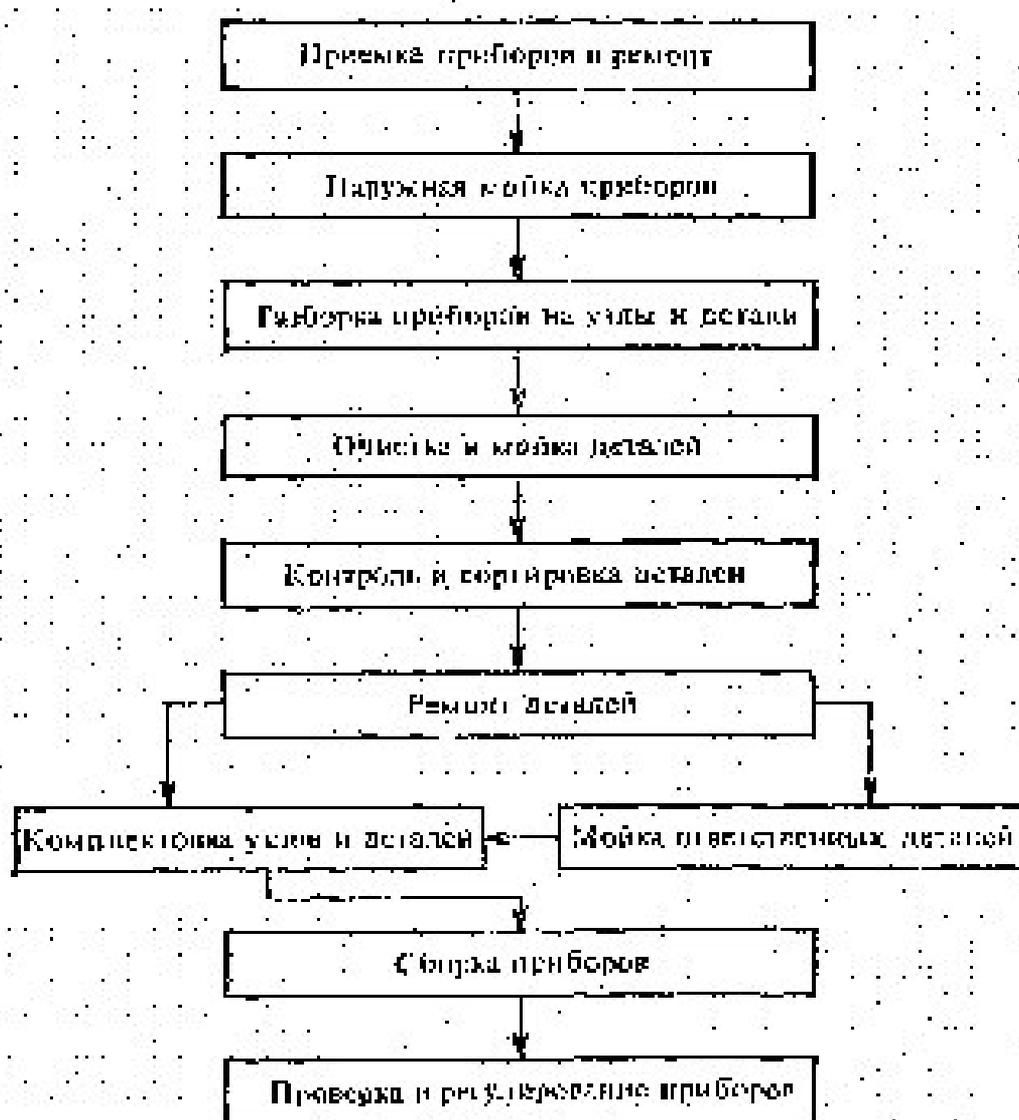


Рисунок 1.1- Схема технологического процесса ремонта топливной аппаратуры

При спрессовке подшипников с вала усилие должно прикладываться к его внутреннему кольцу, а при выпрессовке подшипника из гнезда - к наружному.

Запрещается пользоваться хлопчатобумажными концами во время мойки деталей прецизионных пар, так как волокна могут попасть в топливопроводные каналы. Труднодоступные места на деталях прочищают щетками, кистями или ершами.

Поверхность деталей после очистки должна быть без следов грязи, масляных пленок и абразивных частиц.

Детали очищают от нагара механическим, химико-механическим или ультразвуковым способом.

Перед очисткой распылителей иглу вынимают и укладывают рядом с корпусом. Для вытаскивания застрявшей иглы используют специальное приспособление.

Корпус распылителя очищают от нагара специальными щетками. Нельзя применять наждачную бумагу, шаберы, стальные скребки и абразивный порошок, так как на полированных поверхностях появляются риски. Затем детали распылителя тщательно промывают в дизельном топливе. Если они хорошо очищены от нагара и промыты, то игла, выдвинутая из корпуса на своей длине, плавно и до конца опустится под действием собственной массы в отверстие корпуса.

Промытые распылители укладывают в специальную тару. Иглу хранят в сборе с корпусом.

Нагар можно размягчить бензолом, эфиром, четыреххлористым углеродом, ацетоном и неэтилированным бензином. В зависимости от его толщины детали держат в растворителе 1...12 ч, а затем очищают механическим способом.

Ультразвуковую очистку проводят органическими растворителями или водными растворами щелочей и синтетических поверхностно-активных веществ. На ремонтных предприятиях применяют стенд ОР-1 5702 ГОСНИТИ.

Детали в сетках устанавливают на специальные рамки или подвешивают с таким расчетом, чтобы между диафрагмой и деталями

Топливный насос собирают и разбирают, используя стенд и головки для насоса соответствующей марки. При малой программе ремонта используют ручные резьбовые съемники, приспособления универсальный и специальный инструмент.

Без необходимости прецизионные пары не раскомплектовывают и не обезличивают корпуса насосов регуляторов, кулачковый и приводной валы, шестерни привода насоса и регулятора, установочный фланец и наружные кольца шарикоподшипников, кулачковый вал с внутренним кольцом этих же подшипников, корпус подкачивающего насоса, стержень толкателя и другие.

Очистка деталей. Агрегаты, сборочные единицы, детали топливной аппаратуры очищают в специальных корзинах и контейнерах, в струйных и погружных машинах. В качестве моющего раствора применяют синтетические средства МС-15, МС-16, МП-51, Лабомид-101, Лабомид-102, Лабомид-203, "Аэрол", "Темп-100", "Темп-100А", растворяюще-эмульгирующие (РЭС), АМ-15, "Ритм" и органические (бензин, спирт, керосин, дизельное топливо и специальные смывки) из расчета 15...20 г/л при температуре раствора 75...85°C. Детали ополаскивают в растворе нитрита натрия (1...3 г/л при 75...85°C). При отсутствии моечных машин используют установку ОМ-1265 для промывки головок цилиндров и масляных картеров или моечные ванны ОМ-1316. В качестве моечной жидкости служит керосин.

Ванна снабжена корзиной для очистки мелких деталей и сетчатым противнем, на который укладывают детали после промывки.

Нераскомплектованные прецизионные пары (плунжерные пары, нагнетательные клапаны и распылители) промывают керосином в ванночке ОМ-1316. Внутри ванночки имеется сетка, на которую укладывают детали.

был зазор 3...5 мм. Время очистки от нагара 2...3 мин, а от жировых и механических загрязнений — 30...40 с. Запрещается работать со снятой облицовкой или блокировкой, при неисправностях в системе воздушного и водяного охлаждения генераторов, магнитоэлектрического преобразователя и ультразвуковой ванны.

Дефектация. После мойки и очистки детали дефектуют (табл.1.1). При ремонте их оставляют для дальнейшей эксплуатации, если запас срока службы равен или больше межремонтного периода, установленного для топливной аппаратуры данной марки.

Таблица 1.1- Дефекты и методы их обнаружения

Дефект	Метод и средства контроля
1	2
Проборны, изломы, сколы, трещины (сквозные, поверхностные)	Осмотр, остукивание, проверка магнитным, ультразвуковым или люминесцентным дефектоскопом
Заломы болтов или шпилек в резьбовых отверстиях	Осмотр
Выкрашивание или отслаивание цементационного слоя	Осмотр, проверка вращением наружного кольца подшипника
Повреждение резьбы валов, осей, шпилек, болтов, гаек и резьбовых отверстий	Осмотр, проверка контрольными (новыми) болтами и гайками или резьбовыми калибрами
Задиры, риски на трущихся поверхностях	Осмотр
Износ валов, осей, цапф, высоты кулачков на валу топливного насоса	Проверка универсальным мерительным инструментом или калибрами
Износ внутренних поверхностей втулок и корпусных деталей	Проверка универсальным мерительным инструментом или калибрами
Износ зубьев шестерен по длине и толщине	Осмотр, проверка шаблонами или универсальным мерительным инструментом
Износ подшипников качения	Осмотр, проверка радиального и осевого зазора на приборе КИ-1223

1	2
Износ шлицевых и шпоночных соединений	Осмотр, проверка калибрами или универсальным мерительным инструментом
Потеря упругости пружин	Проверка на приборе КИ-040А
Изгиб вала топливного насоса	Осмотр, проверка на призмах индикатором
Коробление (неплоскостность) привалочных поверхностей корпусных деталей	Осмотр, проверка поверочной линейкой и щупом на плите
Износ прецизионных пар	Проверка приборами КП 1609А (КИ-562), КП-1640А (КИ-759), КИ-1086и КИ-3369

В зависимости от износа, вида и характера повреждений детали сортируют на три группы: годные, подлежащие восстановлению (ремонту), и негодные (брак). Каждую из них маркируют соответственно зеленой, белой и красной краской: годные детали направляют на комплектацию, детали, подлежащие ремонту — на восстановление, а негодные - в утиль.

Дефектацию начинают с наружного осмотра: проверяют, нет ли задиров и трещин на корпусе насоса, регулятора, фильтра и других деталях, а также состояние резьбы.

Резьба на болтах, шпильках, гайках и резьбовых отверстиях не должна иметь вмятин, забоин, выкрошенных и стянутых ниток, болты и шпильки - погнутых стержней, а болты и гайки — смятых или срубленных углов на головках.

Стопорные и пружинные шайбы с трещинами или надрывами в месте перегиба выбраковывают. Пружинные шайбы можно использовать только в том случае, если они не потеряли упругости. Остаточную упругость проверяют по величине развода концов шайбы, она должна быть не менее ее полуторной толщины.

Бумажные и картонные уплотнительные прокладки с разрывами и вырванными местами заменяют новыми. Поверхность прокладки должна быть ровной и чистой, без складок и морщин.

На железных и медно-асбестовых прокладках и овантовках не допускаются трещины, коробление, раковины, пузыри и заусенцы, а на само подвижных сальниках и манжетах - вмятины, глубокие риски и другие механические повреждения. Посадка манжеты сальника в корпус должна быть плотной, а пружина в свободном состоянии - плотно обжимать сальник. Не допускается обрыв или повреждение пружины сальника.

Кольцо войлочного сальника должно плотно сидеть в корпусе. Сальник выбраковывают, если он потерял упругость или у него раскололось войлочное кольцо (рубцы, трещины и рваные участки на линии обреза).

Не допускаются трещины и изломы у зубьев и ступиц шестерен.

Толщина зуба, измеренная зубомером, должна отвечать техническим условиям.

Шариковые подшипники осматривают и определяют износ по наружному и внутреннему диаметрам колец. Радиальный и осевой зазоры подшипников вала регулятора измеряют на приборе КИ-1223 (должны быть не более 0,1 мм). На рабочих поверхностях шариков и колец не допускаются раковины, глубокие риски, шелушение, следы местного износа и цвета побежалости.

Подшипник должен легко вращаться от руки, а шарик из сепараторов в радиально-упорных и упорных подшипниках не должны выпадать.

Длину пружины и ее упругость измеряют в свободном состоянии. Опорные торцы пружины должны быть плоскими и перпендикулярными оси пружины, а шаг пружин равномерным. Отклонение от перпендикулярности не более 2 мм на 100 мм длины, а неравно-

мерность шага - не более 20%. На поверхности витков не должно быть трещин, надломов и следов коррозии. В качестве жидкости используют смесь дизельного топлива и веретенного масла вязкостью 9,9...10,9 мм²/с при 20°С. Можно применять смесь топлива с моторным маслом.

Прибор КИ-3369 позволяет измерить активный ход плунжера во время испытания гидроплотности. Управление прибором пневмоэлектрическое.

Плунжерная пара считается годной, если время просачивания смеси не менее 3 с.

Нагнетательные клапаны испытывают на приборе КИ-1086, который позволяет определить гидравлическую плотность нагнетательного клапана по разгрузочному пояску и запорному конусу. Для этого рукояткой создают давление топлива по показанию манометра 0,82 МПа. Как только оно уменьшится до 0,8 МПа, выключают секундомер и определяют время, за которое давление в системе снизится до 0,7 МПа. Нагнетательный клапан считается годным, если это время будет не менее 30 с. Для нахождения гидравлической плотности нагнетательного клапана по разгрузочному пояску головку вращают по ходу часовой стрелки до начала действия трещотки. В этом положении винт упрется в торец клапана. Затем поворачивают за нижнюю головку этот винт на два деления, которые нанесены на поверхность гайки, тем самым поднимая клапан над седлом на 0,2 мм. После этого накачивают топливо рукояткой до тех пор, пока давление по манометру не поднимется до 0,22 МПа. При давлении менее 0,2 МПа выключают секундомер и замеряют время снижения давления в системе до 0,1 МПа. Нагнетательный клапан считается годным, если давление снизится не менее чем за 2 с.

После испытания отвертывают винт рукояткой на один оборот, опускают втулку и вынимают испытуемый клапан.

Гидравлическую плотность распылителей проверяют на приборе КП-1609А (КИ-562), КИ-3333, КИ-1706, КИ-2203М или КИ-15703.

Пружины форсунок при проверке плотности затягивают до давления начала подъема иглы на 3 МПа более начального.

Не допускается подтекание топлива через распыливающие отверстия. На носике или торце корпуса распылителя не должно быть подтекания топлива в течение 20 с.

Способы восстановления (табл. 1.2) деталей выбирают в зависимости от износа, точности геометрических размеров, материала детали, особенностей служебных характеристик и стоимостных показателей.

Таблица 1.2- Способы восстановления деталей топливной аппаратуры

Дефект	Способ восстановления
Топливный насос	
Износ гнезда клапана в корпусе насоса	Фрезерование и доводка изношенной поверхности
Износ поверхности под поршень, толкатель, ось ролика, а также поршня толкателя и оси ролика	Хонингование и доводка поверхностей под ремонтный размер. Хромирование или осталивание деталей с последующей шлифовкой под ремонтный размер
Износ резьбовых отверстий	Использование спиральных вставок
Топливный насос	
Трещина в корпусе	Заварка трещин проволокой ПАНЧ-11 или ЦЧ-4
Износ направляющей поверхности отверстий под рейку в корпусе насоса	Расверливание отверстий по кондуктору, запрессовка бронзовых втулок и развертка их с направляющим хвостовиком. Протягивание запрессованной втулки для получения профильного отверстия под лыску рейки. Фрезерование канавки на рейке. Расверливание корпуса и установка винта с направляющим хвостовиком, соответствующим ширине канавки
Износ торца регулировочного	Шлифование торца в пределах тол-

Дефект	Способ восстановления
болта толкателя плунжера	шины цементационного слоя. Наплавка сормайтом с последующей шлифовкой, чтобы торец был перпендикулярен к оси резьбы (при отсутствии цементационного слоя). Допускается шлифовка торца болта без вывертывания его из корпуса толкателя
Износ шеек кулачкового вала под подшипники и в месте касания самоподжимных сальников	Газопламенное напыление поверхности, электроискровая обработка или гальванопокрытие (хромирование или осталивание) с последующей шлифовкой под номинальный размер
Износ профиля кулачка на участке нагнетания топлива насосом	Газопламенное напыление с последующей шлифовкой по копиру под номинальный размер или перешлифовка на эквидистантный профиль
Износ торца тарелки пружины плунжера в месте контакта с регулировочным болтом толкателя Сминание торца гнезда в корпусе насоса или в корпусе головки насоса под втулку плунжера	Наплавка сормайтом торцевой поверхности с последующей обработкой под номинальный размер Фрезерование торца для устранения неровностей, обеспечив перпендикулярность торца к оси резьбового отверстия под нажимной штуцер
Износ или срыв резьбы нажимного штуцера, сминание и износ поверхности под уплотнительный конус топливпровода высокого давления	Наплавка неисправной резьбы или электроконтактная приварка проволоки. Проточка или зенкование конусной поверхности под номинальный размер
Износ или срыв резьбы в корпусе	Использование спиральных вставок
Регулятор	
Износ выступа (лапки) груза регулятора в месте упора в подшипник муфты регулятора	Наплавка с последующей механической обработкой под номинальный размер
Износ втулок оси груза	Замена втулки с обеспечением соосности отверстий втулок под ось груза
Износ отверстий крестовины	Расверливание отверстий крестовины

Дефект	Способ восстановления
под оси грузов	по кондуктору. Изготовление, запрессовка и развертывание втулок
Износ стенок паза муфты регулятора типа РВ или РЛ в месте касания штырей вилки	Шлифование стенок паза муфты под ремонтный размер штырей вилки регулятора или поворачивание муфты на 90°, изготовление новых лысок на наружной поверхности. Выпрессовка штырей из вилки, поворачивание их на 90° и запрессовка снова в отверстие вилки
Износ рычага управления регулятором, стенок паза в месте контакта с шайбой упора и поверхности отверстия под ось тяги	Заварка паза отверстия, изготовление паза и отверстия номинального размера. Наплавка места износа шайбы упора с последующей обработкой
Износ отверстий вилки тяги регулятора	Развертывание отверстий под ремонтный размер. Изготовление осей ремонтного размера или заливка рассверленных отверстий эпоксидным клеевым составом и сверление в них отверстий

Перед сборкой детали должны быть тщательно промыты, а трущиеся поверхности смазаны чистым моторным маслом марки М-3Г₂ или М-10Г

Нажимные штуцера топливного насоса затягивают динамометрическим ключом с усилением (крутящим моментом), соответствующим данным технических требований. Осевой зазор кулачкового вала регулируют прокладками.

Собранные грузы должны свободно без заеданий качаться на осях и иметь одну группу по статическому моменту.

Плунжерные пары и нагнетательные клапаны подбирают по группам плотности и устанавливают в топливный насос одной группы.

Наружные и внутренние обоймы подшипников запрессовывают без перекосов. Не допускается повреждение сепараторов. Рейку фиксируют установочным винтом. Перемещение ее во втулках должно быть легким, плавным и без заеданий.

Толкатели должны легко перемещаться в расточках корпуса насоса без прихватов под действием собственной массы.

Ход поршня топливоподкачивающего насоса и насоса ручной подкачки в цилиндре должен быть плавным, без заеданий.

Допустимые и предельные натяги и зазоры деталей соединений, сборочных единиц и агрегатов топливной аппаратуры должны соответствовать данным монтажных соединений.

Топливные насосы ЛСТН-49010, 4ТН-9Х10, 6ТН-9Х10 собирают на приспособлениях типа ПИМ-640.1.00.

Втулка плунжера должна свободно перемещаться по глубине шпоночного паза для хвостовика установочного винта, а шпилька крепления топливоподкачивающего насоса и корпуса регулятора - выступать над плоскостью корпуса насоса на 16 мм, а шпилька крепления головки насоса - на 70 ± 2 (для АМЗ) и на 66^{+3} мм (для ХТЗ).

Упорное или стопорное кольцо должно входить по внутреннему диаметру в паз втулки шестерен без радиального зазора. Зазор между кольцом и шестерней 0,1...0,7 мм. Необходимо, чтобы замковое кольцо при установке в тарелку пружины входило по всему диаметру в канавку тарелки, а концы кольца заходили один за другой.

Маслоотражатель устанавливают на кулачковый вал выступом в сторону, противоположную от кулачков. Внутреннее кольцо подшипников напрессовывают до упора так, чтобы маслоотражатель и регулировочные прокладки были плотно прижаты к буртику вала.

Гайку кулачкового вала затягивают моментом 98^{+20} для насосов типа АМЗ и 58^{+19} Н·м - для ХТЗ.

Упругий привод с резиновыми сухариками проверяют на угловой зазор шестерни привода относительно втулки (не более 3°). Осевой зазор рейки у топливных насосов ЛСТН-49010 при неподвижной вилке регулятора 0,20 мм, у насосов 4ТН-9 X 10 и 6ТН-9 X10 -0,25 мм.

Затем контролируют запас входа плунжера. Для этого каждый кулачок вала устанавливают в ВМТ и осторожно отверткой поднимают плунжер до упора.

Зазор между нижним торцом плунжера и плоскостью регулировочного винта толкателя при этом не менее 0,3 мм.

1.3 Обзор конструкции съемников

Известен механический съемник по патенту RU 2103157, содержащий ходовой винт, с проушиной на одном конце и шарнирным упором на другом, установленную на винте гайку, жестко связанную с охватывающим ее корпусом, имеющим форму тела вращения и несущим стыковочные болты, корпус выполнен в виде усеченного конуса с фланцем, сопряженным с большим основанием конуса, стыковочные болты установлены на фланце, а шарнирный упор выполнен в виде подпятника, соединенного с ходовым винтом через упорный подшипник, кроме того, гайка в корпусе закреплена при помощи штифтов.

На рисунке 1.1 представлена конструкция заявленного устройства.

Механический съемник содержит ходовой винт 1, установленный в гайке 2, закрепленный внутри корпуса 3 при помощи штифтов 4.

Корпус 3 с круговым сечением имеет форму усеченного конуса с фланцем в основании и N-стыковочными болтами 5, установленными во фланце корпуса. Каждый болт 5 снабжен шайбой 6 и запорным кольцом 7.

Упругий привод с резиновыми сухариками проверяют на угловой зазор шестерни привода относительно втулки (не более 3°). Осевой зазор рейки у топливных насосов ЛСТН-49010 при неподвижной вилке регулятора 0,20 мм, у насосов 4ТН-9 X 10 и 6ТН-9 X10 -0,25 мм.

Затем контролируют запас входа плунжера. Для этого каждый кулачок вала устанавливают в ВМТ и осторожно отверткой поднимают плунжер до упора.

Зазор между нижним торцом плунжера и плоскостью регулировочного винта толкателя при этом не менее 0,3 мм.

1.3 Обзор конструкции съемников

Известен механический съемник по патенту RU 2103157, содержащий ходовой винт, с проушиной на одном конце и шарнирным упором на другом, установленную на винте гайку, жестко связанную с охватывающим ее корпусом, имеющим форму тела вращения и несущим стыковочные болты, корпус выполнен в виде усеченного конуса с фланцем, сопряженным с большим основанием конуса, стыковочные болты установлены на фланце, а шарнирный упор выполнен в виде подпятника, соединенного с ходовым винтом через упорный подшипник, кроме того, гайка в корпусе закреплена при помощи штифтов.

На рисунке 1.1 представлена конструкция заявленного устройства.

Механический съемник содержит ходовой винт 1, установленный в гайке 2, закрепленный внутри корпуса 3 при помощи штифтов 4.

Корпус 3 с круговым сечением имеет форму усеченного конуса с фланцем в основании и N-стыковочными болтами 5, установленными во фланце корпуса. Каждый болт 5 снабжен шайбой 6 и запорным кольцом 7.

вдоль оси устройства до соприкосновения подпятника 9 со ступицей фланца 12 упругой муфты. В дальнейшем, при вращении ходового винта 1 подпятник 9 давит на ступицу и корпус 3 съемника перемещается вдоль оси вместе с кольцом 13 относительно фланца 12 упругой муфты. При этом фланец 12 и кольцо 13 расстыковываются и освобождают бурт оболочки упругой муфты. После этого стыковочные болты 5 съемника выкручиваются из резьбовых втулок 141 - 14N, освобождая кольцо.

Таким образом, устройство обеспечивает одновременную выпрессовку деталей с N посадочными поверхностями без перекоса распрессовываемых деталей.

Известно устройство для отвинчивания и тарированного затягивания крепежных элементов (Патент РФ N 2081737 В 25 В 13/06), содержащее корпус, размещенную в нем с возможностью вращения рабочую головку с центральным гнездом, рукоятку, установленную в корпусе с возможностью поворота и подпружиненную в тангенциальном направлении плоской возвратной пружиной, охватывающий рабочую головку гибкий элемент, один конец которого связан с корпусом посредством пружины, другой связан с рукояткой, и снабженное сменными пружинами и сменной головкой-насадкой.

Известен съемник (Патент РФ N 2081742 В 25 В 27/28), содержащий полый корпус с радиальными пазами, соединенный с ним, с возможностью осевого перемещения силовой элемент, имеющий коническую поверхность, и предназначенные для взаимодействия с ней штыри-зацепы, размещенные в радиальных пазах с возможностью перемещения, а силовой элемент выполнен в виде охватывающего корпус пуансона с внутренней конической поверхностью, радиальные пазы выполнены на торце корпуса, обращенном к снимаемой детали, штыри-зацепы подпружинены относительно корпуса в радиальном

направлении, а на их рабочей поверхности выполнены зубцы, выступающие из пазов корпуса.

Недостатком данных устройств является сложность конструкции, что ограничивает область их применения.

Известен винтовой съемник (Авт.св. СССР N 856784 В 25 В 27/02), содержащий корпус с силовым винтом, смещенным относительно силового винта, а также закрепленным на корпусе опорным рычагом и взаимодействующим с ним регулируемым упором, при этом захват и опорный рычаг закреплены на корпусе шарнирно.

Однако данный винтовой съемник не позволяет осуществлять монтаж и демонтаж в труднодоступных местах, например при съеме пальца кривошипа станка-качалки в тех случаях, когда палец установлен в близкорасположенных к валу редуктора отверстиях (в первом, втором) из-за ограниченного пространства между телом кривошипа и корпусом редуктора, что имеет место на румынских станках-качалках УП-9 (H=280 мм).

Известен рычажный съемник (RU 2151053) для снятия пальца кривошипа содержит рычаг, связанный с конечными и промежуточной опорами, причем шарнирная промежуточная опора выполнена в виде захвата, а конечные снабжены пятнами. Одна из конечных опор установлена с возможностью взаимодействия с приводным винтом, а другая - со снимаемым изделием. Захват установлен в ближайшем отверстии кривошипа посредством серьги со специальным болтом, конец рычага снабжен пятной, а приводной винт установлен в отдаленном от пальца кривошипа отверстии. За счет разности плеч между точками приложения сил в рычаге достигается выигрыш в силе для снятия пальца.

На рисунке 1.3 изображен рычажный съемник (RU 2151053). Рычажный съемник содержит рычаг 1 с пятной 2, которая контактирует со снимаемым изделием (пальцем 3 с гайкой 4 кривошипа 5).

Шарнирный промежуточный захват (служащий одной из опор) состоит из серьги б со специальным болтом 7. Другая конечная опора с пяткой 3 контактирует с приводным винтом 9, соединенным с центрирующей гайкой 10.

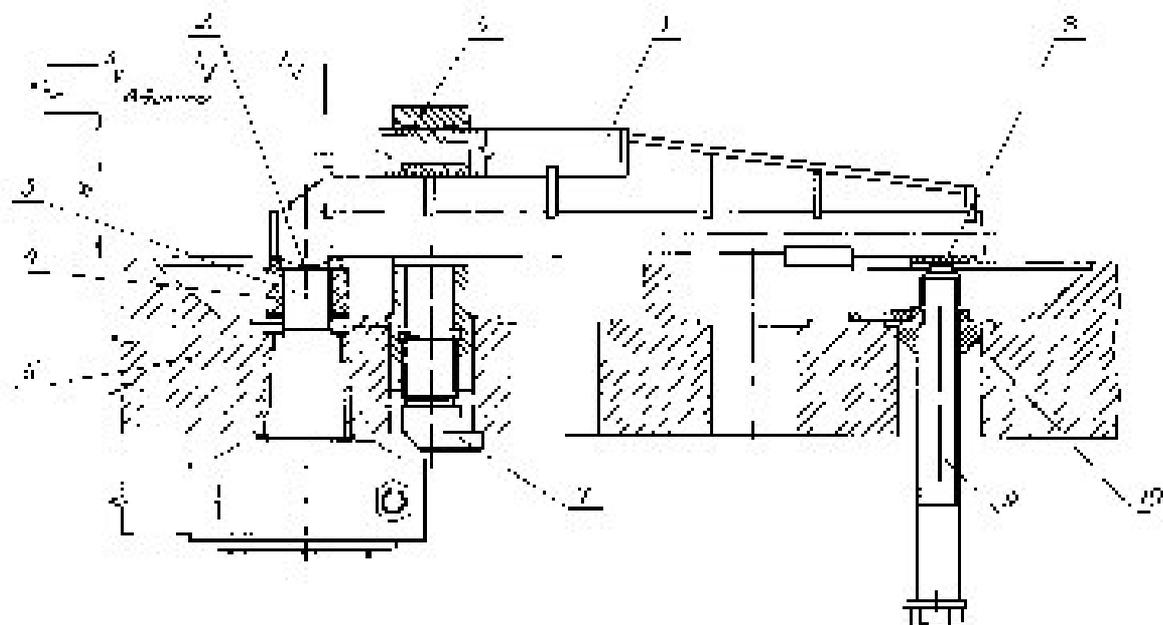


Рисунок 1.3- Рычажный съемник (RU 2151053)

В качестве привода может быть использован, например, гидравлический цилиндр.

Рычаг 1 одним концом опирается на головку снимаемого пальца 3, другим - на приводной винт 9 с центрирующей гайкой 10, за счет чего достигается выигрыш в силе для снятия пальца кривошипа станка-качалки.

Работа рычажного съемника осуществляется следующим образом: перед монтажом рычажного съемника необходимо отвернуть гайку 4 пальца 3 и снять шайбу (не указана), расположенную под гайкой 4. Снова завернуть гайку 4 настолько, чтобы торец пальца 3 утонул в гайке 4, образовав углубление под пятку 2 рычага 1, для обеспечения фиксации рычага 1 от продольного смещения. Рычаг 1 завести в серьгу б, соединить серьгу б со специальным болтом 7. Установить в отдаленном от пальца 3 кривошипа 5 отверстия приводной винт 9 с центрирующей гайкой 10.

связанную с ним посредством резьбы на его наружной поверхности, при этом упорные штифты размещены в радиальных отверстиях.

Через радиальные окна пропускаются стропы в виде каната или тросика для крепления одного конца к дополнительной втулке.

К втулке, расположенной на корпусе, присоединяются стропы или захваты, с помощью которых можно закрепить кольцо подшипника или подшипник через сепарацию и осуществить в последующем выпрессовку изделия из ремонтируемой конструкции.

К различным вариантам исполнения съемника относится то, что съемник снабжен пружиной, размещенной в полости корпуса. Пружина служит для фиксации съемника в сопряженном состоянии с выпрессовываемой деталью механизма.

Съемник также снабжен стропом, выполненным в виде каната, жестко прикрепленным к основной или к дополнительной втулке, в зависимости от детали, ее размеров, взаиморасположения.

На рис 1.4 изображен съемник в плане.

Съемник содержит винт 1 с правой резьбой, на котором смонтирован цилиндрический корпус 2 с цилиндрической полостью на внутренней поверхности, соосной винту 1.

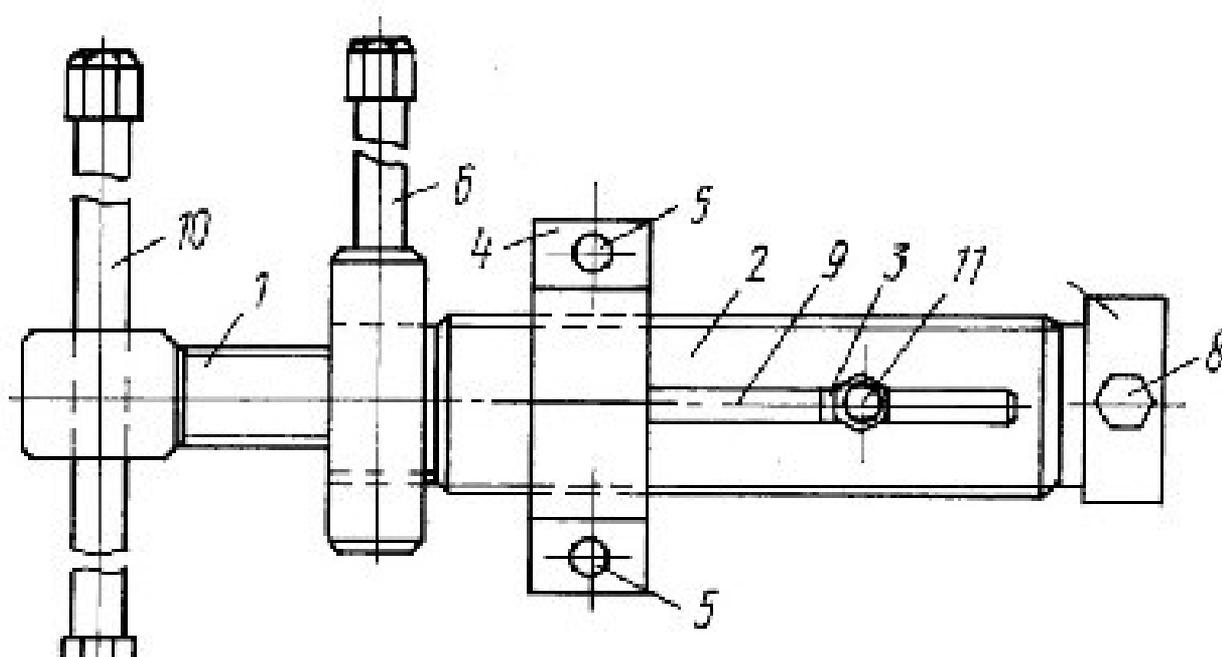


Рисунок 1.4 - Съемник (RU 2055724)

В кольцевой полости, образованной поверхностью полости корпуса 2 и поверхностью винта 1, расположена основная втулка 3 с резьбой на внутренней поверхности, связанной с резьбой винта. Корпус 2 выполнен с резьбой на наружной поверхности, посредством которой он связан с дополнительной втулкой 4, выполненной со средствами для крепления на ней захватов, выполненными в виде отверстий 5. Корпус 2 оснащен смонтированной на одном его конце рукояткой 6 и по меньшей мере двумя радиальными отверстиями 7 на противоположном конце, в которых установлены упорные штифты 8. В средней части корпуса выполнены диаметрально расположенные радикальные окна 9 для подхода к основной втулке 3 и обеспечения ее регулировочного перемещения вдоль винта 1, снабженного рукояткой 10. Основная втулка 3 имеет средства 11 для крепления к ней элемента захвата в виде стропа. Для удержания съемника в сопряженном состоянии с деталью он снабжен пружиной 12 и направляющей втулкой 13, устанавливаемыми в кольцевой полости, образованной внутренней поверхностью корпуса и внешней поверхностью винта с правой резьбой.

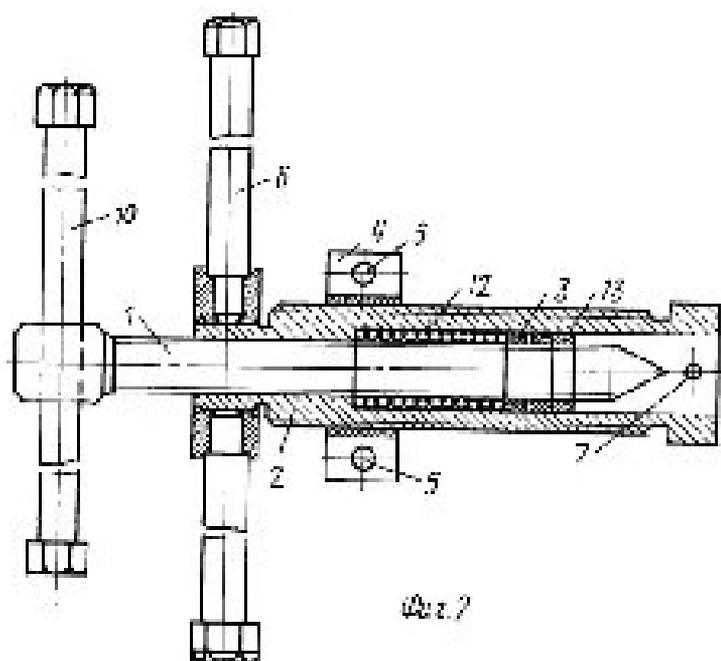


Рисунок 1.5 - Съемник (RU 2055724)

Съемник работает следующим образом.

П р и м е р 1. Осуществляется снятие подшипника, установленного на крышке электродвигателя (с "глухого" места). Для этого съемник вплотную подводится к подшипнику. Затем стальной строп крепится одним концом к дополнительной втулке 4, а другим заводится через сепарацию подшипника и выведенным концом крепится к штифту, укрепленному в отверстии 5. Рукояткой 6 съемник прижимается вплотную до упора к подшипнику электродвигателя. При этом съемник под воздействием пружины удерживается в сопряженном состоянии с муфтой без применения посторонней силы. Вращением рукоятки 10 по часовой стрелке подшипник выдавливается с вала.

П р и м е р 2. Осуществляется снятие подшипника скольжения микроэлектродвигателя. С этой целью съемник вплотную подводится к подшипнику скольжения, при этом конец винта совмещается с торцом подшипника. Затем, придерживая рукоятку 6, одновременно начинают вращать по часовой стрелке винт 1 посредством рукоятки 10 до установки штифтов 8, укрепленных в отверстиях 7 корпуса 2, за внутреннюю поверхность кольца подшипника скольжения. Съемник под воздействием пружины удерживается в сопряженном с подшипником скольжения положении без применения посторонней силы. После этого вращением рукоятки 10 подшипник выпрессовывается.

2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственной программы ремонта ТНВД

Для расчёта программы предприятия по ремонту ТНВД необходимо иметь следующие исходные данные:

- 1) состав техники, находящийся в зоне деятельности предприятия;

Таблица 2.1 – Исходные данные

Марка двигателя	Марка ТНВД	Кол-во
А-41	4ТН-9х10т	20
Д-245	УТН-5М	125
СМД-62	НД22/6Б4-24	12
Д-260	Д-260	56
Д-144	Д-144	24
СМД-18	4ТН-8,5х10т	23
КАМАЗ	КАМАЗ	99
СК-5	ЛСТН-49010	25
ЯМВ-236	ЯМВ-236	10
ЯМВ-240	ЯМВ-240	10

- 2) коэффициент охвата ремонтом;
- 3) поправочные коэффициенты, учитывающие возраст машин и зональность.

Средне годовое число ремонтов ТНВД определяется []:

$$n_1 = N_{\text{ДВ}} \cdot K_{\text{т}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{зонал.}} \quad (2.1.)$$

где n_1 – число капитальных ремонтов двигателей;

$N_{\text{ДВ}}$ – число ТНВД данной марки;

$K_{\text{охв.}}$ – коэффициент охвата ремонтом годовой;

$K_{\text{в}}$ – возрастной коэффициент (рис 7.6 []);

$K_{\text{з}}$ – зональный поправочный коэффициент (по таблице П1.12 $K_{\text{з}} = 1,05$ []).

Количество машин, оснащенных ДВС с ТНВД в зоне деятельности предприятия см. матрицу таблицы 2.1.

Тогда количество ремонтов ТНВД для нужд капитального и текущего ремонтов для А-41 будет равно:

$$n_1 = 20 \cdot 0,26 \cdot 1,45 \cdot 1,05 = 8$$

Остальные расчеты сведены в таблицу 2.2 .

2.2 Расчет трудоемкости.

Годовая трудоемкость определенных объектов определяется []

$$T = t_1 \cdot n_1 \cdot K_{yp}, \quad (2.2.)$$

где T – годовая трудоемкость капитального ремонта определенных объектов, чел.ч.;

t_1 – трудоёмкость капитального ремонта единицы изделия, чел.ч.

K_{yp} – поправочный коэффициент, учитывающий условия эксплуатации машин (по приложению П1.36 [] $K_{yp} = 1,33$);

n_1 – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

$$T_{A-41} = 63 \cdot 2 \cdot 1 = 126 \text{ чел.ч.}$$

Трудоемкость основных работ:

$$T_{осн} = \sum T_i, \quad (2.3.)$$

где $T_{осн}$ – трудоемкость основных работ, чел.ч.

T_i – годовая трудоемкость ремонта i -ой марки двигателей, чел.ч.

Расчет годовой трудоемкости основным ремонтных работ сведен в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 -Расчет количества и трудоемкости ремонта

Марка ТНВД	Кол-во	$K_{рем}$	$K_{м}$	$K_{с}$	n_1	t_1	K_{yp}	T_1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4ТН-9х10т	20	0,26	1,45	1,05	8	6,3	1	50,4
УТН-5М	125	0,26	1,5	1,05	51	5,9	1	300,9
НД22/6Б4-24	12	0,27	1,85	1,05	6	10,5	1	63
Д-260	56	0,28	1,71	1,05	28	11	1	308

продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Д-144	24	0,28	1,71	1,05	12	6	1	72
4ТН-8,5х10т	23	0,3	1,57	1,05	11	7	1,33	102,41
КАМАЗ	99	0,3	1,75	1,05	55	6,9	1,33	504,735
ЛСТН-49010	25	0,3	1,15	1,05	9	7	1,33	83,79
ЯМЗ-236	10	0,25	1,45	1,05	4	10,8	1	43,2
ЯМЗ-240	10	0,21	1,5	1,05	3	12	1	36
Итого								1564,435

Общая годовая трудоемкость определяется []

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{доп}} \quad (2.4)$$

где $T_{\text{общ}}$ – общая годовая трудоемкость, чел. ч,

$T_{\text{осн}}$, $T_{\text{доп}}$ – трудоёмкость основных и дополнительных работ, чел. ч,

Таблица 2.3 – Трудоемкость дополнительных работ.

Наименование	% от общей трудоемкости и ремонта	$T_{\text{доп}}$, чел. ч
Ремонт собственного оборудования	8	125,15
Восстановление и изготовление деталей	5	78,22
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	46,93
Прочие неучтенные работы	10	156,44
Итого	26	406,75

Тогда $T_{\text{общ}} = 1564,435 + 406,75 = 1971,19$ чел. ч.

2.3 Расчёт годовых фондов времени

Различают фонды времени ремонтной мастерской, рабочего и оборудования. Когда речь идет о номинальном фонде времени (т.е. без учета возможных потерь), то они все три совпадают и определяются по формуле [2]:

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{к}} - (D_{\text{в}} + D_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}}, \quad (2.5)$$

где $\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени работы, ч,

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч. (при пятидневной неделе $t_{\text{см}}=8$ ч.).

$D_{\text{к}}$ – количество календарных дней в году,

$D_{\text{в}}$ – количество выходных дней в году,

$D_{\text{п}}$ – количество праздничных дней в году.

$$\Phi_{\text{н}} = (366 - (104 + 15)) \cdot 8 = 1976 \text{ час}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (\Phi_{\text{н}} - K_0 \cdot t_{\text{см}}) \cdot \eta_{\text{р}} \quad (2.6)$$

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

$\eta_{\text{р}}$ – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Phi_{\text{д.р.}} = (1976 - 24 \cdot 8) \cdot 0,88 = 1570$$

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{\text{д.о.}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \eta_0 \cdot n_{\text{с}}, \quad (2.7)$$

где $n_{\text{с}}$ – число смен;

η_0 – коэффициент использования оборудования (при односменной работе

$\eta_0 = 0,97 \dots 0,98$, при двухсменной $\eta_0 = 0,95 \dots 0,97$).

$$\Phi_{\text{д.о.}} = 1976 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1916 \text{ ч.}$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса и площади

Общий такт ремонта определяют: []

$$\tau = \Phi_{\text{г}} / N_{\text{пр.}} \quad (2.8.)$$

где τ – общий такт ремонта, ч;

$\Phi_{\text{г}}$ – номинальный годовой фонд времени, ч;

$N_{\text{пр.}}$ – программа предприятия в приведенных ремонтах.

Поскольку на предприятии ремонтируются двигатели разных марок, следует привести весь объем ремонтных работ к одной марке, преобладающей в программе.

$$N_{\text{пр.}} = T_{\text{общ}} / T_{\text{мтз}} \quad (2.9.)$$

где $T_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость, чел-ч;

$T_{\text{мтз}}$ – трудоемкость капитального ремонта ТНВД двигателя

КамАЗ, к которой приводится вся программа, чел.ч.

$$N_{\text{пр.}} = 1971 / 9,17 = 215 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1976 / 215 = 9,2 \text{ ч.}$$

Общая продолжительность цикла производства с учётом времени и контроль, транспортировку и прочее составит: []

$$t = (1,1 \dots 1,15) \cdot t_{\text{рем.}} \quad (2.10.)$$

где t – общая продолжительность цикла, ч;

$t_{\text{рем.}}$ – продолжительность пребывания объекта в ремонте, ч.

$$t = 1,15 \cdot 9,2 = 10,6 \text{ ч.}$$

Принимаем $t = 10,6$ ч

Устанавливается главный параметр производства – фронт ремонта, то есть число объектов, одновременно находящихся в ремонте: []

$$f = t / \tau \quad (2.11.)$$

где f – фронт ремонта;

t – общая продолжительность цикла, ч;

τ – такт ремонта, ч.

$$f=10,6 / 9,2= 1,152.$$

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют: []

$$P_{\text{сш}} = T_{\text{уч}} / \Phi_{\text{др}} \cdot k, \quad (2.12)$$

где $P_{\text{сш}}$ – списочное число основных производственных рабочих;

$T_{\text{уч}}$ – трудоемкость работ по участку или рабочему месту, чел.ч

$\Phi_{\text{др}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч;

k – коэффициент перевыполнения норм выработки, ($k=1,05 \dots 1,15$)

$$P_{\text{сш}} = 1971 / 1570 \cdot 1,15 = 1,09$$

Принимаем на место ремонта топливной аппаратуры 1 рабочего.

Число моечных машин периодического действия определяется: []

$$N_{\text{м}} = Q / \Phi_{\text{мо}} \cdot q \cdot \eta_0 \cdot \eta_1 \quad (2.13)$$

где $N_{\text{м}}$ – число моечных машин периодического действия,

Q – общая масса деталей, подлежащих очистке за планируемый период, т;

$\Phi_{\text{мо}}$ – действительный годовой фонд времени работы моечной машины, ч;

q – производительность моечной машины, т/ч;

η_0 – коэффициент загрузки моечной машины по массе;

η_1 – коэффициент, учитывающий использование моечной машины по времени.

Принимая во внимание, что $\Phi_{\text{мо}}=1901$ ч, $q=0,7$ т/ч, $\eta_0=0,6$ и $\eta_1=0,8$ находим:

$$N_{\text{м}} = 0,65 \cdot 215 \cdot 0,035 / 1916 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 0,076 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{\text{м}}=1$ шт..

Число стандов для обкатки и испытания ТНВД определяется: []

$$N_{\text{ст.}} = N_{\text{д}} \cdot t_{\text{ст}} / \Phi_{\text{др}} \cdot \eta_{\text{ст.}} \quad (2.14)$$

где $N_{\text{ст.}}$ – число стандов для обкатки и испытания ТНВД;

$N_{\text{д}}$ – число ТНВД проходящих обкатку и испытания;

$t_{\text{из}}$ – время испытания и обкатки, ч;

C – коэффициент учитывающий возможность повторной обкатки;

$\eta_{\text{из}}$ – коэффициент использования станков.

Учитывая что $N_{\text{ст}}=215$, $t_{\text{из}}=2,5$ ч, $c=1,1$, $\Phi_{\text{из}}=1901$ ч, $\eta_{\text{из}}=0,9$

Находим:

$$N_{\text{из}}=215 \cdot 2,5 \cdot 1,1 / 1916 \cdot 0,9=0,342 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{\text{из}}=1$ шт.

Остальное ремонтно-технологическое оборудование подбирается согласно технологическому процессу и приведено в приложении.

Расчет площади участка рассчитывается так

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} \cdot g, \quad (2.15)$$

Тогда $F_{\text{уч}}=8,5 \cdot 4=34 \text{ м}^2$

Принимаем $F_{\text{уч}}=36 \text{ м}^2$

2.5 Разработка технологического процесса восстановления детали

У кулачкового вала ТНВД 4ТН-8,5х10г от двигателя СМД-18 могут встречаться следующие дефекты: износ поверхности вала под подшипник, износ кулачков по профилю, износ или срыв резьбы, износ стенок шпоночных пазов, изгиб вала, скрученность, трещины и сколы.

Предлагаемые способы восстановления при износе поверхности вала под подшипник:

- 1) Механизированная наплавка под слоем флюса.
- 2) Механизированная вибродуговая наплавка.

Технический критерий определяется по формуле:

$$K_{\text{д}} = K_{\text{д}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2.16)$$

где $K_{\text{д}}$ - коэффициент долговечности,

$K_{\text{в}}$ - коэффициент износостойкости,

$K_{\text{с}}$ - коэффициент выносливости,

K_c - коэффициент сцепляемости покрытия,

K_n - поправочный коэффициент, $K_n=0,9$.

Определяем технический критерий для 1 способа восстановления

$$K_{д1} = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,71.$$

Определяем технический критерий для 2 способа восстановления

$$K_{д2} = 1 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,56$$

Технико-экономический показатель определяется по формуле:

$$K_T = \frac{C_n}{K_d}, \quad (2.17)$$

где C_n – стоимость восстановления детали, руб./м²;

Применяем табличные значения:

$$C_{д1}=48,7 \text{ руб./м}^2; \quad C_{д2}=52 \text{ руб./м}^2;$$

Для первого способа восстановления технико-экономический критерий

получаем:
$$K_{T1} = \frac{48,7}{0,71} = 68,6.$$

Для второго способа восстановления технико-экономический критерий

получаем:
$$K_{T2} = \frac{52}{0,56} = 92,8.$$

Эффективным считается способ, у которого K_T стремится к min. Из этих соображений окончательно выбираем 1-ый способ восстановления кулачкового вала, то есть механизированная вибродуговая наплавка.

2.5.1 Расчет и выбор параметров режима нанесения покрытий на восстановление поверхности

Продольная подача, то есть шаг наливки наплавочной головки может быть принята в пределах (1,6 ... 2,2). При диаметре электродной проволоки 1,2...2,0 мм продольная подача должна быть в пределах 1...3 мм на один оборот детали (мм/об).

Скорость подачи электродной проволоки V_{np} можно определить по формуле:

$$V_{np} = \frac{I \cdot U}{600 \cdot d_{np}}, \quad (2.18)$$

где I – сила сварочной цепи, А; $I = 180$ А;

U – напряжение сварочной цепи, В; $U = 16$ В;

d_{np} – диаметр электродной проволоки, мм; $d_{np} = 1,8$ мм;

$$V_{np} = \frac{180 \cdot 16}{600 \cdot 1,8} = 2,66 \text{ м/мин}$$

Между скоростью подачи электродной проволоки V_{np} и скоростью вращения детали выдерживается примерное соотношение:

$$\frac{V_{np}}{V_d} = 1,5 \dots 2,5 \quad (2.19)$$

откуда пределы последнего равны.

$$V_d = \frac{V_{np}}{1,5 \dots 2,5}, \text{ м/мин} \quad (2.20)$$

$$V_d = \frac{2,66}{2,5} = 1,06 \text{ м/мин}$$

Частоту вращения детали можно определить по формуле:

$$n_0 = \frac{10^3 \cdot V_d}{\pi \cdot D}, \text{ мм}^{-1} (\text{рад/с}) \quad (2.21)$$

где n_0 – частота вращения детали;

D – диаметр детали, мм;

$$n_0 = \frac{1000 \cdot 1,06}{3,14 \cdot 20} = 16,9 \text{ мм}^{-1}$$

Вылет электродной проволоки из мундштука должен находиться в пределах 8...12 мм.

Прижимаем равным за 3 мм.

Смещение электрода от зенита обычно составляет

$$(0,05 \dots 0,07) D, \text{ мм};$$

$$0,05 \cdot 20 = 1 \text{ мм}$$

Расчет режима шлифования

После наплавки кулачкового вала диаметр его $d = 25$ мм. Для выведения следов мелкой зернистости проводим чистовое шлифование.

1. Определяем припуск на обработку:

$$h_1 = \frac{D_1 - D_2}{2}, \quad (2.22)$$

где D_1 – диаметр вала до обработки, мм;

D_2 – диаметр вала после обработки, мм;

$$h = \frac{25 - 24}{2} = 0,05 \text{ мм}$$

2. Определяем значение подачи:

а) поперечная подача:

$$t = 0,025$$

б) продольная подача:

$$S_{\text{пр}} = 0,5 \text{ мм/об}$$

3. Определяем скорость резания

$$V = 15 \text{ м/мин.}$$

4. Определяем число оборотов:

$$n = \frac{318 \cdot V}{d}, \text{ мин}^{-1} \quad (2.23)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

Выбираем станок марки М312

$$n = \frac{318 \cdot 15}{25} = 156,1 \text{ мин}^{-1}$$

Выбираем паспортные обороты $n = 150 \text{ мин}^{-1}$

1. Определим число проходов:

$$i = \frac{h}{t} = 1$$

2. Определим основное время шлифования

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{np}} \cdot K_3,$$

(2.243)

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

n – число оборотов станка, мин^{-1} ;

K_3 – коэффициент чистых ходов; $K_3 = 1,5$;

$$T_o = 0,9 \text{ мин.}$$

3. Определяем норму времени:

$$T_n = T_o + T_{\text{всп}} + T_{\text{п/з}} \quad (2.25)$$

где $T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, мин; $T_{\text{всп}} = 0,4$ мин;

$T_{\text{п/з}}$ – подготовительно-заготовительное время, мин;

$T_{\text{п/з}} = 10$ мин; $T_n = 11,3$ мин;

2.5.2. Техническое нормирование восстановительных работ.

Наплавить поверхность под подшипник кулачкового вала с диаметром 20 мм до диаметра 23 мм на длину 28 мм. Материал – сталь 45. Количество деталей – 100 штук. Масса детали – 1,127 кг.

Основное время по таблице [] составляет:

$$T_{\text{ос}} = 0,58 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на наплавку равно 0,9 мин. Вспомогательное время на установку детали в центрах с люнетом равно 1 мин, тогда полное вспомогательное время равно:

$$T_{\text{всп}} = 0,9 + 1 = 1,9 \text{ мин,}$$

Определяем оперативное время по формуле:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{ос}} + T_{\text{всп}} \quad (2.26)$$

$$T_{\text{оп}} = 0,58 + 1,9 = 2,48 \text{ мин.}$$

Дополнительное время рассчитываем по формуле:

$$T_{\text{доп}} = \frac{15 \cdot T_{\text{оп}}}{100}, \quad (2.27)$$

$$T_{\text{ин}} = \frac{15 \cdot 2,48}{100} = 0,37 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время по таблице равно:

$$T_{\text{ин}} = 16 \text{ мин.}$$

Норма времени

$$T_n = \frac{16}{1} + 0,58 + 1,9 + 0,37 = 18,85 \text{ мин}$$

Внутри полной нормы времени выделяют норму штучного времени $T_{\text{шт}}$, которая выражается зависимостью:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{в.ш}} + T_{\text{д.ш}}, \quad (2.28)$$

$$T_{\text{шт}} = 2,48 + 0,37 = 2,85 \text{ мин.}$$

2.6 Электрификация цеха по ремонту топливных насосов

2.6.1 Краткая характеристика помещения

Стены здания выполнены из кирпича. Перекрытие – крупнопанельные железобетонные плиты. Полы – асфальтобетонные, бетонные, из керамических плиток, линолеума. Окна, двери – деревянные. Отделочные работы – внутренние поверхности в основных помещениях покрываются масляной краской или керамической плиткой. Окна, двери и металлические детали окрашиваются масляной краской.

Отопление – водяное с параметрами $115 \dots 70^\circ\text{C}$. Вентиляция – приточно-вытяжная с естественным побуждением.

2.6.2 Светотехнический расчет

2.6.2.1 Выбор источников света

Выбор источников света определяется технико-экономическими показателями и производится по рекомендациям ТКП 388-2012. С целью экономии электроэнергии во всех помещениях принимаем газоразрядные лампы низкого давления.

2.6.2.2 Выбор системы и вида освещения

Так как нормируемая освещенность рабочей поверхности равна и менее 200 лк, применяют систему общего освещения, которое может быть

1. Цех ремонта топливных насосов (б/х/з)	Пожаро-, взрывоопасные	200	1,3	Пол	Общая равномерная	IP65	Рабочее	ЛПП О8УЕхп 2х58	Д-2	IP65
--	------------------------	-----	-----	-----	-------------------	------	---------	-----------------	-----	------

2.6.2.4 Выбор осветительных приборов

По условиям окружающей среды (пожаро-, взрывоопасные) и минимально допустимой степени защиты светильника (IP65) (табл. П.1.1. стр. 473-496) [3], для помещения (участок ремонта топливных насосов) принимаем светильник ЛПП О8УЕхп 2х58 прямого светораспределения (П) с кривой силой света (Д-2) и степенью защиты IP65.

2.6.2.5 Размещение осветительных приборов в освещаемом пространстве.

Размещение светильников при равномерном освещении производят по углам прямоугольника или вершинам ромба с учётом допуска к светильникам для обслуживания.

Требования к минимально допустимой высоте установки светильников изложены в ПУЭ и зависят от категории помещения по степени опасности поражения электрическим током, конструкции светильника, напряжения питания ламп.

2.6.2.6 Определение количества светильников, устанавливаемых в помещении

Светильник в помещении устанавливаем на потолке. Расчетную высоту установки светильника определяем по формуле:

$$H_p = H_0 + h_0 + h_p, \text{ м} \quad (2.29)$$

1. Цех ремонта топливных насосов (б/х/З)	Пожаро-, взрывоопасные	200	1,3	Пол	Общая равномерная	IP65	Рабочее	ЛПП О8УЕхп 2х58	Д-2	IP65
--	------------------------	-----	-----	-----	-------------------	------	---------	-----------------	-----	------

2.6.2.4 Выбор осветительных приборов

По условиям окружающей среды (пожаро-, взрывоопасные) и минимально допустимой степени защиты светильника (IP65) (табл. П.1.1. стр. 473-496) [3], для помещения (участок ремонта топливных насосов) принимаем светильник ЛПП О8УЕхп 2х58 прямого светораспределения (П) с кривой силой света (Д-2) и степенью защиты IP65.

2.6.2.5 Размещение осветительных приборов в освещаемом пространстве.

Размещение светильников при равномерном освещении производят по углам прямоугольника или вершинам ромба с учётом допуска к светильникам для обслуживания.

Требования к минимально допустимой высоте установки светильников изложены в ПУЭ и зависят от категории помещения по степени опасности поражения электрическим током, конструкции светильника, напряжения питания ламп.

2.6.2.6 Определение количества светильников, устанавливаемых в помещении

Светильник в помещении устанавливаем на потолке. Расчетную высоту установки светильника определяем по формуле:

$$H_p = H_0 + h_0 + h_p, \text{ м} \quad (2.29)$$

Проверяем применимость метода: так как помещение не затемнено прозрачными предметами, то для приближённого светотехнического расчёта применяем метод коэффициента использования светового потока.

Определяем в зависимости от материала и окраски поверхностей (табл.2.27 [17]) коэффициенты отражения потолка: $\rho_{\text{п}}=30\%$, стен: $\rho_{\text{с}}=10\%$, рабочей поверхности: $\rho_{\text{р}}=10\%$ (табл.6.3)[13].

С учетом кривой силы света светильника ЛПП OSYExa 2x58(Д-2), индекса помещения $i=0,5$ и коэффициентам отражения поверхностей $\rho_{\text{п}}=30\%$, $\rho_{\text{с}}=10\%$, $\rho_{\text{р}}=10\%$ определяем коэффициент использования светового потока светильника в нижнюю полусферу $\eta_1=61\%$ (табл. П.2.28 [17]). Коэффициент использования светового потока светильника, направленного в верхнюю полусферу $\eta_2=4\%$ (таблице П.2.29 [17]).

Вычисляем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = \eta_1 \eta_{\text{н}} + \eta_2 \eta_{\text{в}}, \quad (2.32)$$

где $\eta_{\text{н}}$ и $\eta_{\text{в}}$ —КПД реального светильника в нижнюю и верхнюю полусферы пространства;

$$\eta = 0,61 \cdot 0,65 + 0,04 \cdot 0,65 = 0,4225.$$

Вычисляем количество светильников в помещении:

$$N_{\text{г}} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot K_{\text{з}} \cdot S \cdot Z}{n_{\text{с}} \cdot \Phi_{\text{с}} \cdot \eta}, \quad (2.3)$$

где z – коэффициент минимальной освещённости (отношение средней освещённости к минимальной), $z=1,1$;

$\Phi_{\text{с}}$ - световой поток лампы после 100ч. горения (табл. 2.3) [17], лм.

$$N_{\text{г}} = \frac{200 \cdot 1,3 \cdot 36 \cdot 1,1}{2 \cdot 4800 \cdot 0,4225} \approx 2 \text{ св.}$$

Определяем число светильников в ряду:

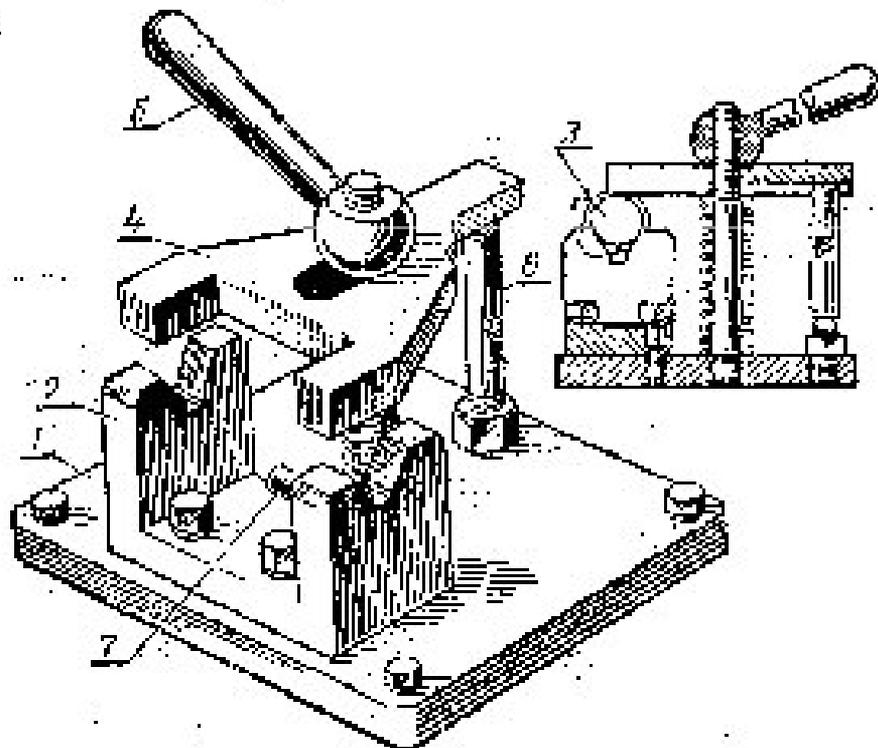
$$N_{\text{р}} = \frac{N_{\text{г}}}{N_{\text{с}}} = \frac{2}{1} = 2 \text{ св.} \quad (2.6)$$

Результаты расчёта приведены на плане помещения (формат А1).

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обзор приспособлений для разборки и сборки вала топливного насоса и обоснование предлагаемого устройства

Существует приспособление 1475.02 для сборки кулачкового вала с установочным фланцем состоит из призмы 2 (рис. 3.1) и прижимной планки 4. Оно служит для крепления кулачкового вала при установке на него фланца, шлицевой втулки и заворачивания гайки кулачкового вала. Предварительно на шейки вала надевают маслостражательные шайбы и регулировочные прокладки, напрессовывают внутренние обоймы шарикоподшипников и устанавливают шпонку.



1 — плита; 2 — призма; 3 — кулачковый вал; 4 — прижимная планка; 5 — рукоятка; 6 — регулируемый упор; 7 — шпонка.

Рисунок 3.1 - Приспособление 1475.02 для сборки кулачкового вала с установочным фланцем.

					ВКР.350306.003.17.00.00		
Изм.	Лист	№ докум.	Год	Дата			
Разраб.		Кулачковый вал	установка	на призму и	поворотом	рукоятки	5
Проект.		Шлицевая втулка	установка	на вал	устройства для	напрессовки	14
Н. Констр.		Шайбы	установка	на вал	устройства для	напрессовки	14
Утверд.		Алюминий	установка	на вал	устройства для	напрессовки	14
					Казанский ГАУ каф. ТС		

3.3 Принцип работы приспособления

Кулачковый вал устанавливается на призмы и прижимается эксцентриковым зажимом. Далее на внутреннее кольцо подшипника одевается цанговый зажим, который фиксируется наружной гайкой. Затем подачей воздуха в левую часть пневмоцилиндра с помощью пневмомembrана осуществляется спрессовка кольца подшипника. После чего, освобождая цанговый зажим от гайки вынимают кольца.

Запрессовка кольца подшипника осуществляется в обратном порядке.

3.4. Расчеты конструкции

3.4.1 Определение усилия выпрессовки.

Прессовые соединения обычно разбирают путем силового воздействия на разбираемые детали.

Расчетный натяг в соединении определяется по формуле:

$$\delta = \Delta d - 1,2(R_{\text{Д}} + R_{\text{ЗД}}), \text{ мм} \quad (3.1)$$

где Δd – разность диаметров охватывающей и охватываемой деталей, мм;

$R_{\text{Д}}$, $R_{\text{ЗД}}$ – высота микронеровностей охватывающей и охватываемой деталей, мм;

$$\delta = 12 - 1,2*(0,32+0,16)=11,424 \text{ мм.}$$

Усилие выпрессовки определяется по формуле:

$$P=(1,10...1,15)f*\pi*d*L*p, \text{ Н} \quad (3.2)$$

где f – коэффициент трения на контактной поверхности (зависит от параметров шероховатости поверхности, смазочного материала, давления и других факторов, приближенно при сборке стальных и чугунных деталей $f=0,08...0,1$); d – номинальный диаметр соединения, мм; L – длина соединяемых поверхностей, мм; p – давление на поверхности контакта, МПа.

$$p = \frac{\delta * 10^{-1}}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (3.3)$$

Здесь

					<i>ВКР.350306.003.17.00.00</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{\text{ц}}$ – время одного рабочего цикла, мин.

$$W_{\text{ц}} = \frac{60}{3} = 20 \text{ ед./ч.}$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{60}{2,5} = 24 \text{ ед./ч.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{м}} = \frac{G}{W_{\text{ц}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{ср}}}, \text{ кг/ед} \quad (5.3)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка станда, ч;

$T_{\text{ср}}$ – срок службы станда, лет.

$$M_{\text{м}} = \frac{24,5}{20 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,000245 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{\text{м}} = \frac{45,6}{24 \cdot 1000 \cdot 5} = 0,00038 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяется по формуле:

$$F_{\text{в}} = \frac{C_{\text{в}}}{W_{\text{ц}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб./ед} \quad (5.4)$$

$$F_{\text{в}} = \frac{4800}{20 \cdot 5 \cdot 1000} = 0,24 \text{ руб./ед.}$$

$$F_{\text{в}} = \frac{8510}{24 \cdot 5 \cdot 1000} = 0,355 \text{ руб./ед.}$$

Себестоимость работы, выполняемой с помощью спроектированного станда и в исходном варианте, определяется по формуле:

$$S = C_{\text{шт}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рем}} + A, \text{ руб./ед.} \quad (5.5)$$

где $C_{\text{шт}}$ – затраты на оплату труда, руб./ед.;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб./ед.;

Лист

ВКР.350306.003.17.00.00

Изм.	Лист	№ доп.	По датам	Дата

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_{\text{вф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{C_{\text{в}}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}}, \text{лет}^{-1} \quad (5.14)$$

$$E_{\text{вф}} = \frac{19345,5}{8510} = 2,273 \text{ лет}^{-1}$$

Таблица 5.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Наименование показателей	Варианты	
	исходный (базовый)	проекти- руемый
Часовая производительность, ед./ч	20	24
Фондоёмкость процесса, руб./ед.	0,240	0,355
Энергоёмкость процесса, кВт/ед.	0	0
Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,00025	0,00038
Трудоёмкость процесса, чел.-ч.	0,050	0,042
затра ты на оплату труда	5,000	4,167
затра ты на ремонт и ТО	0,010	0,014
амортизационные отчисления	0,048	0,070
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	5,057	4,251
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	5,093	4,304
Годовая экономия, руб.	-	19345,5
Годовой экономический эффект, руб.	-	18933
Срок окупаемости капитальных вложений, лет		0,44
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	2,273

Экономически эффективной считается конструкция в том случае, если T_{*z} меньше 7 лет и E_{*z} больше 0,15. Как видно из расчетов наш стенд является экономически эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан проект электрификации цеха по ремонту ТНВД.

Разработано устройство для запрессовки-выпрессовки подшипников кулачкового вала ТНВД 4ТН-8,5х10т двигателя СМД-18 трактора ДТ-75. Внедрение устройства для разборки-сборки кулачкового вала позволит уменьшить уровень эксплуатационных затрат при ремонте ТНВД. Годовой экономический эффект от применения данного приспособления составит 18933 руб. при сроке окупаемости 0,44 года.

В работе также были предложены мероприятия по улучшению состояния охраны труда и окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов, Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В., Гималтдинов И.Х.. – Казань: Изд-во КГАУ, 2007. – 41 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1... 3-5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2008.
3. Ачкасов К. А., Вегера М. Н. Справочник молодого слесаря по ремонту и регулировке топливной аппаратуры дизелей. М.: Высш. шк., 1986. 236 с.
4. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
5. Дизельная топливная аппаратура тракторов К-700, К-701, Т-150, МТЗ-80, МТЗ-82: Технология технического обслуживания и текущего ремонта. М.: ГОСНИТИ, 1980. 124 с.
6. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. – М.: Колос, 2000. – 424 с.: ил (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
7. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов вузов/ Под ред. В.А. Финогенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил
8. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А. П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «Агропромиздат», 1991. – 184 с.: ил – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
9. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. сред. проф. учеб. заведений/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр Академия, 2003. – 496 с.
10. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
11. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгарнев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань.: КГАУ, 2009.- 16 с

12. Надежность и ремонт машин. В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачжасов и др., Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
13. Николаёнок М. М., Заяц Е. М. Расчёт осветительных и облучательных установок сельскохозяйственного назначения. Под ред. Е. М. Зайца. – Мн.: ООО «Лазурек», 1999. -452 с.
14. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик.. – М.: Колос, 2009. -351 с.
15. Черношванов В.И. Организация и технология восстановления деталей машин. – М:ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.
16. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34 с.
17. Электрооборудование осветительных и облучательных установок. Справочное пособие под редакцией В. П. Степанцова. – Мн.: Ураджай, 1991. -235с.