

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов»

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и
оборудования (СХ)»

Кафедра «Технический сервис»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Проект мотороремонтного цеха с разработкой устройства для
разборки-сборки двигателя»

Шифр ВКР.230303.052.17.00.00.ПЗ

Студент _____ Шайхутдинов А.М.
подпись Ф.И.О.

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

Обсуждена на заседании кафедры и допущена 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 «Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов»

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и
оборудования (СХ)»

Кафедра «Технический сервис»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту__ Шайхутдинову Артуру Маратовичу

Тема ВКР__ «Проект мотороремонтного цеха с разработкой устройства для
разборки-сборки двигателя»

утверждена приказом по вузу от 09.01.2017 г. № 7

2. Срок сдачи студентом законченной работы__ 05.02.2017 г.

3. Исходные данные: Материалы, собранные в период преддипломной
практики по данной теме, литература по теме ВКР,

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ состояния вопроса;
2. Проектирование мотороремонтного цеха и технологии восстановления
детали; 3.Конструктивная часть; 4.Безопасность жизнедеятельности и охрана
труда; 5. Техничко-экономическая оценка разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов:

Лист 1 – План мотороремонтного цеха

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 Гаязиев И.Н.
Раздел экономики	доцент <u>Шайхутдинов Р.Р.</u>

7. Дата выдачи задания 13.12.2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Глава 1	13.01-24.12	
2	Глава 2	24.12-09.01	
3	Глава 3	10.01-24.01	
4	Глава 4 и 5	25.02-01.02	
5	Оформление работы	02.02-05.02	

Студент _____ (Шайхутдинов А.М.)

Руководитель _____ (Шайхутдинов Р.Р.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Ш айкутдинова Артура Маратовича
на тему: «Проект мотороремонтного цеха с разработкой устройства для
разборки-сборки двигателя»

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 устройства и работы двигателя ЯМЗ-240Б и причин потери его работоспособности.

Во втором разделе разработаны проект мотороремонтного цеха для ремонта двигателя ЯМЗ-240Б и технология блока цилиндров этого двигателя. Разработаны ремонтный чертеж и технологическая карта на восстановление детали. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды и охраны труда при ремонте машин.

В третьем разделе конструкция устройства для разборки-сборки двигателя ЯМЗ-240Б. Приведены необходимые расчеты параметров конструкции. Приведены результаты технико-экономической оценки конструкции.

Пояснительная записка оканчивается заключением.

СОДЕРЖАНИЕ	стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1 Конструктивные особенности тракторов Кировец	9
1.2. Описание устройства двигателя ЯМЗ-240Б	10
1.3 Техническое обслуживание корпуса	16
1.4. Описание технологии разборки двигателя	17
1.5 Выводы	26
2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	27
2.1 Расчет производственной программы ремонта двигателей	27
2.2 Расчет трудоемкости	37
2.3. Расчет годовых фондов времени	38
2.4. Определение основных параметров производственного процесса и площади	38
2.5 Разработка технологического процесса восстановления блока цилиндров двигателя	38
2.6 Техника безопасности при слесарных работах	38
2.7 Охрана окружающей среды	47
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	41
3.1 Обзор приспособлений для разборки-сборки двигателя и обоснование предлагаемого устройства	41
3.2 Устройство приспособления	42
3.3 Принцип работы приспособления	44
3.4. Расчеты конструкции	44
3.5. Технико-экономическая оценка конструкции	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

ВВЕДЕНИЕ

Среди основных показателей повышения качества важное значение имеет ресурс или срок службы автомобилей и тракторов, особенно их двигателей. Количество четырехтактных дизельных двигателей, выпускаемых Ярославским моторным заводом, постоянно растет. Появляются новые серии и модификации двигателей. Характерными представителями этого семейства являются 12-цилиндровые двигатели ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н и ЯМЗ-240Б. Они устанавливаются на большегрузные автомобили-самосвалы БелАЗ-540А, БелАЗ-548А и тракторы К-701. В процессе наращивания выпуска и обобщения опыта эксплуатации дизелей проводилась работа по повышению их качества, в том числе, надежности и ресурса.

Вторичный же ресурс (ресурс между капитальными ремонтами) зависит от уровня эксплуатации и ремонта и, наряду с первичным ресурсом, определяет амортизационный (до списания) срок двигателя. Уровень эксплуатации и качества ремонта также определяет количество капитальных ремонтов двигателя за весь срок службы. Часто ремонтные предприятия выбраковывают детали, еще способные работать до последующего капитального ремонта. Имеет место и использование деталей, не способных отработать ресурс до последующего капитального ремонта. Отремонтированные детали не всегда отвечают требованиям, обеспечивающим высокую их долговечность. Все это приводит к большому расходу запасных частей и неоправданно высокому количеству двигателей, постоянно находящихся в капитальном ремонте.

Указанные недостатки объясняются, в первую очередь, тем, что из-за отсутствия единой первичной документации на капитальный ремонт двигателей на ремонтных предприятиях по своему усмотрению устанавливаются технические условия и разрабатываются чертежи на ремонтные детали и узлы двигателей.

Целью настоящей выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии и организации ремонта двигателя ЯМЗ-240Б.

1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Конструктивные особенности тракторов Кировец

Ленинградским производственным объединением Кировский завод созданы колесные энергонасыщенные сельскохозяйственные тракторы К-700, К-700А и К-701 тягового класса 5. Их широко используют в составе машинно-тракторных агрегатов на сельскохозяйственных (вспахиве, безотвальной обработке почвы, бороновании, культивации, посеве и т. д.) и транспортных (в агрегате с полуприцепами и прицепами большой грузоподъемности) работах. Эти тракторы применяют также в строительной, горнодобывающей, нефтяной, газовой и в других отраслях народного хозяйства.

Основные, общие для всех тракторов Кировец, конструктивные особенности следующие:

- двухосная схема;

- все колеса ведущие, одинакового диаметра с шинами низкого давления, имеющими протектор повышенной проходимости;

- двухзвенная шарнирно сочлененная рама с продольными балками и с двумя силовыми гидроцилиндрами, обладающая двумя степенями свободы;

- двухместная кабина с поддресоренным сиденьем водителя, системами отопления и вентиляции;

- дизель с системами пуска и предпускового обогрева;

- механическая трансмиссия с 16-скоростной, четырехрежимной коробкой передач, механическим переключением режимов и гидравлическим переключением передач в пределах каждого режима, ведущими мостами с самоблокирующимися дифференциалами свободного хода;

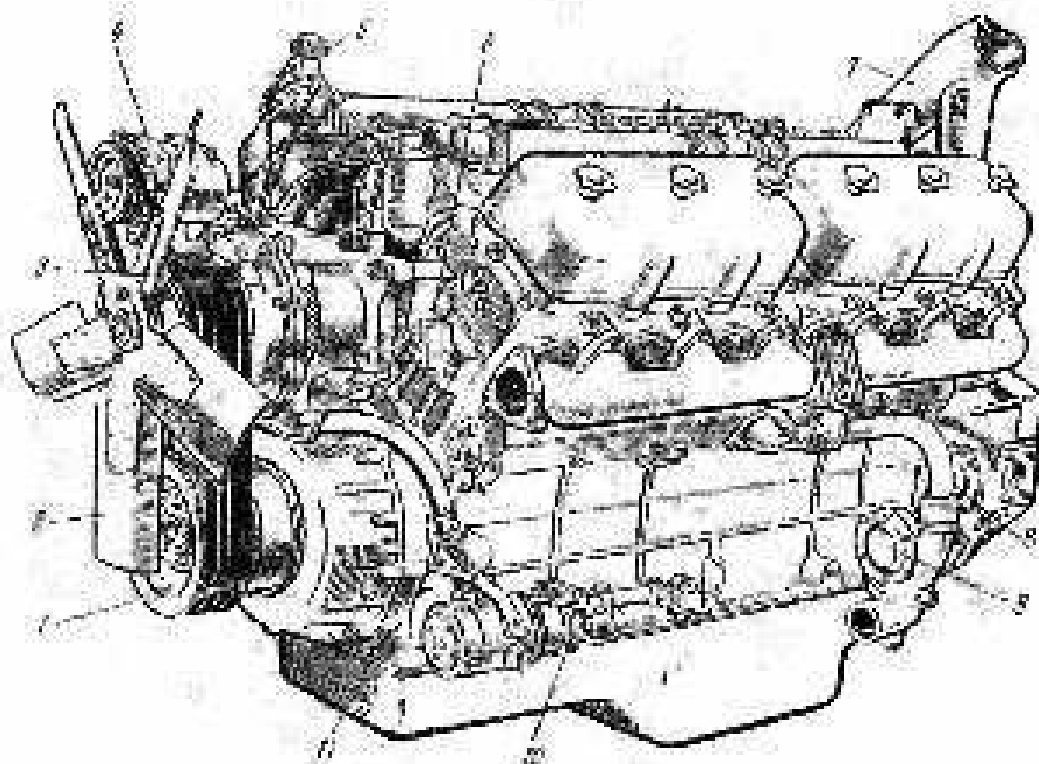
- тормозная система с пневматическим управлением колесными и механическим (тросовым) управлением стояночным тормозом;

- гидравлическая система управления поворотом и рабочим оборудованием;

система электрооборудования постоянного тока с генератором переменного тока и встроенным выпрямителем, рассчитанная на номинальное напряжение 12В для питания большинства потребителей и 24 В для питания стартера и электродвигателя масляного насоса.

1.2. Описание устройства двигателя ЯМЗ-240Б

Дизель ЯМЗ-240Б (рис. 1.1) — двенадцатицилиндровый, безнаддувный, жидкостного охлаждения с автоматическим регулированием теплового режима, развивает эксплуатационную мощность 198 кВт, номинальную частоту вращения 1900 мин⁻¹ и максимальный крутящий момент 1240 Нм.



1 — шкив привода гидромуфты и генератора; 2 — крыльчатка вентилятора; 3 — гидромуфта привода вентилятора; 4 — генератор; 5 — выключатель гидромуфты привода вентилятора; 6 — тройник топливопроводов низкого давления;

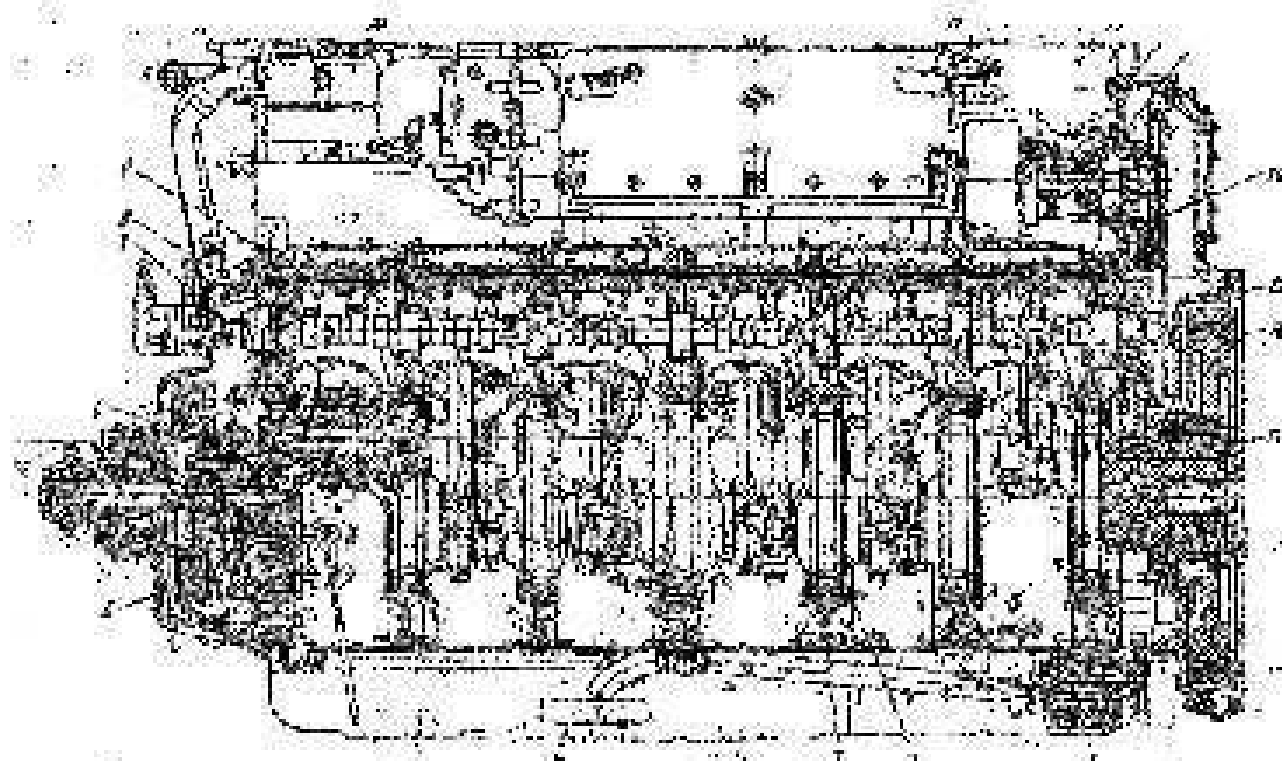
7 — выпускной патрубок; 8 — заглушка; 9 — водяной насос; 10 — масляный насос; 11 — поддон блока цилиндров

Рисунок 1.1 - Двигатель ЯМЗ-240Б

Двигатель ЯМЗ-240Б — модификация двигателя ЯМЗ-240 и отличается от последнего наличием вентилятора с гидравлической муфтой выключения, специальной регулировкой топливной аппаратуры и генератором, имеется также устройство для аварийной остановки. Двигатель предназначен для установки на колесный трактор «Кировец» К-701 Ленинградского Кировского завода.

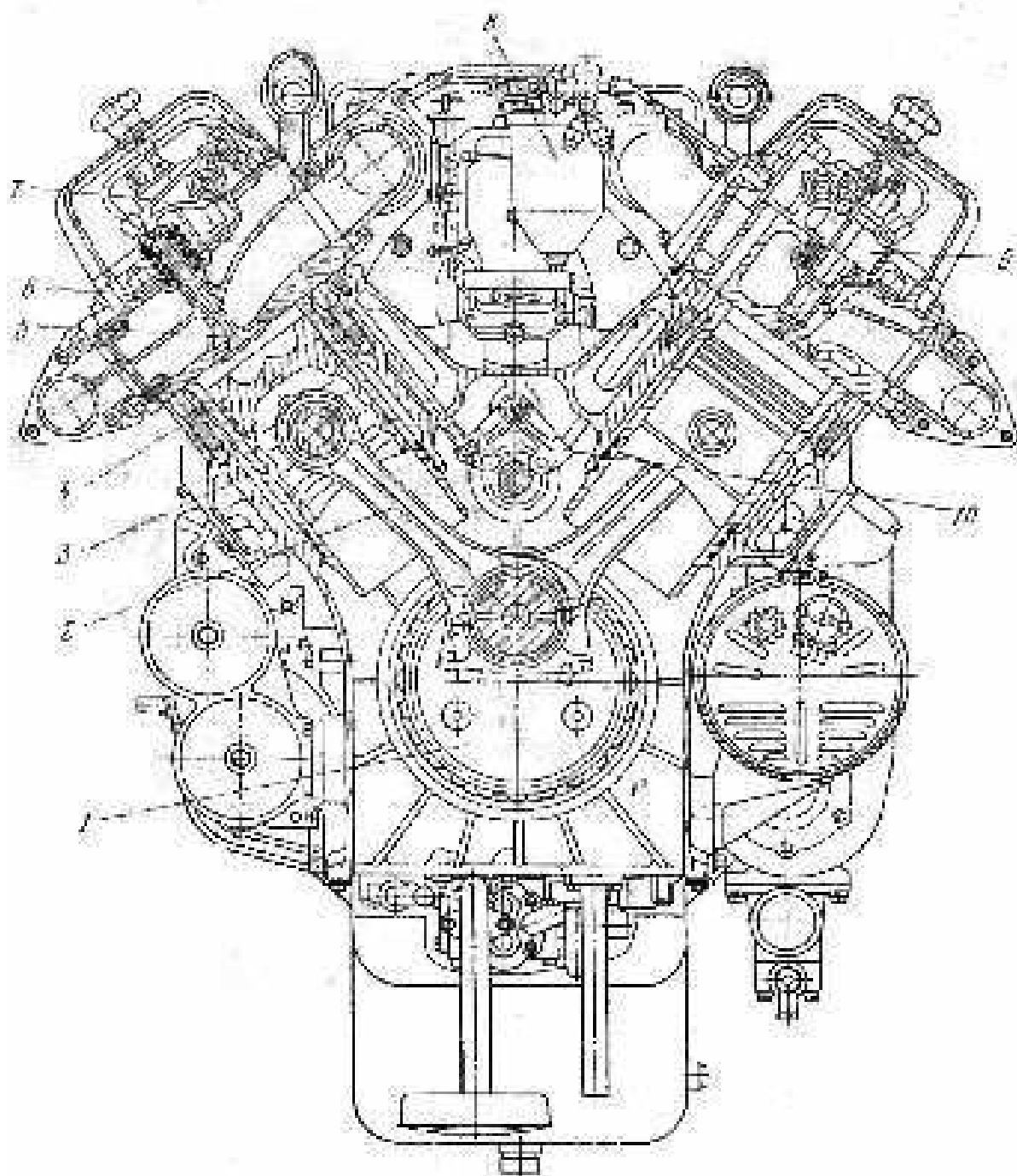
Основные части дизеля: корпус, кривошипно-шатунный и газораспределительный механизмы (рис 1.2 и 1.3).

Корпус дизеля ЯМЗ-240Б состоит из блок-картера, четырех головок цилиндров и их четырех крышек, передней крышки блока, торцового листа, картера маховика и привода агрегатов, поддона.



1 — масляный насос; 2 — коленчатый вал; 3 — наружное кольцо роликового подшипника коленчатого вала; 4 — маслозаборник масляного насоса; 5 — гаситель крутильных колебаний; 6 — упорный подшипник коленчатого вала; 7 — эксцентрик привода топливоподкачивающих насосов; 8 — распределительный вал; 9 — ось толкателей; 10 — шпунт; 11 — топливный насос высокого давления (ТНВД); 12 — полумуфта привода ТНВД; 13 — привод ТНВД; 14 — торцовый лист; 15 — картер маховика и распределительных шестерен; 16 — маховик; 17 — ступица маховика

Рисунок 1.2 — Продольный разрез ЯМЗ-240Б



1 — коленчатый вал, 2 — шатун, 3 — гильза цилиндра, 4 — поршень, 5 — впускной клапан, 6 — головка цилиндров, 7 — коромысло клапана, 8 — фильтр тонкой очистки топлива, 9 — форсунка, 10 — толкатель привода клапанов

Рисунок 13 - Поперечный разрез двигателя ЯМЗ-240

Блок-картер — туннельного типа, с V-образным расположением цилиндров под углом развала 75° . В его перегородках выполнено семь опор для осей толкателей, коленчатого и распределительного валов, а в самом

блок-картере — двенадцать расточек для гильз цилиндров. Блок-картер отнесен к типу туннельных потому, что опоры в поперечных перегородках выполнены цельными, в расточках нижних опор запрессованы наружные кольца роликовых подшипников, и коленчатый вал устанавливают в блок-картер последовательно, минуя одну опору за другой, т. е. как бы продвигаясь по туннелю. В развале блок-картера предусмотрены притивы с отверстиями для фиксации топливного насоса высокого давления и сапуна для подсоединения трубок подвода масла к пневмокомпрессору и отвода дренажного топлива в бак.

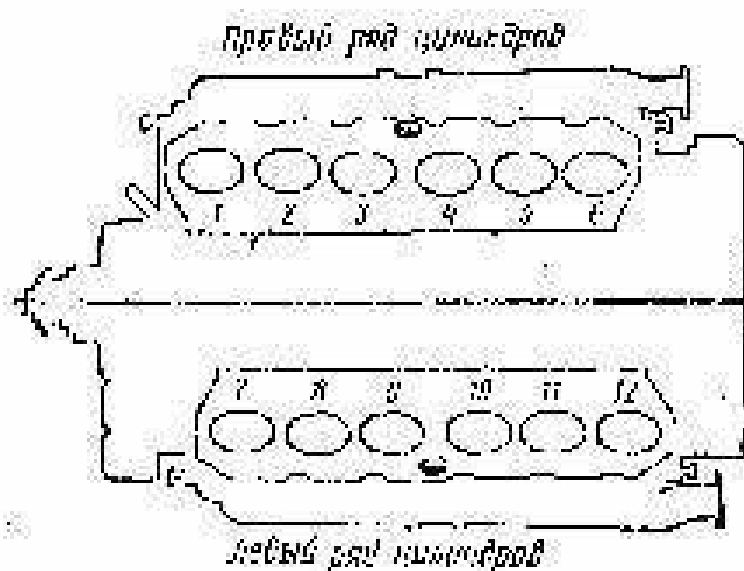


Рисунок 14 - Порядок нумерации цилиндров

На левой боковой поверхности блок-картера выполнены фланцы и бобышки с отверстиями для установки и подсоединения маслозакачивающего насоса, патрубка для слива масла из корпуса гидромуфты привода вентилятора, трубок для подачи охлаждающей жидкости в пневмокомпрессор и отвода ее из котла обогрева, а также патрубка водяного насоса. На правой боковой поверхности его предусмотрены фланцы и постели для фильтра грубой очистки масла, стартера и корпуса с маслоизмерительным стержнем. На переднем торце блок-картера расположены крышка, фильтры центробежной очистки масла и грубой очистки топлива, а также корпус-кронштейн гидромуфты привода вентилятора, который одновременно служит основанием для крепления

генератора и компрессора. К заднему торцу блок-картера крепят торцовый лист и картер маховика, к верхней его части — четыре головки цилиндров, а к нижней — поддон.

Головка цилиндров — групповая, общая для трех цилиндров. Головки цилиндров взаимозаменяемы, их устанавливают на ввернутые в блок-картер шпильки и крепят гайками. Стык между блок-картером и головками цилиндров уплотнен сталеасбестовой прокладкой. В гнезда головок цилиндров запрессованы тщательно обработанные седла клапанов из специального чугуна и направляющие втулки клапанов, выполненные из порошковых материалов. К головкам цилиндров внутри прикреплены клапаны с пружинами, стойки коромысел, коромысла клапанов, форсунки, снаружи на боковых поверхностях — выпускной коллектор (напротив развала), водяная труба и впускной коллектор (со стороны развала), а на торцовой поверхности — рым-болт. Полость головки цилиндров закрыта крышкой, стык уплотнен резиновой прокладкой.

В передней крышке блок-картера размещены гаситель крутильных колебаний, подшипниковое устройство привода ведущего шкива клиноременной передачи и два топливоподкачивающих насоса. На правой боковой поверхности крышки имеется люк для доступа к любру на корпусе гасителя крутильных колебаний и для установки кривошипно-шатунного механизма в необходимые положения при регулировании угла опережения впрыскивания топлива и тепловых зазоров в клапанах газораспределительного механизма. На цапфу передней крышки надевают траверсу, предназначенную для установки двигателя на раму трактора.

В картере маховика находятся крестовины коленчатого вала, на котором установлен маховик с венцом, и приводы газораспределительного механизма, топливного насоса высокого давления, водяного и масляного насосов, механизм для проворачивания коленчатого вала вручную. На картере имеется расточка для фиксации в ней стартера, шпильки для установки

задних кронштейнов крепления двигателя к раме трактора и две крышки люков.

На тракторе К-701 доступ к крышкам люков картера маховика затруднен, поэтому при регулировании тепловых зазоров в газораспределительном механизме и угла опережения впрыскивания топлива пользуются градуировкой, нанесенной на гасители крутильных колебаний. На торцевой поверхности картера маховика имеются отверстия для крепления редуктора привода насосов.

В поддоне корпуса выполнены две перегородки для увеличения его жесткости и предотвращения всплескивания масла при движении трактора, резьбовые отверстия (одно внизу для слива масла, а другое сзади для установки датчика температуры масла) и 40 отверстий для крепления поддона к блок-картеру.

Возможные неисправности корпуса двигателя:

1. Просачивание охлаждающей жидкости или масла. Причина — трещины в деталях.

2. Утечка газов через выпускной тракт. Причина — трещины в деталях.

Заделка трещин на деталях корпуса. Трещины на чугунных деталях (блок-картере, головке цилиндров, выпускных коллекторах) разделяют под углом 60° , сверлят по концам и сваривают электродом Ц4-А или ОЗ4-11. При сварке электродом Ц4-А (диаметр 3 мм) ток постоянный, прямой полярности или переменный силой 60...90 А. При сварке электродом ОЗ4-11 (диаметр 3 мм) ток постоянный, обратной полярности, силой 90...120 А. Длина сварного шва должна быть 30...50 мм. При толщине стенки детали более 6 мм накладывают многослойный шов. После наложения каждого шва наплавленный слой проковывают для снятия внутренних напряжений и уменьшения пористости материала, а затем охлаждают места сварки до 100°C . Для обеспечения герметичности шов пропавивают мягким припоем или пропитывают эпоксидным клеем или композицией на основе эпоксидной смолы ЭД-6. Для приготовления эпоксидной композиции смолу ЭД-6

нагревают до температуры 323...353 K (50...80°C), добавляют дибутилфталат и тщательно перемешивают в течение 10...15 мин. После охлаждения до 288...298 K (15...25°C) в смесь вводят полиэтиленполиамин и перемешивают в течение 5...6 мин до получения однородной сметанообразной массы. При этом выделяется значительное количество теплоты. Затем вводят наполнители в виде порошков и вновь тщательно перемешивают до получения однородного состава. Перед наложением композиции сварной шов обезжиривают ацетоном или бензином.

Компоненты клеевой композиции токсичны и при попадании на открытые участки тела могут вызвать кожные заболевания. Поэтому необходимо соблюдать особую осторожность в процессе приготовления смеси и работы с ней.

1.3 Техническое обслуживание корпуса

При ежесменном техническом обслуживании (ТО) в процессе наружного осмотра выявляют не подтекают ли масло, охлаждающая жидкость и топливо; не пробиваются ли газы через стыки поддона и головок цилиндров с блок-картером. При первом техническом обслуживании (ТО-1) проверяют затяжку гаек и болтов крепления сборочных единиц. Через одно ТО-2 (через 480 мото-часов) с помощью тарированного ключа контролируют затяжку гаек крепления головок цилиндров. Гайки затягивают в несколько приемов не более чем на 1...2 градуса в определенной последовательности.

1.4 Описание технологии разборки двигателя

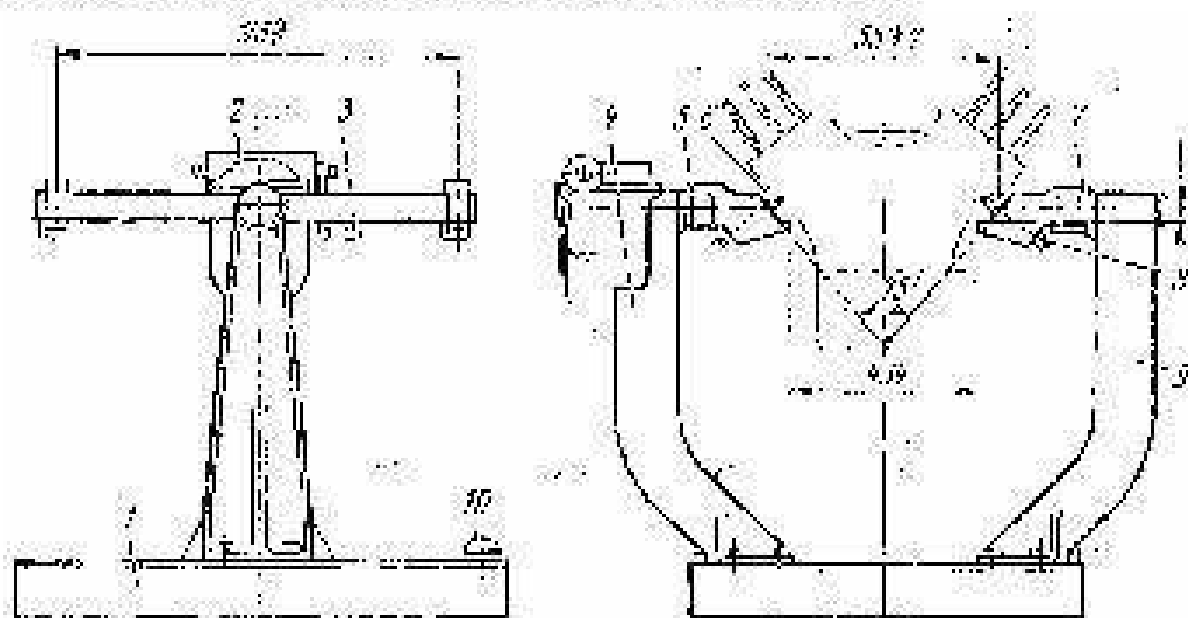
Правильная организация и высокое качество выполнения разборочных работ оказывает значительное влияние на трудоемкость и качество ремонта.

Для достижения высокого качества ремонта, повышения культуры производства и производительности труда в технологический процесс разборки двигателя должны быть включены: наружная мойка двигателя со снятыми агрегатами электрооборудования, пропаривание внутренней полости горячим паром и мойка частично разобранного двигателя.

При разборке двигателя следует руководствоваться следующими основными положениями:

- каждая операция разборки должна выполняться инструментами и приспособлениями, предусмотренными технологическим процессом данного производства;
- не разрешается наносить удары непосредственно по выпрессовываемым деталям стальными молотками, зубилами и выколотками;
- детали, соединенные в узлы сваркой или прессовой посадкой, а также шпильки и технологические пробки следует разбирать только в тех случаях, когда этого требуют условия ремонта одной из деталей;
- при разборке двигателя не допускается обезличивать следующие пары деталей, которые могут устанавливаться на двигатель только комплектом: шатуны и их крышки, сепараторы с роликами и наружные кольца подшипников коренных опор коленчатого вала, шестерни распределения и привода агрегатов; половинки средней опоры кулачкового вала топливного насоса высокого давления, детали плунжерных пар топливного насоса высокого давления; детали нагнетательных клапанов топливного насоса высокого давления; илты и кортусы распылителей форсунок; втулки и штоки топливopодкачивающих насосов; крышка со стороны привода и крышка оси рычага стартера.

Разборку и сборку двигателя на разных этапах технологического процесса производят на специальном стенде конструкции Ярославского моторного завода. Устройство стенда показано на рис. 1.5.



1 — станина, 2 — червячный редуктор, 3 — рукоятка редуктора, 4, 9 — стойки; 5, 7 — поворотные балки; 6, 8 — установочные пальцы, 10 — педаль фиксатора

Рисунок 1.5 - Стенд для разборки и сборки двигателя

При установке двигателя на стенд снимают четыре технологические заглушки на блоке цилиндров и находящиеся под ними четыре технологических отверстия совмещают с установочными пальцами 6 и 8 на концах поворотных балок, после чего пальцы ввертывают до упора. Поворот двигателя вокруг горизонтальной оси стенда производят вращением рукоятки 3 червячного редуктора. Поворот вокруг вертикальной оси стенда осуществляют после нажатия на педаль 10 фиксатора, установленную на станине.

Подъем, транспортировку и установку двигателя на стенд осуществляют кран-балкой грузоподъемностью 2 т с применением подвески. Четыре крюка этой подвески зацепляют за рым-болты, ввернутые в передние и задние торцы четырех головок блока цилиндров.

При разборке детали и узлы, снятые с двигателя, укладывают в ящики, пирамиды, стеллажи с ячейками и на различные подставки. Ниже приведен технологический процесс разборки двигателя.

1. Устанавливают двигатель временно на подставку (рис. 1.6) так, чтобы не повредить масляный поддон.

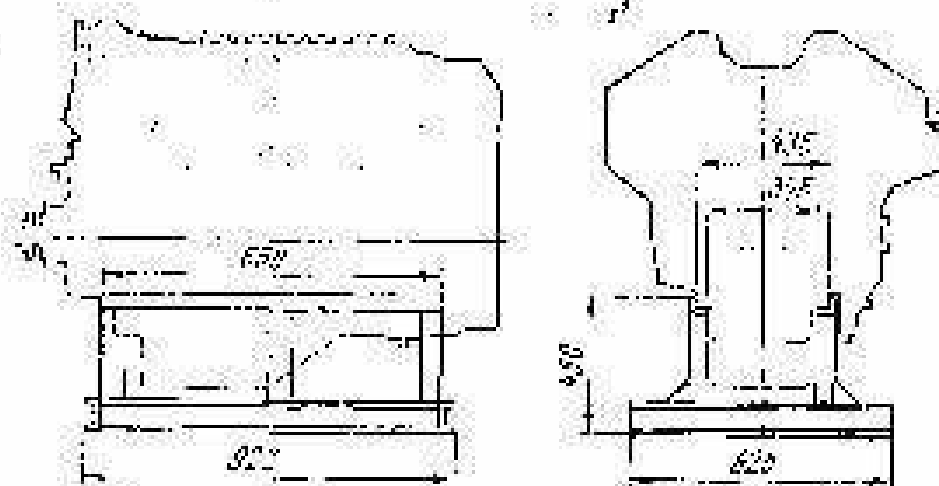


Рисунок 1.6- Подставка для двигателя

2. Отвертывают стяжные болты комуты крепления стартера, снимают стартер 11 (рис. 2) и кронштейны крепления стартера.
3. Вывертывают из блока цилиндров соединительную гайку сливной трубки, снимают сливную трубку, находящуюся в задней части с правой стороны блока над стартером и кляммер ее крепления.
4. Снимают с двигателя генератор 5 (рис. 1.1) и кронштейн его крепления с двигателя ЯМЗ-240Б, кроме того, снимают планку крепления генератора 1 и заглушку отверстия привода генератора в картоне маховика.
5. С двигателя ЯМЗ-240Б снимают крыльчатку 2 вентилятора и гидромуфту 3 привода вентилятора.
6. Снимают загорный клапан 6 (рис. 1.1), угловой фланец 7 насоса, отвертывают стяжной болт комута и снимают с двигателя маслозакачивающий насос 8 с электромотором в сборе.
7. Снимают датчик 11 тахометра (кроме двигателя ЯМЗ-240Б).

8. Снимают четыре заглушки водяных каналов блока цилиндров — по две заглушки с каждой стороны.
9. Вывертывают сливную пробку масляного поддона.
10. Производят наружную мойку с пропариванием внутренней полости двигателя в моечной машине проходного типа с подвесным конвейером и устройством для подвода горячего пара. Для мойки рекомендуется использовать моечную машину типа 6709-СПКБ Главмосавтотранса.
11. Устанавливают двигатель на стенд (рис. 1.6) для разборки и закрепляют на стенде с помощью четырех установочных пальцев 6 и 8.
12. Снимают крышки 1 (рис. 1.1) головок цилиндров.
13. Снимают турбокомпрессоры с двигателя ЯМЗ-240Н, отсоединив предварительно подводящие патрубки, трубы подвода масла от фильтра к турбокомпрессорам и трубы слива масла из турбокомпрессоров, отсоединяют шланги впускных коллекторов и, отвернув гайки крепления турбокомпрессоров, снимают турбокомпрессоры.
12. Вращая рукоятку червячного редуктора стенда, поворачивают двигатель картером маховика вниз.
13. Снимают поддон блока цилиндров и его прокладку.
14. Снимают маслозаборник 4 (рис. 1.2) с всасывающей трубкой и отводящие трубы масляного насоса.
15. Снимают масляный насос 1 и его регулировочные прокладки.
16. Производят наружную и внутреннюю мойку двигателя, но без пропаривания внутренней полости. Рекомендуется использовать моечную машину 6709-СПКБ, при этом паропроводящий шланг не подключается.
17. Снимают подводящую трубу 3 (рис. 1.1) от водяного насоса к блоку, соединительную муфту, патрубок, прокладки и резиновые кольца. На двигателях выпуска до апреля 1975 г. выпрессовывают из канала в блоке водораспределительную трубу, сняв крышку люка водяного канала и разогнув усики водораспределительной трубы.
18. Снимают масляный фильтр и прокладку.

21. Отвернув гайки, снимают со шпилек передней крышки блока привод δ вспомогательных агрегатов и вынимают соединительных валов привода.
22. Снимают перепускную трубку 3 водяных термостатов и хлammers.
23. Снимают трубы 9 вентиляции картера и хлammers их крепления.
24. Вывертывают направляющую трубку указателя 8 уровня масла и снимают фланец указателя с прокладкой.
25. Снимают топливные трубки высокого давления.
26. Снимают топливные трубки низкого давления и хлammers их крепления.
27. Снимают фильтр 4 грубой очистки топлива.
28. Снимают фильтр 8 (рис. 1.3) тонкой очистки топлива.
29. Отсоединяют дренажные трубки форсунок.
30. Отвернув гайки скоб крепления форсунок, снимают форсунки, пользуясь съемником, изображенным на рис. 11. Винт 3 заворачивают в отверстие колпачка форсунки 5 до упора и, вращая гайку 4 съемника, извлекают форсунку.
31. Отвернув болты крепления топливного насоса высокого давления, снимают насос 11 (рис. 1.2) в сборе с автоматической муфтой опережения впрыска и регулятором.
32. Отвертывают гайку крепления полумуфты 12 на валу привода топливного насоса высокого давления, снимают ведущую полумуфту, выпрессовывают шпону из канавки вала привода топливного насоса высокого давления, для предохранения вала от изгиба при выпрессовке шпона под конец вала устанавливают подставку.
33. Снимают с двигателя пугрубки и соединительную трубку водяных термостатов.
34. Снимают сапун 10 (рис. 1.2).
35. Снимают топливоподкачивающие насосы.
36. Отсоединяют и снимают переднюю крышку 7 блока и прокладку.
37. Повертывают двигатель на стенде головками цилиндров вниз.

38. Отогнув усы замковых пластин болтов крепления маховика, вывертывают болты и, ввертывая два технологических болта МП2 в отверстия маховика до упора в торец ступицы, снимают маховик 16 (рис. 1.2). Во избежание перекоса маховика болты необходимо вернуть одновременно.

39. Снимают ступицу маховика, используя механические или гидравлический съемники.

40. Снимают привод генератора.

41. Снимают водяной насос 4 (рис. 1.1.).

42. Снимают картер 15 (рис. 1.2) маховика.

43. Снимают маслоотражатель с заднего конца коленчатого вала.

44. Повертывают двигатель на стенде вверх головками цилиндров.

45. Разъединяют шланги и муфты водяных труб и впускных коллекторов.

46. Отвернув гайки крепления стоек коромысел, снимают коромысла клапанов с осями и стойками и вынимают штанги толкателей.

47. Отвернув гайки крепления головок цилиндров, снимают головки 6 цилиндров. Снимают осторожно прокладки головок цилиндров, предохраняя их от повреждения.

48. Повертывают двигатель на стенде картером маховика вниз.

49. Вынимают поршни с шатунами и кольцами, для чего вывертывают болты крепления крышек шатунов, снимают крышки шатунов с болтами, вынимают поршни с шатунами и поршневыми кольцами, вынимают из шатунов и крышек вкладыши, устанавливают крышки на те шатуны, с которых они были сняты (в соответствии с нанесенными метками) и привертывают крышки болтами. При разборке коленчатый вал поворачивают в удобное для работы положение.

50. Повертывают двигатель на стенде вниз картерной частью блока.

51. Извлекают гильзы 3 из блока цилиндров, используя приспособление. Для этого приспособление вводят во внутреннюю полость гильзы, зацепляют планкой за нижний торец гильзы, надевают приспособление направляющими втулками на шпильки блока цилиндров и, вращая за рукоятки гайку,

выпрессовывают гильзу из блока. С гильз цилиндров снимают уплотнительные и антикавитационные кольца.

52. Снимают гаситель крутильных колебаний 5 (рис. 1.2), полумуфту отбора мощности и промежуточное кольцо, разогнув предварительно усики замковых пластин и вывернув болты крепления полумуфты отбора мощности и гасителя крутильных колебаний.

53. Вывернув болты, снимают упорный подшипник 6 и упорное и промежуточное кольца.

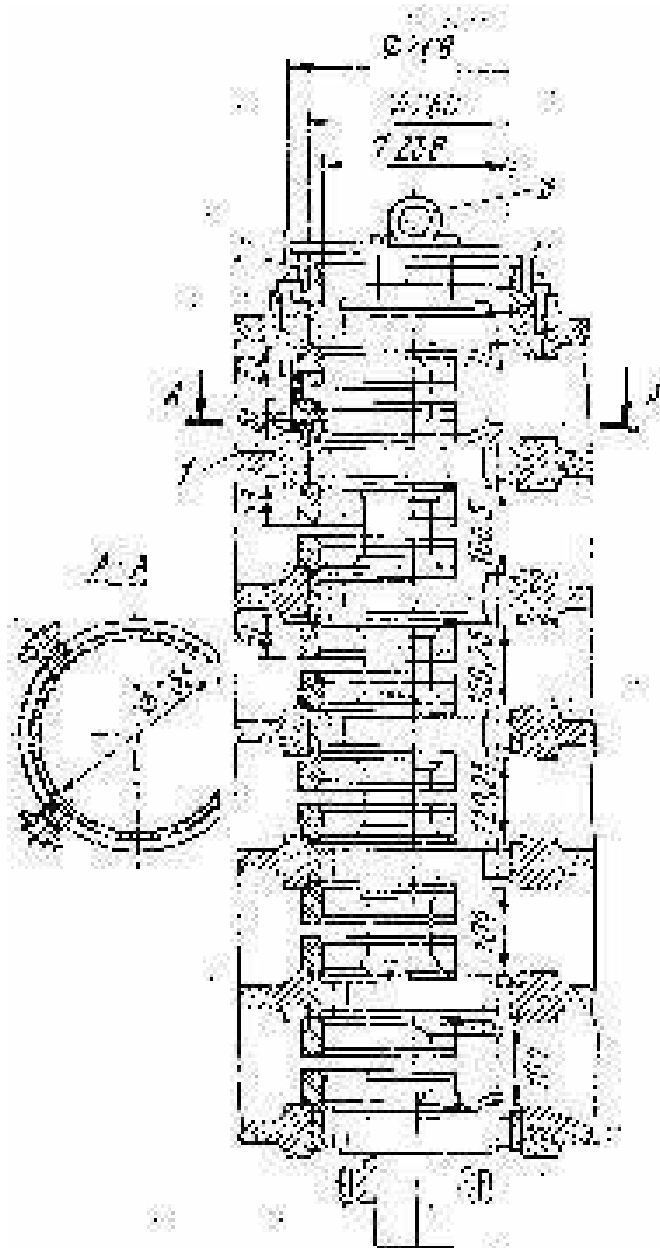
54. На торец блока цилиндров устанавливают конусную оправку (рис. 1.7) и подвеску 3 на носок коленчатого вала.

55. Повертывают двигатель на стенде картером маховика вниз.

56. Снимают коленчатый вал, для чего устанавливают комплект из двенадцати направляющих оправок (рис. 1.7), которые представляют собой полукольца с внутренним диаметром, равным внутреннему диаметру наружных колец роликоподшипников, и фиксируют их в разведенном положении с помощью двух планок с винтами. Извлечение коленчатого вала из блока производится с помощью электротельфера за подвеску 3. Для облегчения извлечения вала рекомендуется наклонить двигатель на 5° от вертикальной оси в сторону оправок, что обеспечит более надежное прижатие роликов в сепараторах к беговым дорожкам коленчатого вала.

57. Повертывают двигатель на стенде вверх картерной частью блока.

58. Снимают шестерни распределения и привода агрегатов, для чего расшплинтовывают болты крепления промежуточной шестерни привода масляного насоса и промежуточной шестерни привода водяного насоса; вывертывают болты и снимают шестерни, разогнув усики стопорных шайб, вывертывают болты и выпрессовывают шестерню привода топливного насоса высокого давления в сборе с валом и подшипниками.



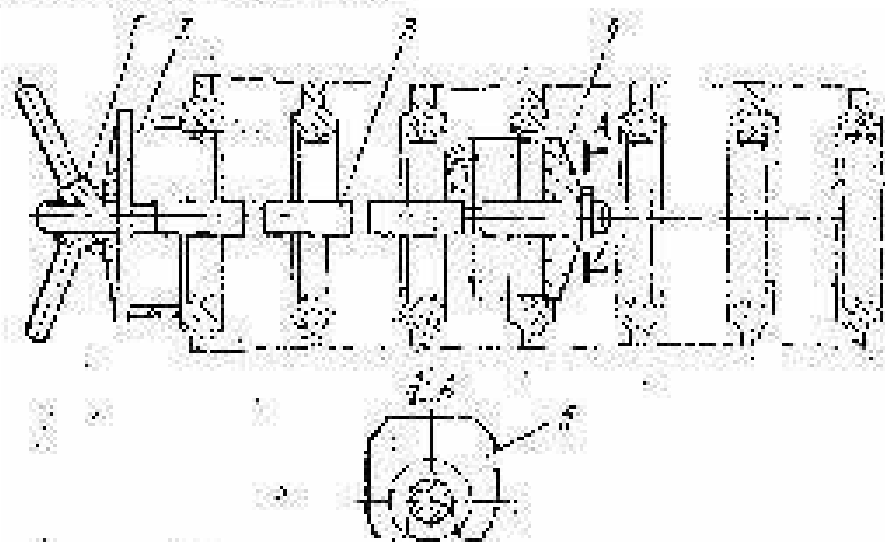
1 — оправка-полукольцо, 2 — оправка конусная, 3 — рым-болт (подвеска)

Рисунок 1.7 - Комплект оправок для установки и удаления коленчатого вала из блока цилиндров.

59. Снимают эксцентрик 7 (рис. 1.2) привода топливоподкачивающих насосов, разогнув предварительно усики замковых пластин и вывернув болты.

60. Вынимают распределительный вал 8, для чего вывертывают болты крепления упорного фланца распределительного вала к блоку цилиндров и извлекают распределительный вал в сборе с шестернями и упорным фланцем.

61. Вывернув болты крепления кронштейна маслозакачивающего насоса, снимают кронштейн. Снимают крышки 9 (рис. 1.1) люка воздушного подогрева и прокладки.
62. Вывертывают болты крепления корпуса привода топливного насоса высокого давления и снимают корпус привода 13 (рис. 1.2).
63. Вывернув болты крепления торцового листа, снимают торцовый лист 14 и прокладку.
64. Выпрессовывают, начиная с задней оси 9 толкателей, последовательно снимая с них толкатели и втулки. Из блока цилиндров вывертывают пробки масляных каналов.
65. Повертывают двигатель на стенде картером маховика вниз.
66. Вынимают из кольцевых пазов коренных опор коленчатого вала пружинные упорные кольца роликовых подшипников с помощью щипцов.
67. Вынимают из коренных опор коленчатого вала наружные кольца 3 (рис. 1.2) роликовых подшипников. Извлечение колец производится с помощью съемника (рис. 1.8).



1 — гайка с рукоятками, 2 — планка с упорными пальцами, 3 — винт специальный, 4 — планка съемная, 5 — фиксатор

Рисунок 1.8 - При приспособление для удаления наружных колец коренных подшипников из блока цилиндров.

Винт 3 съемника вводится в расточки блока, на его конец устанавливается съемная планка 4 с фиксатором 5, а планка 2 своими упорными пальцами прижимается к крайней перегородке картерной части блока цилиндров. Вращая гайку 1 за рукоятку, извлекают кольцо из блока.

68. Вывертывают из блока шпильки крепления головок цилиндров.

69. Снимают блок цилиндров со стенда.

1.5 Выводы

Уровень эксплуатации и качества ремонта также определяет количество капитальных ремонтов двигателя за весь срок службы. Часто ремонтные предприятия выбраковывают детали, еще способные работать до последующего капитального ремонта. Имеет место и использование деталей, не способных отработать ресурс до последующего капитального ремонта. Отремонтированные детали не всегда отвечают требованиям, обеспечивающим высокую их долговечность.

Все это приводит к большому расходу запасных частей и неоправданно высокому количеству двигателей, постоянно находящихся в капитальном ремонте.

В связи с тем, что двигатели ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н и ЯМЗ-240Б сложны по конструкции и изготавливаются с высокой степенью точности, любой их ремонт, включая и текущий, рекомендуется производить на специализированных ремонтных предприятиях, располагающих квалифицированными кадрами и комплексом необходимого технологического оборудования.

Очень много применяется винтовых съемников, что увеличивает трудоемкость ремонта двигателя.

Для устранения указанных выше недостатков нужно разработать технологию ремонта блока цилиндров и пневматического съемника колец коленчатого вала.

2 ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Расчет производственной программы ремонта двигателей

Для расчета программы участка по ремонту двигателей необходимо иметь следующие исходные данные:

- 1) состав техники, находящейся в зоне деятельности предприятия;
- 2) коэффициент охвата ремонтом;
- 3) поправочные коэффициенты, учитывающие возраст машин и зональность.

По заданию руководителя в зоне обслуживания имеется 200 двигателей ЯМЗ-240Б. Среднегодовое число ремонтов двигателей определяется [1]:

$$n_1 = N_{\text{дв}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_{\text{воз.з.}} \quad (2.1)$$

где n_1 – число капитальных ремонтов двигателей;

$N_{\text{дв}}$ – число двигателей данной марки;

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

K_2 – возрастной коэффициент (рис 7.6 [1]);

K_3 – зональный поправочный коэффициент (по таблице П1.12 $K_3 = 1,05$ [1]).

Тогда количество ремонтов двигателей для нужд капитального и текущего ремонтов для ЯМЗ-240Б будет равно:

$$n_1 = 200 \cdot 0,26 \cdot 1,49 \cdot 1,05 = 79 \text{ шт.}$$

2.2 Расчет трудоемкости

Годовая трудоемкость определенных объектов определяется [1]:

$$T = t_1 \cdot n_1 \cdot K_p, \quad (2.2)$$

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

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

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

n_1 – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

$$T_{\text{ЯМЗ-240Б}} = 79 \cdot 59 \cdot 1 = 4661 \text{ чел.ч.}$$

Трудоемкость основных работ:

$$T_{осп} = \sum T_i \quad (23)$$

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

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

Общая годовая трудоемкость определяется: []

$$T_{свц} = T_{осп} + T_{доп} \quad (24)$$

где $T_{свц}$ – общая годовая трудоемкость, чел.ч,

$T_{осп}$ $T_{доп}$ – трудоемкость основных и дополнительных работ, чел.ч,

Расчеты сведены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Трудоемкость дополнительных работ.

Наименование	% от общей трудо- емкости ремонта	$T_{доп}$ сп, ч п.ч
Ремонт собственного оборудования	8	372,88
Восстановление и изготовление деталей	5	233,05
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	139,83
Прочие неучтенные работы	10	466,1
Итого	26	1211,86

Тогда $T_{свц} = 4661 + 1211,86 = 5872,86$ 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 []:

$$\Phi_H = D_K - (D_B + D_{П}) \cdot t_{см} \quad (25)$$

где Φ_H – номинальный годовой фонд времени работы, ч,

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

D_k – количество календарных дней в году,

D_v – количество выходных дней в году,

$D_{п-}$ количество праздничных дней в году.

$$\Phi_K = (365 - (105 + 15)) \cdot 8 = 1960 \text{ час}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по формуле:

$$\Phi_{др} = (\Phi_K - K_0 \cdot t_{ок}) \cdot \eta_p \quad (2.6)$$

где K_0 – общее число рабочих дней отпуска;

η_p – коэффициент потерь рабочего времени.

$$\Phi_{др} = (1960 - 24 \cdot 8) \cdot 0,88 = 1532 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле

$$\Phi_{до} = \Phi_K \cdot \eta_0 \cdot n_c, \quad (2.7)$$

где n_c – число смен;

η_0 – коэффициент использования оборудования (при односменной работе $\eta_0 = 0,97 \dots 0,98$, при двухсменной $\eta_0 = 0,95 \dots 0,97$).

$$\Phi_{до} = 1960 \cdot 0,97 \cdot 1 = 1901 \text{ ч}$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса и площади

Общий такт ремонта определяют [1]

$$\tau = \Phi_{\pi} / N_{\pi}, \quad (2.8)$$

где τ – общий такт ремонта, ч,

Φ_{π} – 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.

$$N_{\text{пр}} = T_{\text{свц}} / T_{\text{мтз}}, \quad (2.9)$$

где $T_{\text{свц}}$ – общая трудоемкость, чел.-ч,

$T_{\text{мтз}}$ – трудоемкость капитального ремонта двигателя А-41, к которой приводится вся программа, чел.-ч.

$$N_{\text{пр}} = 1960 / 59 = 33,22 \text{ прив./рем.};$$

$$\tau = 1960 / 33 = 59,39 \text{ ч.}$$

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

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

где t – общая продолжительность цикла, ч,

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

$$t = 1,15 \cdot 57 = 65,55 \text{ ч.}$$

Принимаем $t = 65,66 \text{ ч}$

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

$$f = 65,66 / 59,39 = 1,103$$

Принимаем $f = 2$

Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют []

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

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

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

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

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

$$P_{шт} = 1960 / 1532 \cdot 1,15 = 3,3 \text{ чел}$$

Принимаем на место ремонта и обкатки двигателей 3 рабочих.

Число стандов для обкатки и испытания двигателей определяется: [1]

$$N_{дв} = N_{дв} \cdot t_{ис} \cdot c / \Phi_{дв} \cdot \eta_{ис}, \quad (2.13)$$

где $N_{дв}$ – число стандов для обкатки и испытания двигателей;

$N_{дв}$ – число двигателей проходящих обкатку и испытания;

$t_{ис}$ – время испытания и обкатки, ч;

c – коэффициент учитывающий возможность повторной обкатки;

$\eta_{ис}$ – коэффициент использования стандов.

Учитывая что $N_{дв} = 79$, $t_{ис} = 7,5$ ч, $c = 1,1$, $\Phi_{дв} = 1901$ ч, $\eta_{ис} = 0,9$

Находим:

$$N_{дв} = 79 \cdot 7,5 \cdot 1,1 / 1901 \cdot 0,9 = 0,127 \text{ шт.}$$

Принимаем $N_{дв} = 1$ шт.

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

Расчет площади участка рассчитывается:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \xi, \quad (2.14)$$

Таблица 2.2 – Расчет производственных площадей

№	Наименование участка	$F_{об},$ m^2	ξ	Площадь участка, m^2	
				расчетная	принятая
1	Участок ремонта дизельных двигателей	8,87	4,0	35,5	36
2	Участок обкатки и испытания двигателей	9,85	4,0	39,4	36

2.5 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ БЛОКА ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ

2.5.1 Анализ основных дефектов детали и методов их восстановления

Блок цилиндров является основной корпусной деталью двигателя и представляет собой отливку из никелегированного чугуна.

Отливку подвергают искусственному старению для снятия термических напряжений, что в сочетании с монолитной V-образной формой конструкции позволяет блоку сохранять первоначальные геометрические форму и размеры в процессе эксплуатации.

Два ряда цилиндрических гнезд, отлитых как одно целое с картером, расположены под углом 75° один к другому. В каждом ряду имеется по шесть цилиндрических гнезд, выходящих на верхние обработанные плоскости, которые служат привалочными поверхностями для головок цилиндров. Привалочные поверхности выполнены с большой точностью по плоскостности (отклонение не превышает 0,02 мм на длине 100 мм) и параллельности осей расточек под гнезда подшипников (отклонение не более 0,1 мм на всей длине).

Каждое цилиндрическое гнездо имеет два соосных цилиндрических отверстия диаметром $153^{+0,04}$ мм и $151^{+0,04}$ мм, выполненные в верхней и нижней плитах блока, по которым центрируется гильза 3 цилиндра, и выточку в верхней плите, образующую упорную кольцевую площадку под бурт гильзы. Эта выточка для обеспечения правильной посадки гильзы цилиндра выполнена с высокой точностью: непараллельность торца выточки относительно оси отверстий под подшипники коленчатого вала — не более 0,025 мм, а отклонение от плоскости — не более 0,02 мм по окружности и 0,01 мм на ширине 2,5 мм — по радиусу. Глубина выточки в блоке, равная $12 \pm 0,035$ мм, разность глубин выточек под одну головку не более 0,03 мм и высота бурта гильзы $12,1 \pm 0,03$ мм определяют выступание верхней плоскости гильзы над привалочной плоскостью блока в пределах 0,065—0,165 мм. В це-

лах надежного уплотнения газового стыка прокладкой головки цилиндров разность выступаний гильз под одну головку цилиндров не должна превышать 0,06 мм.

Постельми коренных подшипников коленчатого вала являются отверстия в семи поперечных перегородках картерной части блока без разъемных крышек. Эти семь отверстий диаметром 260 мм выполнены с большой точностью: биение промежуточных отверстий относительно крайних — не более 0,04 мм, взаимное биение соседних отверстий — не более 0,013 мм, овальность отверстий — не более 0,015 мм, конусность — не более 0,01 мм. В отверстия запрессованы наружные кольца 6 роликоподшипников, которые служат опорами коленчатого вала.

Над отверстиями под подшипники коленчатого вала в межцилиндровых перегородках обработаны в линию отверстия диаметром $68^{+0,03}$ мм для запрессовки втулок 5 распределительного вала.

Биение промежуточных отверстий относительно крайних — не более 0,06 мм, а овальность и конусность — не более 0,015 мм. Втулки распределительного вала, выполненные из бронзы ОЦС-5-5-5 (ГОСТ 613—65), после запрессовки в блок обработаны до диаметра $54^{+0,03}$ мм (при этом несоосность должна быть не более 0,03 мм). Расстояние между осями отверстий под коленчатый и распределительный валы выдерживают в пределах $215,496^{+0,03}$ мм, что обеспечивает правильное зацепление шестерен привода распределительного вала.

На заднем торце блока в нижней части с левой стороны выполнены два отверстия диаметром $25^{+0,02}$ мм, в которые устанавливают кронштейны промежуточных шестерен привода масляного и водяного насосов.

В процессе эксплуатации двигателей возможны следующие неисправности блоков: трещины и обломы различного расположения и характера; кавитационное разрушение нижних посадочных поясков под гильзы цилиндров; деформация поверхностей прилегания под головки цилиндров; износ кольцевой площадки под бурт гильзы цилиндра,

износ отверстий во втулках под опорные шейки распределительного вала; ослабление посадки втулок распределительного вала; износ отверстий втулок под оси толкателей, срыв или износ резьбы в отверстиях крепления деталей.

Блок цилиндров бракуют при наличии трещин на бобышках под шпильки крепления головок цилиндров, выходящих в водяную полость, и трещин, проходящих через гнезда под наружные кольца подшипников коленчатого вала и гнезда под втулки распределительного вала. Пробойны и трещины на стенках водяной рубашки блоков заваривают или ставят на них заплаты.

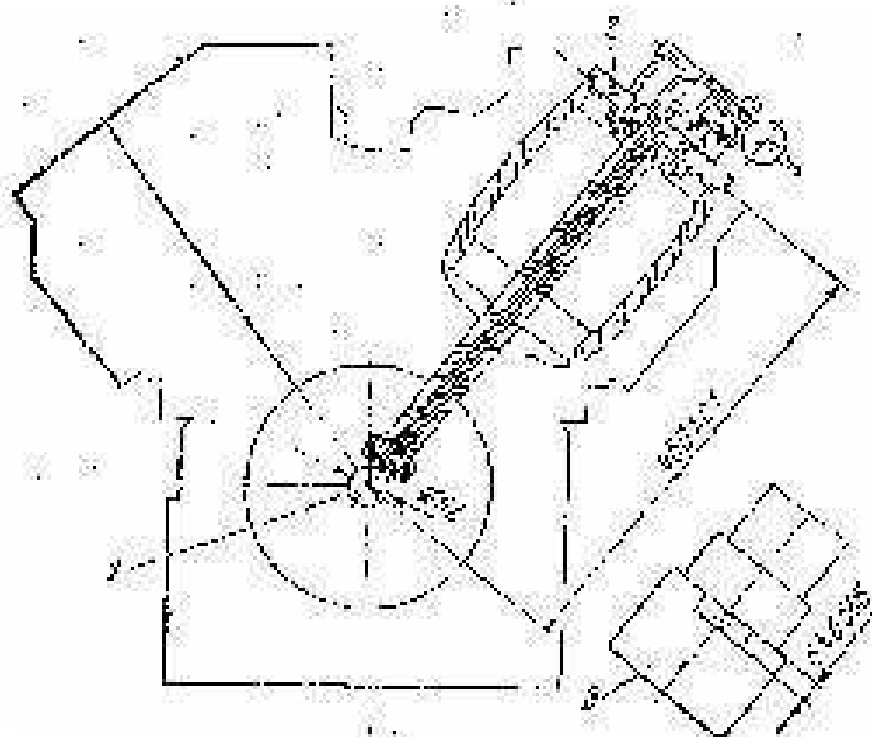
Ремонт блока цилиндров производят в следующей последовательности: очищают блок от коррозии и накипи, заваривают и заделывают трещины (пробойны), ремонтируют резьбовые отверстия, производят гидравлическое испытание блока, обрабатывают привалочные поверхности под головки цилиндров, ремонтируют кольцевые площадки под бурты гильз цилиндров, ремонтируют центрирующие отверстия под гильзы цилиндров, заменяют и обрабатывают втулки под опорные шейки распределительного вала, заменяют втулки осей толкателей и промывают блок цилиндров.

Блок после разборки двигателя тщательно моют и очищают от накипи, коррозии и смолистых отложений и в случае обнаружения трещин и пробойн на стенках картера направляют на пост сварки с последующей зачисткой сварных швов.

После шлифования неплоскостность этих поверхностей должна быть не более 0,02 мм на длине 100 мм и 0,035 мм на половине их длины, а непараллельность оси расточек под подшипники коленчатого вала — не более 0,1 мм. При этом размер от оси расточек под подшипники коленчатого вала до привалочных плоскостей головок цилиндров должен быть не менее 449,7 мм.

Контроль размера 449,7 мм и параллельность плоскостей под

головки цилиндров к оси расточек коренных подшипников коленчатого вала осуществляется специальным приспособлением (рис. 2.1). Скалку 1 с наружным диаметром $62+0,025$ мм устанавливают в крайние гнезда роликоподшипников на специальных втулках, наружный диаметр которых равен 260 мм. Прибор базовым фланцем устанавливается на привалочную плоскость блока, измерительный шток прибора входит в контакт с поверхностью скалки. Настройка индикатора производится контрольной скобой 3, имеющей размер $6+0,005$ мм.



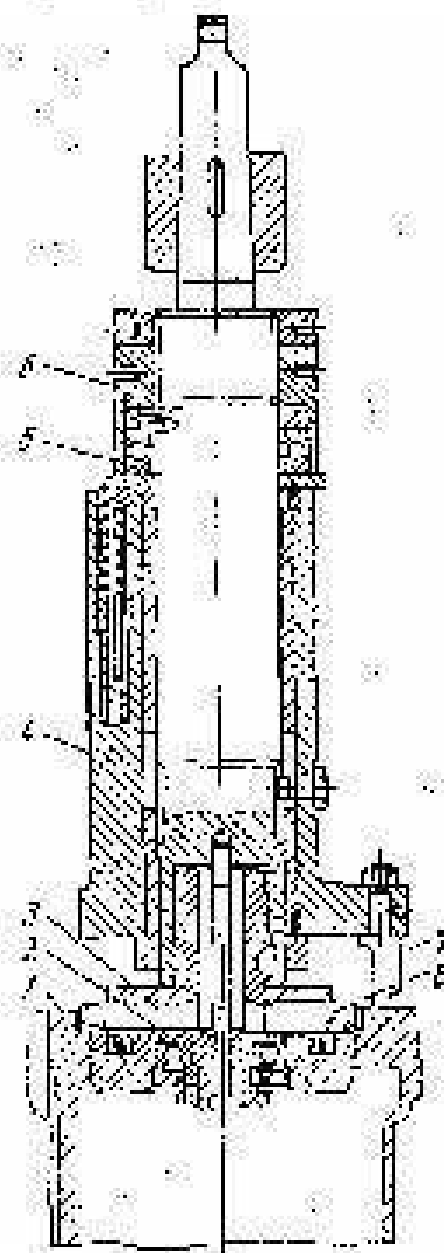
1 — скалка, 2 — прибор для контроля, 3 — контрольная скоба

Рисунок 2.1 - Приспособление для контроля

Разность показаний индикатора при установке прибора в два крайние отверстия под гильзы одного ряда цилиндров покажет величину непараллельности привалочной плоскости к оси расточек коренных опор.

Шлифовка привалочных плоскостей блока приводит к изменению размера глубины выточки под бурт гильзы. Восстановление глубины выточки под номинальный размер $12+0,035$ мм производят протачиванием площадок во всех кольцевых выточках блока. Блоки, не

расточенную поверхность покрывают эпоксидной смолой и в отверстие запрессовывают ремонтную втулку.

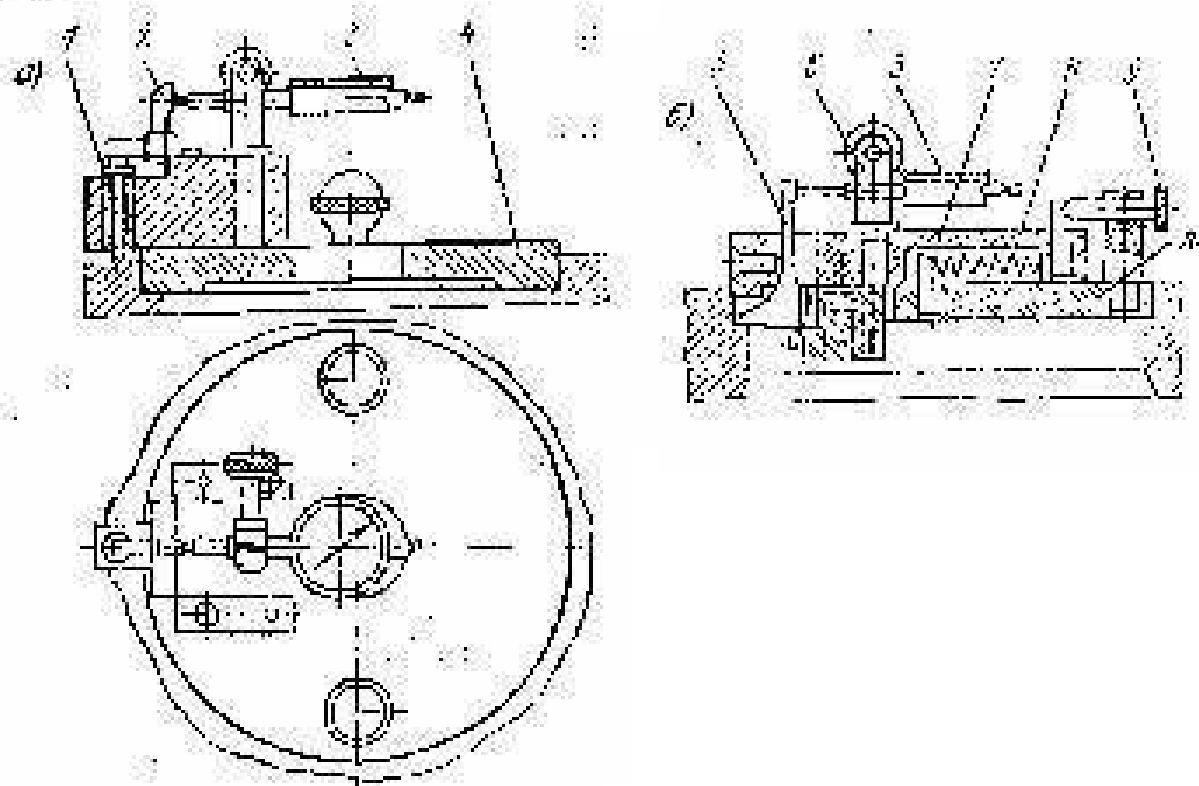


1 — направляющая; 2 — головка; 3, 8 — резцы; 4 — подвижной стержень; 5 — оправка; 6 — регулировочная гайка; 7 — упор

Рисунок 2.2- Приспособление для протачивания кольцевой площадки под бурт гильзы.

Окончательную обработку отверстия во втулке под нижний пояс гильзы производят в сборе с блоком под размер $151^{+0,04}$ мм, шероховатость поверхности Ra при этом должна быть $2,5 \dots 1,25$ мкм. Общая ось отверстий диаметров $153^{+0,04}$ и $151^{+0,04}$ мм должна совпадать с осью отверстий под подшипники коленчатого вала с точностью $0,25$

ММ.



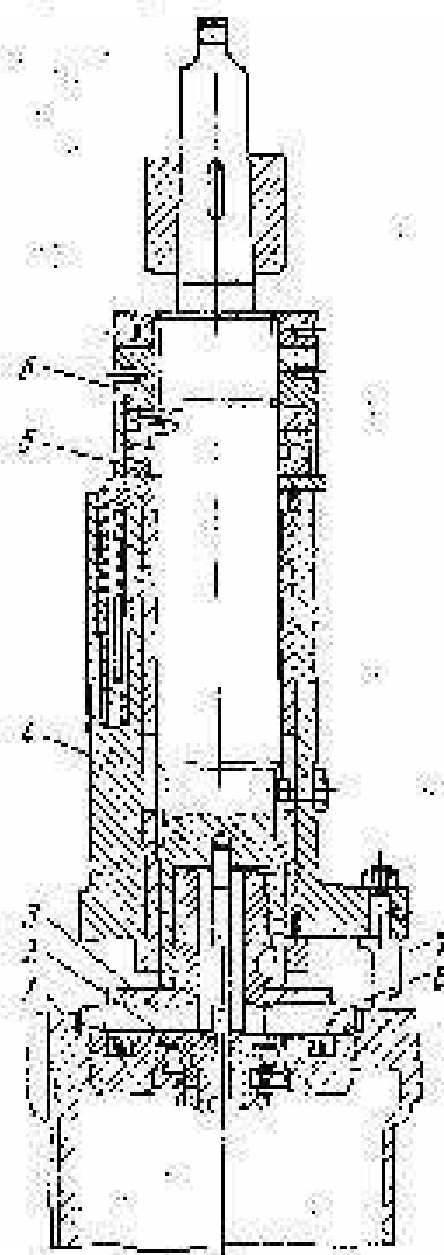
1 — шток, 2 — двушечный рычаг, 3 — индикатор, 4 — плита;
5 — измерительный рычаг, 6 — стойка с индикатором, 7 — подвижная
каретка, 8 — пружина, 9 — винт, 10 — корпус

Рисунок 23- Приспособление для контроля глубины (а) и
плоскости торца (б) выточки под бурт гильзы цилиндра.

Расточку отверстия под ремонтную втулку и обработку отверстия
во втулке после ее запрессовки в отверстие под нижний пояс гильзы
цилиндров производят на горизонтально-расточном станке 2620Д с
помощью приспособления (рис. 24). В резцовую головку 1 при-
способления устанавливаются два резца, один из которых производит
предварительную обработку, а второй — окончательную
(чистовую).

Подшипник 4 приспособления имеет продольный разрез стенки,
наружная поверхность его коническая, что позволяет производить
регулировку величины зазора в подшипнике с помощью
регулирующих гаек.

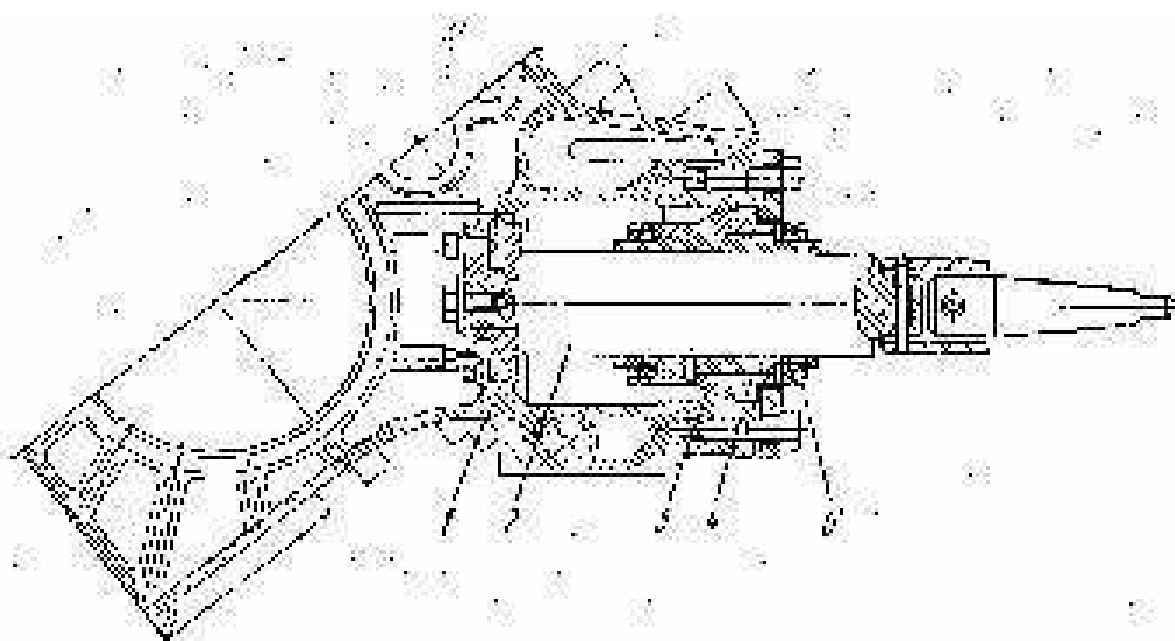
расточенную поверхность покрывают эпоксидной смолой и в отверстие запрессовывают ремонтную втулку.



1 — направляющая; 2 — головка; 3, 8 — резцы; 4 — подвижной стержень; 5 — оправка; 6 — регулировочная гайка; 7 — упор

Рисунок 2.2- Приспособление для протачивания кольцевой площадки под бурт гильзы.

Окончательную обработку отверстия во втулке под нижний пояс гильзы производят в сборе с блоком под размер $151^{+0,04}$ мм, шероховатость поверхности Ra при этом должна быть $2,5 \dots 1,25$ мкм. Общая ось отверстий диаметров $153^{+0,04}$ и $151^{+0,04}$ мм должна совпадать с осью отверстий под подшипники коленчатого вала с точностью 0,25



1 — режцовая головка; 2 — оправка; 3 — корпус; 4 — подшпильки; 5 — регулировочные гайки

Рисунок 2.4- Приспособление для расточки внешнего посадочного пояса в блоке цилиндров

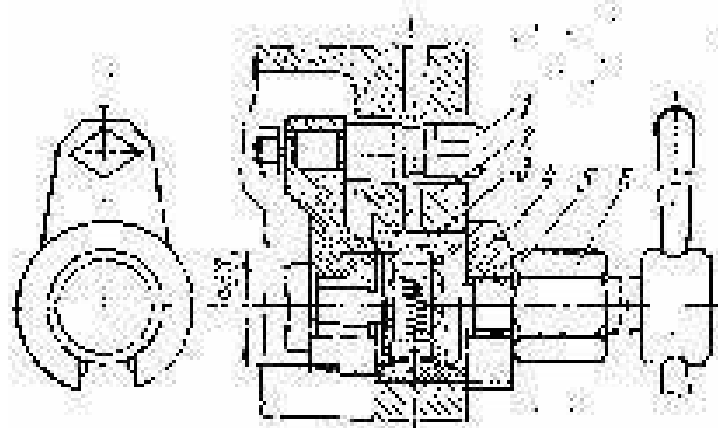
Резцовая головка зафиксирована шпонкой и крепится к оправке болтом. Такая конструкция вызвана тем, что при обработке отверстия диаметром $155^{+0,04}$ мм головку устанавливают на оправку со стороны картера блока. Подачу инструмента при обработке сообщают в сторону плоскости под головки цилиндров. При окончательной обработке отверстия диаметром $151^{+0,04}$ мм подачу инструмента производят от плоскости прилегания головок цилиндров.

При наладке станка приспособление цилиндрической поверхностью корпуса устанавливают в отверстие верхнего пояса под гильзу и крепят болтами к плоскости под головки цилиндров. Шпиндель станка совмещают с осью оправки приспособления и соединяют шарнирным патроном.

Блоки цилиндров с изношенными отверстиями втулок под опорные шейки распределительного вала, величина диаметра которых превышает 54,04 мм, восстанавливают заменой втулок новыми с последующей их обработкой в блоке. Обработку отверстий во втулках

выполняют в два приема: сначала растачивают, а затем развертывают.

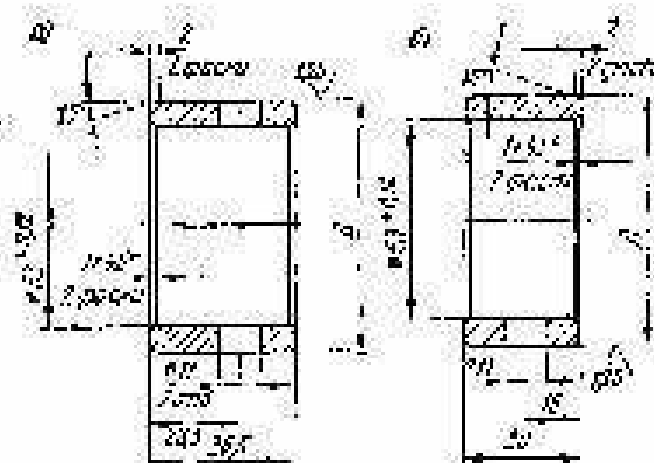
Запрессовку втулок в отверстия блока производят с помощью приспособления, показанного на рис. 2.5. Применение приспособления обеспечивает совпадение отверстий для смазки во втулках с отверстиями в блоке. Отдельные отверстия в блоке под втулки распределительного вала могут иметь задиры, вследствие пропорота втулок. Ремонт этих отверстий производят обработкой под ремонтный размер с установкой втулок с увеличенным наружным диаметром. Ремонтные втулки изготавливаются в соответствии с рис. 2.6. Номинальный диаметр D втулки равен $68+0,1\text{мм}$; ремонтный — $69+0,1\text{мм}$.



1 — палец; 2 — плита; 3 — фиксатор; 4 — шайба; 5 — конт.; 6 — гайка

Рисунок 2.5- Приспособление для запрессовки втулок распределительного вала.

Обработка отверстий под втулки производится их растачиванием до диаметра $69,0+^{0,01}_{-0,01}\text{мм}$. Обработку отверстий втулок под опорные шейки распределительного вала и обработку отверстий диаметром $69,0+^{0,01}_{-0,01}\text{мм}$ под ремонтные втулки распределительного вала производят на горизонтально-расточном станке модели 2620Д.



а — передняя; б — для остальных опор (кроме передней)

Рисунок 2.6- Ремонтная втулка распределительного вала:

Окончательную обработку отверстий во втулках под распределительный вал производят разверткой (рис. 2.7).

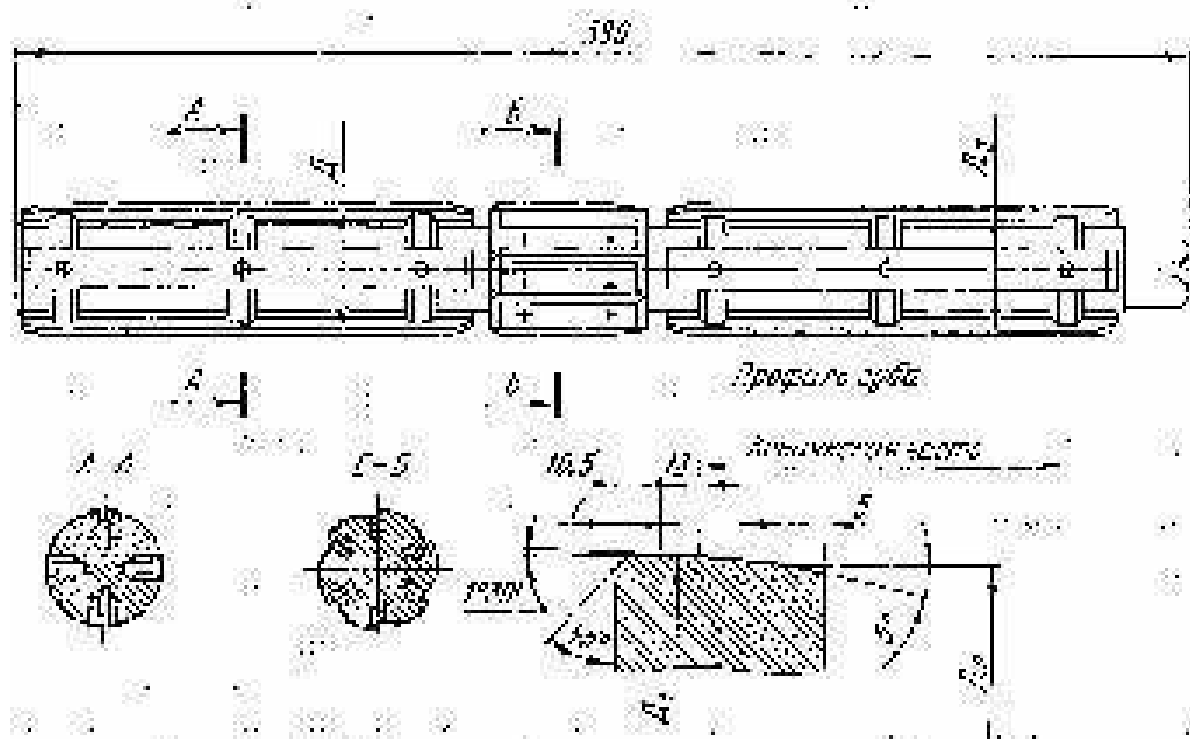


Рисунок 2.7- Развертка для обработки отверстий втулок под шейку распределительного вала

Особенность конструкции разветвки состоит в том, что она имеет направляющие поверхности, благодаря которым обеспечивается соосность всех отверстий под распределительный вал. Расстояние между осями отверстий опор коренных подшипников и втулок рас-

пределительного вала должно быть $215,496 \pm \pm 0,03$ мм. Измерение диаметра опор коренных подшипников производят индикаторным нутромером. Стержень нутромера должен быть такой длины, чтобы можно было производить замер диаметра в средних опорах блока. Рекомендуется применять индикатор с ценой деления 0,001 мм (ГОСТ 9696—61). Сорванную или изношенную резьбу в блоке ремонтируют нарезкой резьбы ремонтного размера или устанавливают ввертыши. Ввертыши устанавливают на нитроокраске или цинковых белилах. Изношенные втулки осей толкателей заменяют новыми.

Отремонтированный блок цилиндров моют в струйной машине, а затем каналы системы смазки в течение 2...3 мин промывают под давлением моющей жидкостью. Состав жидкости (на 1 л воды): сода кальцинированная, нитрит натрия 2...3г; эмульгатор ОП-7 0,1...0,3г.

2.5.2 Выбор рационального способа восстановления

Изношенные постели коренных подшипников можно восстановить обработкой под ремонтный размер или постановкой дополнительной детали (выкладыша).

По техническому критерию для каждого выбранного способа определяем комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (K_d), которое определяется:

$$K_d = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_{\text{н}}, \quad (2.1)$$

где K_1 — коэффициент износостойкости,

K_2 — коэффициент выносливости,

K_3 — коэффициент сцепляемости,

$K_{\text{н}}$ — поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленных деталей в условиях эксплуатации

$$(K_{\text{н}} = 0,8 \dots 0,9).$$

Для электродуговой сварки:

$$K_d = 0,70 \cdot 0,60 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,378$$

Для газовой сварки:

$$K_d = 0,70 * 0,70 * 1 * 0,90 = 0,441.$$

Для метода постановки дополнительной детали:

$$K_d = 0,90 * 0,90 * 1 * 0,90 = 0,729.$$

Согласно техническому критерию и коэффициенту долговечности, наиболее рациональным является метод постановки дополнительной детали (выладыша).

Технико-экономический критерий. Этот критерий связывает себестоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов, показывает взаимосвязь между техническими показателями восстановленной детали и материальными затратами на ее восстановление.

Коэффициенты технико-экономической эффективности K_1 для каждого способа восстановления следующие:

Для метода ремонтных размеров:

$$K_1 = 232 \text{ руб./м}^3.$$

Для метода постановки дополнительной детали:

$$K_1 = 298 \text{ руб./м}^3.$$

Согласно коэффициенту технико-экономической эффективности, метод ремонтных размеров является более предпочтительным.

2.5.3 Расчет режимов обработки норм времени

Операция 035 Расточная

1. Глубина резания определяется по формуле:

$$t = \frac{D - d}{2} ; \text{мм.} \quad (2.2)$$

где D- диаметр отверстия начальный, мм;

d- диаметр отверстия конечный, мм.

$$t_x = \frac{255,5 - 255,08}{2} = 0,21 \text{ мм.}$$

2. Подача

$$S = S_{\text{таб}} K_{\text{с}} \quad (2.1)$$

где $S_{\text{таб}}$ - табличное значение подачи $S = 0,075 \text{ мм/об}$

$K_{\text{с}}$ - коэффициент на подачу

$$K_{\text{с}} = K_1 K_2 K_3 K_4 \quad (2.2)$$

где K_1 - коэффициент учитывающий твердость обрабатываемого материала

$K_1 = 0,9$

K_2 - коэффициент учитывающий вид обработки $K_2 = 0,8$;

K_3 - коэффициент учитывающий наличие СОЖ $K_3 = 1,0$;

K_4 - коэффициент учитывающий материал режущей части $K_4 = 1,0$ твердого сплава.

$$K_{\text{с}} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,72$$

$$\text{Тогда } S = 0,075 \cdot 0,72 = 0,054 \text{ мм/об}$$

Принимаем по характеристике станка $S = 0,05 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания

$$V = V_{\text{таб}} K_{\text{в}} \quad (2.4)$$

где $V_{\text{таб}}$ - табличное значение скорости $V_{\text{таб}} = 126,0 \text{ м/мин}$

$$K_{\text{в}} = K_{\text{в1}} K_{\text{в2}}$$

где $K_{\text{в1}} = 0,9$ для чугуна с HB = 170

$K_{\text{в2}} = 0,8$ для растачивания

$$K_{\text{в}} = 0,9 \cdot 0,8 = 0,72$$

$$V = 126,0 \cdot 0,72 = 90,7 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{расч}}}{\pi \cdot D} \text{, об/мин} \quad (2.5)$$

где, $V_{\text{расч}}$ - окружная скорость вала, мм/об

$$n = \frac{1000 \cdot 90,7}{3,14 \cdot 255,5} = 113 \text{ мин}^{-1}$$

Принимаем по паспорту станка $n_{\text{эф}} = 115 \text{ об/мин}$

Уточняем скорость резания по формуле:

$$V_{\text{кор}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000}, \text{ м/мин},$$

$$V_{\text{кор}} = \frac{3,14 \cdot 255,5 \cdot 115}{1000} = 92,26$$

5. Основное время, затраченное на обработку определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L + L_1 + L_2 + 2}{n \cdot S}, \quad (2.6)$$

где L-длина обрабатываемой поверхности L=55мм; L₁-длина пути врезания L₁=4мм; L₂-длина пути перебега L₂=2мм

$$T_0 = \frac{55 + 4 + 2}{115 \cdot 0,054} = 9,8 \text{ мин}$$

Определяем вспомогательное время:

- время на установку детали в приспособлении с выверкой по индикатору T_{усл} = 1,8 мин;

- время на закрепление T_{закр} = 0,2 мин;

- время связанное с переходом при растачивании T_{пер} = 2,3 мин;

- время на измерение T_{изм} = 0,28 мин.

$$T_a = 1,8 + 0,32 + 2,3 + 0,28 + 10 = 5,7 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$T_{\text{оп}} = 9,8 + 5,7 = 15,5 \text{ мин};$$

Время на организационное и техническое обслуживание при α = 4,5%;

$$T_{\text{обс}} = 0,045 \cdot 15,5 = 0,7 \text{ мин};$$

Время на отдых и личные надобности при β = 4%;

$$T_{\text{од}} = 0,04 \cdot 15,5 = 0,62 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = 15,5 + 0,7 + 0,62 = 16,82 \text{ мин}.$$

2.6 Техника безопасности при слесарных работах

Несоблюдение даже простейших правил предосторожности при выполнении слесарных работ часто приводит к тяжелым последствиям, поэтому слесарь должен соблюдать следующие правила.

1. Перед работой осмотреть все инструменты и убедиться в их исправности и при обнаружении каких-либо дефектов немедленно их устранить или же заменить эти инструменты вполне исправными. Пользование неисправными инструментами представляет опасность не только для работающего ими, но и для окружающих.

2. Пользоваться инструментом, соответствующим по размерам тем деталям, для которых он предназначен.

3. Применять молотки, имеющие выпуклую поверхность бойка, а не косую, или сбитую.

4. Не работать зубилом с косой или сбитой ударной частью. Пользоваться зубилом длиной не менее 150 мм во избежание ударов по руке.

5. Периодически зачищать заусенцы на молотках во избежание ранения лица.

6. Надевать предохранительные очки для предохранения глаз от осколков, а при обрубке и рубке изделий из твердого и крутого металла применять густые сетки в виде щитов и щирм для предупреждения ранения окружающих осколками металла.

7. Не отвлекаться разговорами во время рубки и не смотреть на молоток и затылок зубила, а сосредоточивать свое внимание на лезвии зубила.

8. Прочно закреплять верстак и тиски на нем, так как выполнение работ на расшатанном верстаке и в расшатанных тисках приводит к неточным ударам, ранению рук и более быстрой утомляемости работающего.

9. Не работать напильником и другими инструментами, имеющими заостренные концы, без рукояток во избежание ранения рук.

10. Пользоваться отверткой с лезвием такой толщины, чтобы отвертка могла свободно входить в прорезь головки винта.

11. Применять гаечные ключи со строго параллельными губками, без трещин и забоин. Раздвижные ключи, кроме того, не должны иметь большого зазора в подвижных частях.

12. Работу с электродрелью производить в резиновых перчатках и галошах или на изолированной поверхности (резиновый коврик, сухая деревянная решетка), при этом корпус электродрели должен быть заземлен специальным проводом.

13. При работе на сверлильном станке следует:

а) обрабатываемую деталь укреплять в зажимном приспособлении станка;

б) при сверлении отверстий предварительно накернивать центр и медленно подводить сверло к изделию;

в) перед установкой детали на станок удалять заусенцы, которые могут повредить руки при установке и снятии детали;

г) нельзя очищать сверло руками на ходу станка и нельзя применять тряпки, смоченные эмульсией, для его охлаждения; охлаждающую эмульсию подавать через кран и трубку;

д) при заедании режущего инструмента (сверло, развертка) немедленно выключать станок и не останавливать вращающийся шпиндель рукой;

е) не сдувать стружки из просверленных отверстий во избежание попадания их в глаза;

ж) перед работой на станке застегнуть оба рукава, заправить полы куртки, убрать волосы под головной убор и снять рукавицы.

2.7 Опасность окружающей среды

Для снижения вредного влияния подвижного состава на окружающую среду предлагается внедрить следующие мероприятия:

- своевременная и качественная регулировка системы питания двигателей и выпуска отработавших газов путем внедрения дополнительного диагностического оборудования;

- сливать отработанные жидкости, масла, кислоты в специальные емкости для последующей их утилизации на специальных заводах.

- разработка очистных сооружений на посту мойки автомобилей, дающих высокую степень очистки воды, что позволит направить ее вновь на мойку,

- произвести озеленение территории предприятия.

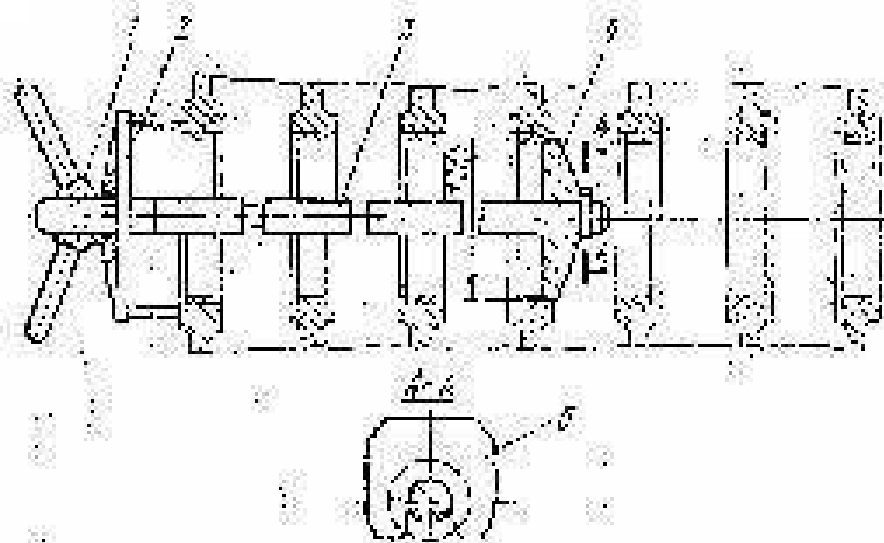
Соблюдение санитарных норм устраняет перечисленные неблагоприятные явления и способствует повышению производительности труда на 5-6%.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Обор приспособлений для разборки-сборки двигателя и обоснование предлагаемого устройства

Блок-картер отнесен к типу туннельных потому, что опоры в поперечных перегородках выполнены цельными, в расточки нижних опор запрессованы наружные кольца роликовых подшипников, и коленчатый вал устанавливают в блок-картер последовательно, минуя одну опору за другой, т.е. как бы продвигаясь по туннелю.

При ремонте блока-цилиндров вынимают из коренных опор коленчатого вала наружные кольца роликовых подшипников. Извлечение колец производится с помощью съемника (рис. 1.1).



1 — гайка с рукоятками, 2 — планка с упорными пальцами, 3 — винт специальный, 4 — планка съемная, 5 — фиксатор

Рисунок 1.1 - Приспособление для удаления наружных колец коренных подшипников из блока цилиндров.

Винт 3 съемника вводится в расточки блока, на его конец устанавливается съемная планка 4 с фиксатором 5, а планка 2 своими

					ВКР 23.03.03.052.17.00.00		
Изм.	Лист	ИР ДИ.ИМ.	Вид	Дата			
Разраб	Шогутов Д.А.				Устройство для разборки-сборки двигателя	Лист	Лист
Провер	Шогутов Д.А.					1	14
И. Констр	Исходный					Казанский ГАУ им. Г.Т.	
Утвержд	А.И.Зинин						

уторным пальцем прижимается к крайней перегородке картерной части блока цилиндров. Вращая гайку 1 за рукоятку, извлекают кольцо из блока.

Последнее из указанных устройств имеет винтовой тип прижима, что вызывает дополнительные затраты времени. Левая часть устройства представляет по сути винтовой съемник требующий прилагать значительные усилия на рукоятке.

Для устранения указанных выше недостатков нами разработано устройство для запрессовки-выпрессовки колец подшипников блока цилиндров.

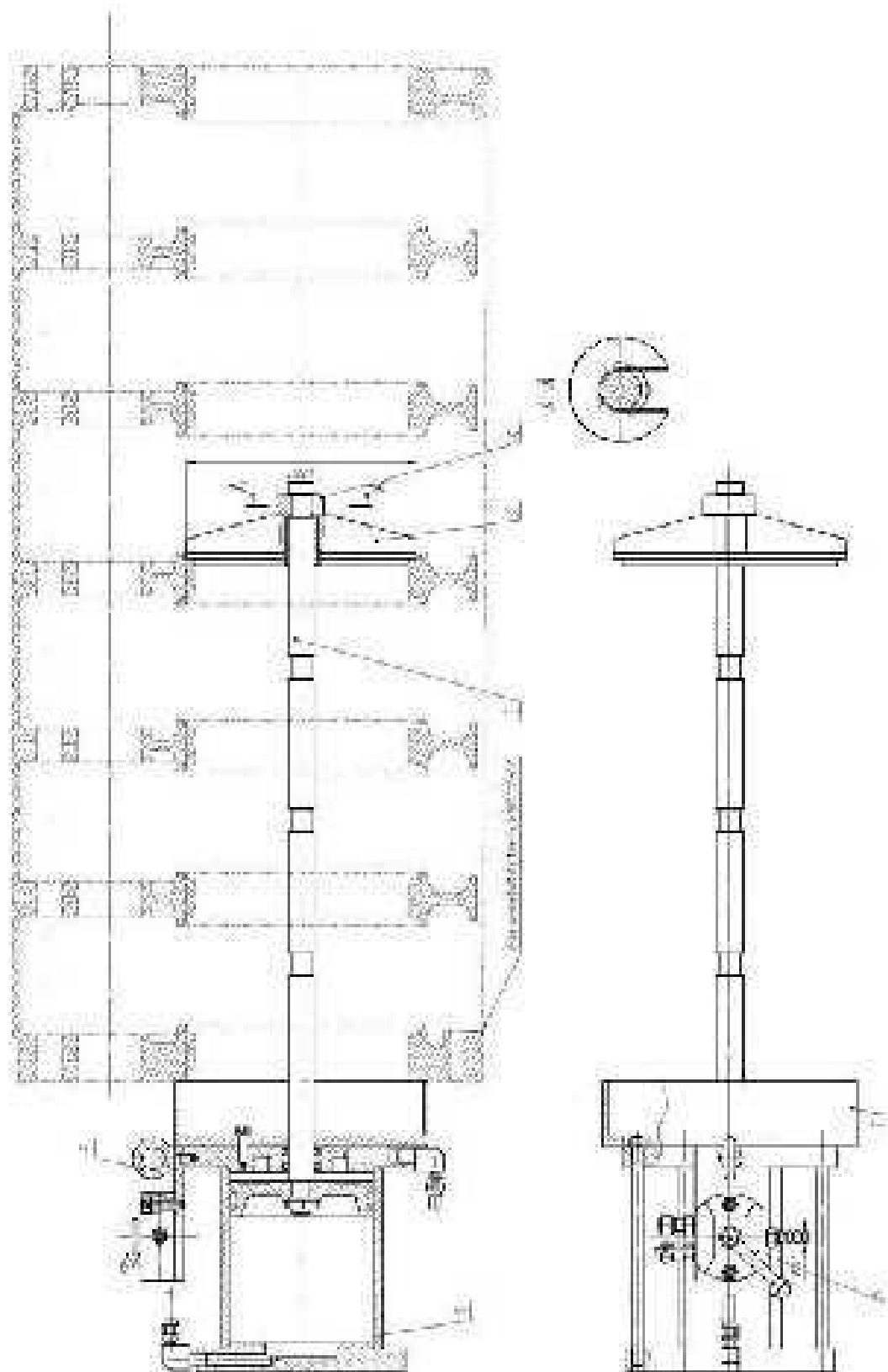
3.2 Устройство приспособления

Предлагаемое приспособление для выпрессовки колец подшипников коленчатого вала ЯМЗ-240Б состоит из сварного корпуса 1, на котором закреплен пневмоцилиндр 5. Сварной корпус играет роль упора который опирается на торец блока-цилиндров.

На шток пневмоцилиндра 3 устанавливается сварной упор 2. на штоке имеется несколько выточек для установки в них разрезной шайбы 4. Для управления приспособлением на одной из крышек пневмоцилиндра имеется кран управления.

На одной из крышек пневмоцилиндра установлен рым-болт для подвешивания на крюке крана.

					ВКР.23.03.03.052.17.00.00	Лист
Иск.	Лист	Исполн.	Подпись	Дата		



1- корпус, 2-упор, 3- шток, 4 - разрезная шайба, 5 - пневмоцилиндр, 6 - пневмоцилиндр, 7 - болт
Рисунок 3.2- устройство для испытаний подпильных

Имя	Лист	И-рисунок	Подпись	Дата
-----	------	-----------	---------	------

ВКР.23.03.03.05217.00.00

Лист

3.3 Принцип работы приспособления

Предлагаемое приспособление работает следующим образом.

Приспособление подвешивается на грузоподъемном устройстве за рым-болт и перемещается к месту расположения разбираемого блока цилиндров. Шток вводится в отверстие коренных опор и с другой стороны на шток одевается упор, который устанавливают на демонтируемое кольцо подшипника. Затем на шток устанавливают фиксатор в виде разрезной шайбы.

Затем поворотом рукоятки пневмоцилиндра осуществляется подача сжатого воздуха из пневмосети цеха в рабочую полость пневмоцилиндра. Это обуславливает перемещение поршня со штоком и кольцо подшипника сжимается.

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:

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

где Δd – разность диаметров охватывающей и охватываемой деталей, мм;
 $R_{\text{дн}}, R_{\text{дп}}$ – высота микронеровностей охватывающей и охватываемой деталей, мм;

$$\delta = 24 - 1,2 \cdot (0,32 + 0,16) = 24,576 \text{ мм}$$

Усилие выпрессовки определяется по формуле:

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

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 $f = 0,08 \dots 0,1$); d – номинальный диаметр соединения, мм; L – длина соединяемых поверхностей, мм; p – давление на поверхности контакта, МПа.

					ВКР.23.03.03.052.17.00.00	Лист
Виз.	Лист	И-проект	Подпись	Дата		

$$p = \frac{\delta \cdot 10^{-3}}{d \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (3.3)$$

Здесь

где δ — натяг в соединении, мм; C_1 и C_2 — коэффициенты жесткости; E_1, E_2 — модули упругости, МПа (для стали $E=2,1 \cdot 10^5$, для алюминия $E=10^5$).

$$C_1 = [1 + (d_1/d)^2] / [1 - (d_1/d)^2] - \mu_1, \quad (3.4)$$

$$C_2 = [1 + (d/d_2)^2] / [1 - (d/d_2)^2] + \mu_2 \quad (3.5)$$

где d_1 — диаметр отверстия вала; d_2 — наружный диаметр напрессовываемой детали (втулки); μ_1 и μ_2 — коэффициенты Пуассона материалов вала и кольца (для стали $\mu_1=0,3$, для алюминия $\mu_2=0,35$).

$$C_1 = [1 + (238/255)^2] / [1 - (238/255)^2] - 0,3 = 14,08,$$

$$C_2 = [1 + (290/255)^2] / [1 - (290/255)^2] - 0,35 = 15,24.$$

Тогда давление на поверхности контакта будет равно

$$p = \frac{24,576 \cdot 10^{-3}}{255 \left(\frac{14,08}{21000} + \frac{15,24}{21000} \right)} = 4,9 \text{ МПа}.$$

Следовательно, усилие выпрессовки

$$P = 1,15 \cdot 0,08 \cdot 3,14 \cdot 255 \cdot 55 \cdot 4,9 = 18800 \text{ Н}.$$

3.4.2 Определение основных геометрических параметров пневмоцилиндра

Основными геометрическими параметрами пневмоцилиндра являются диаметр цилиндра и ход поршня.

Ход поршня выбирается с учетом основных геометрических параметров изделий, на которых проводятся выпрессовочные работы.

Диаметр пневмоцилиндра рассчитывается по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{F_{г.д} + 4}{P_{ком} + \pi}}, \quad (3.6)$$

где P — из формулы (3.2), Н;

$P_{ком}$ — давление создаваемое компрессором из исходных данных, МПа;

$$D = \sqrt{\frac{18830 * 4}{0,6 * 3,14}} = 199 \text{ мм}$$

Из ряда стандартных диаметров цилиндров выбираем ближайший наибольший диаметр цилиндра $D = 200 \text{ мм}$.

3.4.3. Определение фактического усилия создаваемого пневмоцилиндром

Определим фактическое усилие создаваемое пневмоцилиндром:

$$P_{\text{ф}} = \frac{\pi * D^4}{4} * P_{\text{исл}}, \quad (3.7)$$

где D – принятый стандартный диаметр цилиндра, мм;

$$P_{\text{ф}} = \frac{3,14 * 200^4}{4} * 0,6 = 18840 \text{ Н.}$$

Как видно, фактическое усилие создаваемое пневмоцилиндром превосходит требуемое.

3.5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОНСТРУКЦИИ

3.5.1 Расчет массы конструкции

Масса приспособления определяется по формуле:

$$G = (G_1 + G_2) * k, \text{ кг} \quad (3.8)$$

где G_1 – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_2 – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

k – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов (для расчетов применяются $k = 1,05 \div 1,15$).

Масса готовых (покупных) деталей $G_2 = 0,75 \text{ кг}$.

$$G = (19,2 + 0,6) * 1,05 = 19,2 \text{ кг.}$$

Стоимость конструкции определяется по формуле:

$$C_{\text{кп}} = \frac{C_{\text{сб}} * G_1}{G_2}, \quad (3.9)$$

где $C_{\text{сб}}$ – стоимость существующей конструкции, руб.;

$G_2 = G_1$ – масса существующей конструкции и проектируемой конструкции, ($G_2 = 17$) кг.;

					ВКР.23.03.03.052.17.00.00	Лист
Иск.	Лист	И-докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{н}} = \frac{5324 \cdot 29,2}{19,2} = 7692 \text{ руб.} \quad (3.10)$$

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета показателей

Наименование	Варианты	
	исходный	проектируемый
Масса конструкции, кг	19,2	29,2
Балансовая стоимость, руб.	5324	7692
Потребляемая (установленная) мощность, кВт	0	0
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	2	2
Тарифная ставка, руб./чел.-ч	100	100
Норма амортизации, %	19,8	19,8
Норма затрат на ремонт и ТО, %	4	4
Годовая загрузка конструкции, час.	500	500
Время цикла, мин.	2	1,5
Количество одновременно обраб. деталей, шт	1	1

3.5.2 Расчет показателей эффективности конструкции

Время процесса выпрессовки колец на проектируемом приспособлении составляет 1,5 мин и использованной существующей установки 2 мин.

Часовая производительность машины на стационарных работах периодического действия определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot n}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.11)$$

где n – количество обрабатываемых деталей за один рабочий цикл, ед.;

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

$$W_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 1}{2} = 30 \text{ ед./час.}$$

$$W_{\text{д}} = \frac{60 \cdot 1}{1,5} = 40 \text{ ед./час.}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_{\text{м}} = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{св}}}, \quad (3.12)$$

где $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка устройства, ч.

					ВКР.23.03.03.05217.00.00	Лист
Век	Лист	И-докум	Подпись	Дата		

$T_{\text{ам}}$ – срок службы устройства, лет.

$$M_{\text{в}} = \frac{19,2}{30 \cdot 500 \cdot 5} = 0,0038 \text{ кг/ед.};$$

$$M_{\text{д}} = \frac{29,2}{40 \cdot 500 \cdot 5} = 0,0078 \text{ кг/ед.}$$

Срок службы устройства определяется по формуле:

$$T_{\text{ам}} = \frac{100}{a_{\text{ам}}}, \quad (3.13)$$

где $a_{\text{ам}}$ – норма амортизации, %.

$$T_{\text{ам}} = \frac{100}{19,8} = 5 \text{ лет.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$F_{\text{с}} = \frac{C_{\text{с}}}{W_{\text{с}} \cdot T_{\text{тех}}}, \quad (5.7)$$

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{N_{\text{с}}}{W_{\text{с}}}, \quad (3.14)$$

где $N_{\text{с}}$ – потребляемая устройством мощность, кВт.

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

$$S = C_{\text{зм}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рем}} + A, \quad (3.15)$$

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

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

$C_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание устройства, руб./ед.;

A – амортизационные отчисления по станку, руб./ед.

Затраты на оплату труда вычисляются по формуле:

$$C_{\text{зм}} = z \cdot T_{\text{с}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.16)$$

где z – тарифная ставка, руб./чел. ч.,

$T_{\text{с}}$ – трудоемкость процесса, чел. ч.

					ВКР.23.03.03.052.17.00.00	Лист
Имя	Лист	Имя	Подпись	Дата		

$$C_{\text{изб}} = 100 \cdot 0,0333 = 3,33 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{изл}} = 100 \cdot 0,025 = 2,5 \text{ руб./ед.};$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_{\text{с}} = \frac{n_{\text{р}}}{W_{\text{с}}}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.17)$$

где $n_{\text{р}}$ – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{\text{сб}} = \frac{1}{30} = 0,0333 \text{ чел.} \cdot \text{ч/ед.}$$

$$T_{\text{сл}} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ чел.} \cdot \text{ч/ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание устройства определяются по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{с}} \cdot H_{\text{рем}}}{100 \cdot W_{\text{с}} \cdot T_{\text{рем}}}, \quad (3.18)$$

$$C_{\text{ремб}} = \frac{5324 \cdot 4}{100 \cdot 30 \cdot 500} = 0,014 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{ремс}} = \frac{7693 \cdot 4}{100 \cdot 40 \cdot 500} = 0,015 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле:

$$C_{\text{э}} = Ц_{\text{э}} \cdot Э_{\text{с}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.19)$$

где $Ц_{\text{э}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч

Амортизационные отчисления по стенду определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{с}} \cdot a_{\text{ам}}}{100 \cdot W_{\text{с}} \cdot T_{\text{ам}}}, \quad (3.20)$$

$$A_{\text{б}} = \frac{5324 \cdot 19,8}{100 \cdot 30 \cdot 500} = 0,07 \text{ руб./ед.};$$

$$A_{\text{с}} = \frac{7693 \cdot 19,8}{100 \cdot 40 \cdot 500} = 0,076 \text{ руб./ед.}$$

					ВКР.23.03.03.05217.00.00	Лист
Имя	Фамилия	И.о.фамилия	Подпись	Дата		

$$C_{\text{изб}} = 100 \cdot 0,0333 = 3,33 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{изл}} = 100 \cdot 0,025 = 2,5 \text{ руб./ед.};$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_{\text{с}} = \frac{n_{\text{р}}}{W_{\text{с}}}, \text{ чел.} \cdot \text{ч.} \quad (3.17)$$

где $n_{\text{р}}$ – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{\text{сб}} = \frac{1}{30} = 0,0333 \text{ чел.} \cdot \text{ч/ед.}$$

$$T_{\text{сл}} = \frac{1}{40} = 0,025 \text{ чел.} \cdot \text{ч/ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание устройства определяются по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{с}} \cdot H_{\text{рем}}}{100 \cdot W_{\text{с}} \cdot T_{\text{рем}}}, \quad (3.18)$$

$$C_{\text{ремб}} = \frac{5324 \cdot 4}{100 \cdot 30 \cdot 500} = 0,014 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{\text{ремл}} = \frac{7693 \cdot 4}{100 \cdot 40 \cdot 500} = 0,015 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле:

$$C_{\text{э}} = Ц_{\text{э}} \cdot Э_{\text{с}}, \text{ руб./ед.} \quad (3.19)$$

где $Ц_{\text{э}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч

Амортизационные отчисления по стенду определяется по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{с}} \cdot a_{\text{ам}}}{100 \cdot W_{\text{с}} \cdot T_{\text{ам}}}, \quad (3.20)$$

$$A_{\text{б}} = \frac{5324 \cdot 19,8}{100 \cdot 30 \cdot 500} = 0,07 \text{ руб./ед.};$$

$$A_{\text{л}} = \frac{7693 \cdot 19,8}{100 \cdot 40 \cdot 500} = 0,076 \text{ руб./ед.}$$

					ВКР.23.03.03.05217.00.00	Лист
Иск.	Лист	И-докум.	Подпись	Дата		

$$E_{\text{эф}} = \frac{16525,45}{7692} = 2,15$$

Результаты расчета технико-экономической эффективности конструкции сведены в таблицу 3.2.

					ВКР.23.03.03.052.17.00.00	Лист
Изм.	Лист	И-докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Наименование показателей	Варианты		Проект. в % к базовому
	исходный (базовый)	проекти- руемый	
Часовая производительность, ед./ч	30	40	133,33
Фондоемкость процесса, руб./ед.	0,355	0,385	108,36
Энергоемкость процесса, кВт/ед.	-	-	-
Металлоемкость процесса, кг/ед.	0,0038	0,0078	202,778
Трудоемкость процесса, чел.-ч	0,0333	0,0250	75
Затраты на оплату труда, руб./ед.	3,333	2,500	75
Затраты на электроэнергию, руб./ед.	-	-	-
Затраты на ремонт и ТО, руб./ед.	0,014	0,015	108,36
Амортизационные отчисления, руб./ед.	0,070	0,076	108,36
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	3,418	2,592	75,82
Уровень приведенных затрат, руб./ед.	3,471	2,649	76,32
Годовая экономия, руб.	-	16525,45	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	16122,89	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	0,47	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	2,15	-

Как видно из расчетов наше приспособление является экономически эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан технологического процесса восстановления блока цилиндров с разработкой устройства для разборки-сборки двигателя ЯМЗ-240Б трактора К-701.

Внедрение устройства для разборки-сборки двигателя ЯМЗ-240Б позволит уменьшить уровень эксплуатационных затрат при ремонте двигателя. Годовая экономия от применения данного приспособления составит 16525 руб. при сроке окупаемости 0,47 года.

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

13. Текущий ремонт колесных тракторов / Ю. М. Копылов. - М.: Росаг-репромиздат, 1988. - 287 с.
14. Чернышанов В. И. Организация и технология восстановления деталей машин. - М.: ГОСНИТИ, 2003. - 488 с.
15. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пихомова В. М., Вунгулова Е. К., Прокоренко Н. Б., Домнина А. И. - Казань: КТ СХА, 2005. - 34 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов, Н.Р. Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Технология ремонта машин» / Адигамов Н.Р. Кочедамов А.В., Гиоматдинов 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. Выпускная квалификационная работа / под ред. К. А. Хафизова. – Казань: КГАУ, 2014. – 316 с.
4. 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).
5. Иванов М.Н. Детали машин: Учеб. для студентов вузов/ Под ред. В.А. Финюгенова. 6-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.: ил.
6. 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).
7. 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.
8. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 288 с., ил.
9. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ / Г.Г. Булгарев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань.: КГАУ, 2009. - 16 с.
10. Надежность и ремонт машин. В.В. Курчаткина, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др., Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2000. – 776 с.: ил.
11. Ремонт двигателей ЯМЗ-240, ЯМЗ-240Н, ЯМЗ-240Б / В.Д. Аршинов, В.К. Зорин, Г.И. Соколов. – М.: Транспорт, 1978. - 310с.
12. Стресс-оценка по состоянию деталей / Е.Л. Волосник. – М.: Колос, 2009. - 351 с.