

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (сельское хозяйство)

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: «ПРОЕКТ УЧАСТКА ТО И РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ КАНТОВАТЕЛЯ»

Шифр: ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.ПЗ

Студент группы 3451с Костин И.П.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель Нурмиев А.А.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 6 от 12 февраля 2018 г.)

Зав. кафедрой профессор, д.т.н. Хафизов К.А.  
ученое звание подпись Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление: 23.03.03– Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (сельское хозяйство)

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Хафизов К.А./  
«10» декабря 2017 г.

**ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу**

Студенту: Костину И.П

Тема ВКР: ПРОЕКТ УЧАСТКА ТО И РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ КАНТОВАТЕЛЯ

утверждена приказом по вузу от « 12 » января 2018 г. № 12

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР: 05.02.2018

2. Исходные данные Материалы, собранные в период преддипломной практики, научно-техническая литература по исследуемым вопросам

3. Перечень подлежащих разработке вопросов \_\_\_\_\_

1. Аналитическая часть, 2. Технологическая часть: рассчитать участок ТО и ремонта двигателей, 3. Конструкторская часть: спроектировать кантователь для разборки и сборки двигателей, безопасность жизнедеятельности и охрана природы, экономическое обоснование.

4. Перечень графических материалов \_\_\_\_\_  
1. Планировка участка ТО и ремонта двигателей, 2. Обзор существующих конструкций кантователей; 3 Сборочный чертеж кантователя; 4,5. Деталировка; 6. Экономическое обоснование
- 
- 
- 
- 
- 
- 

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

6. Дата выдачи задания 10.12.2017

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	06.01.2018	
2.	Разработка технологической и конструкторской части	28.01.2018	
3	Оформление ПЗ	04.02.2018	

Студент \_\_\_\_\_ ( Костин И.П. )

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ ( Нурмиев А.А. )

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Костина И.П. «Проект участка то и ремонта двигателей с разработкой конструкции кантователя».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записи на 65 страницах машинописного текста и графической части на 6 листах. Записка состоит из введения, 5 разделов, вывода и включает 7 рисунков и 8 таблиц. Список используемой литературы содержит 16 наименований.

В первом разделе рассмотрены вопросы технического обслуживания автомобилей.

В втором разделе приведен расчет пункта технического обслуживания и ремонта двигателей.

В третьем разделе приведен анализ существующих конструкций, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе рассмотрены требования охраны труда и безопасность жизнедеятельности в условиях эксплуатации техники с данной конструкцией и охрана окружающей среды.

В пятом разделе проведены расчеты по экономическому обоснованию разрабатываемой конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы и спецификации.

## ABSTRACT

To the final qualifying work Kostin I.P. «Project site maintenance and repair of engines with the development of the design of the turntable.»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 65 pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets. The note consists of an introduction, 5 sections, a conclusion and includes 7 figures and 8 tables. The list of references contains 16 items.

In the first section the questions of maintenance of cars are considered.

The second section contains the calculation of the point of maintenance and repair of engines.

The third section provides an analysis of existing structures, a description of the design, carried out structural calculations.

In the fourth section the requirements of labor protection and safety of vital activity in the conditions of operation of equipment with this design and environmental protection are considered.

In the fifth section the calculations for the economic justification of the developed designs.

The explanatory note also contains the conclusion, references and specifications.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	8
<b>1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	10
<b>2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	29
2.1 Выбор исходных данных.....	29
2.2 Разработка графика согласования ремонтных операций.....	29
2.3. Расчет производственных рабочих, инженерно-технического и другого персонала.....	30
2.4. Расчет подбора оборудования.....	32
2.5. Расчет площадей участка ремонта двигателей.....	35
<b>3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	40
3.1 Анализ существующих конструкций .....	40
3.2 Назначение стенда .....	43
3.3 Устройство и принцип работы .....	43
3.4 Выбор двигателя .....	43
3.5 Параметры проектируемого стенда.....	44
3.6 Кинематический расчет привода .....	45
3.7 Расчет на прочность вала шпинделья.....	48
3.8 Расчет шпоночного соединения .....	49
3.9 Выбор подшипников .....	50
<b>4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>	51
4.1 Техника безопасности на ремонтно-монтажном участке.....	51
4.2 Мероприятия по охране окружающей среды .....	54
<b>5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.....</b>	56
5.1 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	56

<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>61</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>63</b>
<b>СПЕЦИФИКАЦИЯ.....</b>	<b>65</b>

## ВВЕДЕНИЕ

За последние 10 лет парк автомобилей в стране более чем удвоился и составил свыше 25 млн. единиц. Согласно имеющимся оценкам в настоящее время до 40% транспортной подвижности городского населения обеспечивается личными автомобилями.

Важнейшей особенностью массовой автомобилизации страны является значительный рост личных легковых автомобилей. Если десять лет назад на тысячу российских жителей приходилось около 70 легковых автомобилей, то в настоящее время их насчитывается 230-250 легковых автомобилей. При этом общее число личных автомобилей в 2008 г. в стране достигло 25 млн. единиц, а их доля в автомобильном парке - около 85%. Дорожная инфраструктура организационно и экономически разобщена с большинством ее пользователей. При этом развитие дорожной сети, качество автомобильных дорог и услуги по техническому обслуживанию транспорта не соответствуют уровню автомобилизации. В результате возникает и обостряется ряд проблем, к числу которых следует отнести: - затруднения, связанные с организацией городской среды в связи с растущей потребностью в автомобильных проездах и стоянках; - растущее негативное влияние на окружающую среду из-за вредных выбросов и шума от автотранспорта; - создание в крупных городах и на подходах к ним значительных помех в дорожном движении; - сложности утилизации брошенных автомобилей и их частей, в частности, автомобильных шин, аккумуляторов, масел и других компонентов; - значительное увеличение дорожно-транспортных происшествий, основную часть участников которых составляют владельцы личных автомобилей; - разнохарактерные поломки и неисправности узлов автомобиля в виду неправильной эксплуатации, либо по причине неудовлетворительного состояния дорожного покрытия.

Чтобы разрешить часть этих проблем и улучшить общее состояние автомобильного парка населения необходимо повысить количество предприятий, специализирующихся на оказании услуг автотранспорту. Каждый

современный автомобиль по своей сути это сложный агрегат, и чтобы этот механизм работал стабильно и без перебоев, необходима своевременная диагностика и правильная регулировка всех узлов и систем. По большей части, сам автолюбитель не может произвести своевременное правильное обслуживание (не говоря уже о ремонте) своей машины, возникает вопрос – где это можно сделать максимально профессионально, с минимальными финансовыми затратами. Как следствие, требуются все больше ремонтных предприятий и станций технического обслуживания.

Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания синтезирует большой и разнохарактерный круг организационно-технологических и экономических вопросов. Изучение этих вопросов помогает молодому инженеру-механику достаточно емко представить и освоить почти все вопросы, которые он должен решить в своей практической деятельности в автотранспортном комплексе.

## 1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Двигатель тракторов и автомобилей наиболее быстро изнашиваемый и наименее надежный и долговечный агрегат среди всех остальных. В процессе эксплуатации тракторов и автомобилей за двигателями ведется постоянный контроль, тщательное обслуживание, словом, уделяется им максимум внимания, и все же первыми из всех агрегатов они выходят из строя. В процессе эксплуатации в различных системах двигателя происходят сложные физико-химические процессы который могут привести значительным износам. Это объясняется тем, что детали двигателя подвержены активному химическому и механическому воздействию и нагружены значительными усилиями.

В большинстве случаев сроком службы двигателей определяется межремонтный срок работы тракторов и автомобилей. В свою очередь, срок службы двигателей обусловливается долговечностью его ответственных деталей. В большинстве случаев сроком службы двигателей определяется межремонтный срок работы тракторов и автомобилей. В свою очередь, срок службы двигателей обусловливается долговечностью его ответственных деталей.

В двигателях наиболее быстро изнашиваются поршневые кольца, поршни, цилиндры, клапаны, коленчатый вал, шатунные и коренные подшипники коленчатого вала. Обычно срок службы автотракторных двигателей определяется износом поршневых колец, канавок поршней, цилиндров, подшипников и шеек коленчатого вала, а также неплотностью прилегания клапанов к гнездам. Появление этих неисправностей приводит к необходимости разборки двигателя с последующим сложным ремонтом. Неисправности и дефекты остальных узлов и деталей, несомненно, влияют также на техническое состояние двигателя в целом, но их ремонт не вызывает необходимости полной разборки двигателя, и эти дефекты могут быть устранены путем замены неисправных узлов и деталей новыми или отремонтированными.

На износ поршневых колец, канавок поршня, цилиндров, шеек коленчатого вала, клапанов и других деталей оказывают влияние многие факторы. Некоторые из них, например температура, при благоприятных обстоятельствах оказывают умеренное влияние и, наоборот, при неблагоприятных обстоятельствах ускоряют изнашивание деталей в несколько раз.

В результате проведенных испытаний тракторов установлено, что темп изнашивания многих деталей не находится в прямой зависимости от наработки машин, а обусловливается в большей степени конкретными условиями работы. В частности, разброс интенсивности изнашивания одноименных деталей в масштабе страны характеризуется коэффициентом вариации 0,625.

Скорость изнашивания деталей непрерывно меняется в зависимости от того, с какой активностью действуют в данный отрезок времени на изнашивание такие факторы, как пыле засоренность воздуха, число запусков и их длительность, температура окружающего воздуха, неравномерность нагружочного и температурного режимов и т. п.

#### Восстановление блока цилиндров двигателя.

Износ блока цилиндров. Блоки цилиндров могут иметь следующие дефекты: износ отверстий под втулки толкательей, втулки распределительного вала, палец промежуточной шестерни и установочные штифты; износ резьбовых отверстий, коробление, износ или нарушение соосности гнезд под вкладыши коренных подшипников; облом кромки гнезда под уплотнительное кольцо гильзы; трещины в стенках водяной рубашки, ребрах жесткости и картере.

Восстановление блока. Все перечисленные износы и дефекты могут быть устранены. Изношенные отверстия под втулки толкателья, втулки распределительного вала и палец промежуточной шестерни растачивают, запрессовывают в них втулки и развертывают эти втулки до нормальных размеров. После расточки в эти отверстия могут быть поставлены детали ремонтного размера, увеличенные по наружному диаметру.

Втулки можно запрессовывать с применением клеев на основе эпоксидных смол. В этом случае при посадке втулки может быть допущен несколько меньший натяг.

Гнезда под втулки и втулки после запрессовки в блок растачивают при помощи приспособления, обеспечивающего сохранение расстояний между осями отверстий под вкладыши коренных подшипников, втулок распределительного вала и пальца промежуточной шестерни.

Отверстия под установочные штифты восстанавливают в таком порядке. Блок поворачивают задним торцом вверх, на нем крепят специальный кондуктор, фиксируемый по отверстию под втулку распределительного вала и гнезду коренного подшипника коленчатого вала. После закрепления кондуктора изношенные отверстия рассверливают и развертывают. В увеличенные отверстия запрессовывают ступенчатые закаленные штифты, изготовленные из стали 45.

Покоробленные плоскости блока цилиндров. При короблении плоскости более 0,1 мм шлифуют на плоскошлифовальном или радиально-сверлильном станке, применяя специальное приспособление. При нарушении соосности постелей в блоке под вкладыши коренных подшипников вследствие износа и деформации крышек и поверхностей постелей опорные поверхности крышек шлифуют на плоскошлифовальном станке, уменьшая высоту на 0,3 мм. После этого крышки устанавливают на место, затягивают гайками и растачивают на специальном или продольно-расточном станке до нормального размера отверстия. Чтобы получить чистую поверхность, соответствующую 8-му классу, подача резца должна быть минимальной. После расточки поверхности гнезд должны быть гладкими, строго цилиндрическими и соосными. Относительное смещение двух смежных гнезд должно быть не более 0,03 мм, а относительное смещение всех гнезд — не более 0,05 мм. Соосность проверяют специальной скалкой с индикаторами.

Поврежденные места под резиновое уплотнительное кольцо в блоке восстанавливают следующим образом. Неровности изломанного места

зачишают и снимают фаску. Изготавливают из стали марки Ст. 3 кольцо и вырезают из него кусок по размерам подготовленной части гнезда. Вкладывают в канавку под резиновое кольцо специальный медный сегмент и прижимают к канавке винтом. Приваривают кусок кольца к подготовленному месту по всей длине, после чего вынимают медную вставку из канавки и зачишают шов. Если длина отломанной части больше  $1/3$  окружности посадочного места, новую часть приваривают способом «вразброс». Допускается приварка биметаллическими электродами.

Трещины в блоках цилиндров обычно заваривают электродами ЦЧ-4 или проволокой Св-08. На наружной поверхности водяной рубашки трещины можно заделывать заплатами, приклеивая их kleem БФ-2 или kleями на основе эпоксидных смол (рис.1).

Контроль. Блок цилиндров — основная базовая деталь, на которой в строго определенном положении (координации) монтируют все узлы и механизмы двигателя. Жесткость и прочность блока цилиндров обусловливает нормальное взаимодействие деталей и узлов двигателя. Поэтому после ремонта необходимо проверять коробление и износ опорных и установочных (базисных) поверхностей блока на поверочной плите при помощи индикаторных приспособлений и щупа. Ось постелей под коренные подшипники должна быть параллельна верхней плоскости и перпендикулярна торцовыми плоскостям блока. Оси цилиндров должны быть перпендикулярными к оси коленчатого вала и быть с ней в одной плоскости. После ремонта блоки цилиндров подвергают гидравлическому испытанию на герметичность под давлением воды до 0,4 МПа в течение 5 мин. При этом течь воды и «потение» стенок блока не допускаются.

#### Износ деталей цилиндро-поршневой группы

Износ деталей цилиндро-поршневой группы зависит от целого ряда факторов.

Цилиндры (гильзы) изнашиваются в основном в результате трения поршневых колец, действия абразивных частиц о поверхности цилиндров и

коррозии. В процессе сгорания топлива в цилиндре резко повышаются температура и давление газов. Газы проникают за поршневые кольца и прижимают их к зеркалу цилиндра, вследствие чего повышается удельное давление колец на поверхность цилиндра. Возрастание удельного давления поршневых колец на стенку цилиндров приводит к резкому увеличению силы трения во время движения колец, выдавливанию масляного слоя из-под них, вследствие чего между кольцами и цилиндром возникает граничное трение. Образование граничного трения между первым поршневым кольцом и цилиндром способствует также неплотное прилегание кольца к поверхности цилиндра по окружности. Даже при незначительном просвете между ними масляная пленка с поверхности цилиндра сдувается газами, проникающими через эти неплотности, в результате чего между поверхностями кольца и цилиндра возникает граничное трение. Кроме того, при высоких температурах вязкость масла резко снижается, что влечет за собой уменьшение прочности масляной пленки, и она местами разрывается. Исследования влияния вязкости масла на износ цилиндров и механические потери в тракторных и автомобильных двигателях показали, что износ, вызванный электростатическими явлениями при трении, может составлять заметную часть общего износа. С понижением вязкости электростатическая прочность тонких масляных пленок уменьшается.

Помимо физико-механических факторов (температура и давление), на изнашивание цилиндров оказывает большое влияние химическое воздействие продуктов сгорания. В процессе сгорания топлива получается целый ряд кислот и других химических соединений (кислород, углекислый газ, пары воды, муравьиная, уксусная, угольная, серная и азотная кислоты), которые вызывают усиленную коррозию металла цилиндра в обнаженных от масла местах. На интенсивность изнашивания цилиндров под химическим воздействием агрессивных веществ большое влияние оказывает температурный режим двигателя.

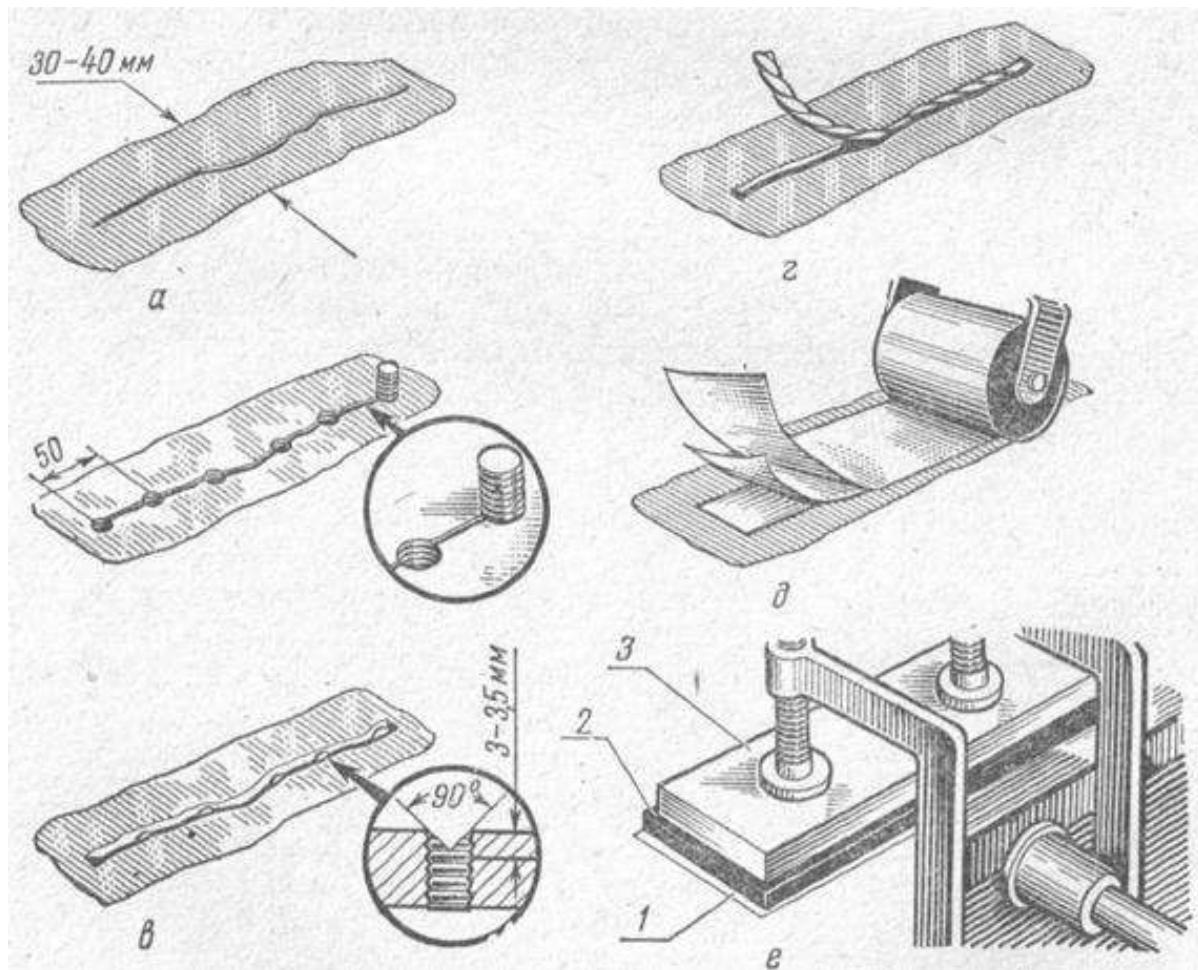


Рисунок 1.1- Последовательность заделки трещин на блоке с помощью kleev: а - очистка поверхности блока в зоне трещин; б — установка упрочняющих пробок по трещине; в - разделка трещины; г - укладка асбестового шнура в разделку трещины; д – наложение тканевых заплат на трещину и их прикатывание; е – установка на заплаты пресс-пакета и сушка. Материал: 1- бумага, 2- резина, 3 – стальная накладка.

Исследования показывают, что износ цилиндров повышается при температуре стенки цилиндра ниже  $90^{\circ}$  С (рис. 1.2). Увеличение износа поверхности цилиндров при температуре, меньше указанной, объясняется тем, что при более низких температурах на стенках цилиндров конденсируются водяные пары и с продуктами сгорания образуют кислоты, под воздействием которых повышается коррозийный износ рабочей поверхности цилиндров.

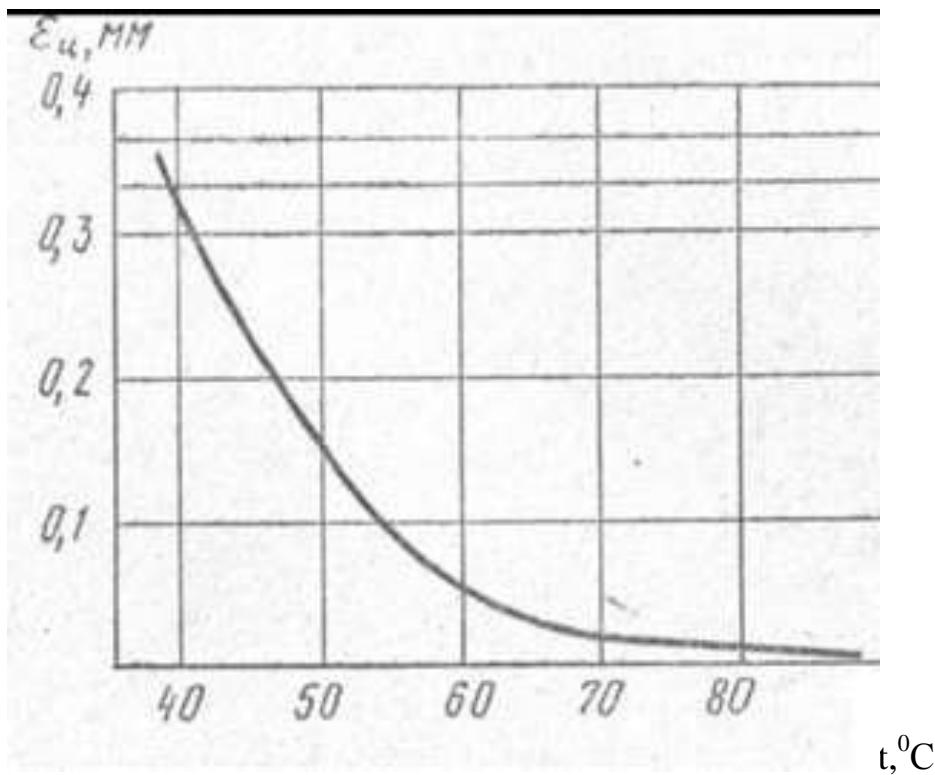


Рисунок 1.2 Влияние температуры охлаждающей жидкости на изнашивание цилиндров двигателей (мм на 1000 км пробега).

О влиянии температуры на изнашивание свидетельствует разница износе отдельных цилиндров одного и того же двигателя. В одном и том же блоке цилиндры, ближе расположенные к вентилятору, изнашиваются больше.

Снижение скорости поршня до нуля в момент перехода через в. м.т. способствует разрушению масляной пленки и повышению темпа изнашивания, что служит одним из факторов, ухудшающих условия работы колец. Следовательно, наибольшему износу детали подвержены в верхней части цилиндра, в зоне высоких давлений и температур, высокой концентрации химически активных соединений и ухудшенных условий смазки. Таким образом, цилиндры автотракторных двигателей неравномерно изнашиваются по длине, но они неравномерно изнашиваются и по окружности. Цилиндры автомобильных и гильзы тракторных двигателей в работе деформируются, вследствие чего нарушается их форма. Цилиндры деформируются в результате разностенности, неправильной затяжки болтов крепления головки блока,

неравномерного нагрева цилиндра, недостаточной жесткости верхней стенки блока. Износ цилиндра по окружности зависит также от перекоса поршня при движении в цилиндре, в плоскости качания шатуна, вследствие чего наблюдается скребущее действие кромок поршневых колец.

Износ цилиндров и шатунных шеек коленчатого вала в значительной мере зависит от изгибов шатуна и коленчатого вала, а также от перекосов в шатунно-поршневой группе. В этих случаях поршень работает в цилиндре с перекосом. Расположение большей оси овала цилиндров в плоскости продольной оси коленчатого вала свидетельствует об изгибе шатуна, нежесткости коленчатого вала или перекосе, полученном при сборке шатуна с поршнем.

Поршневые кольца изнашиваются по наружному диаметру в результате трения о поверхность цилиндра и по высоте вследствие трения о торцы канавок поршней. Одновременно изнашиваются торцевые поверхности канавок поршня. Наиболее быстро изнашиваются первое поршневое кольцо и первая канавка поршня, так как это сочленение работает в наиболее тяжелых температурных, абразивных и нагрузочных условиях при недостатке смазки. Кольца обычно изнашиваются в несколько раз быстрее канавок, и зазор между ними увеличивается главным образом вследствие износа кольца. Поршневые кольца во время работы теряют свою упругость в результате износа их по толщине и высоте, а также от воздействия высоких температур, вследствие чего происходит релаксация внутренних напряжений.

По мере износа цилиндра и наружной поверхности поршневых колец резко увеличивается зазор в стыке. У канавок поршня больше изнашивается нижний торец, так как эта поверхность подвергается большему давлению колец. Кроме того, поршневые кольца почти всегда (исключая торт всасывания) прилегают к этой поверхности. После смены изношенного поршневого кольца новое кольцо и канавка поршня изнашиваются значительно быстрее новых пар. Это объясняется тем, что форма канавок не соответствует форме кольца, последнее прилегает к торцу канавки не по всей поверхности, в результате чего

резко увеличивается удельное давление кольца на поверхность канавки. Кроме того, кольцо недостаточно плотно прилегает к изношенной и искаженной поверхности цилиндра. При этом удельное давление на кольцо и цилиндр распределяется неравномерно. Все это приводит к быстрому износу новых колец, работающих в изношенных цилиндрах.

Износ деталей цилиндро-поршневой группы зависит также от работы и состояния системы очистки воздуха. При недостаточной очистке воздуха в цилиндр попадают абразивные частицы, которые значительно усиливают износ деталей цилиндро-поршневой группы.

Масла, имеющие абразивные примеси, низкую вязкость и химически активные вещества, также усиливают износ деталей цилиндро-поршневой группы.

В результате износа цилиндров, поршневых колец и канавок поршня снижается компрессия при запуске и на малой частоте вращения двигателя, так как при недостаточной плотности прилегания компрессионных колец к цилиндрам и канавкам поршня значительная часть заряда прорывается через неплотности при медленном вращении коленчатого вала. При падении компрессии особенно сильно затрудняется пуск дизеля в холодное время, ввиду того что в конце сжатия не достигается температура воздуха, достаточная для самовоспламенения топлива. Износ цилиндров, канавок поршня, колец по высоте и диаметру приводит к увеличению зазоров, через которые перекачивается масло в камеру сгорания. Расход картерной смазки в процентах к израсходованному топливу зависит также от размера зазора между гильзой цилиндра и поршнем и овальности гильзы двигателя. Перерасход масла приводит к образованию нагара на поршнях и камерах сгорания, ухудшению теплоотдачи, образованию абразивной грязи и усилиению износа деталей ЦПГ. При этом резко увеличивается количество газов, проникающих из камеры сгорания в картер. Прорыв газов в картер приводит к повышению давления в нем, в результате чего масло частично выжимается через неплотности соединений наружу. Это приводит к частичному снижению мощности

двигателя и вызывает разжижение, загрязнение и ухудшение химико-физических свойств масла. Внешний признак прорыва газов в картер и повышение давления в нем — появление светлого газа из сапуна.

Отверстия в бобышках поршня, поршневые пальцы и втулки верхней головки шатунов изнашиваются в результате работы сил трения при изменении направления движения поршня. Основным внешним признаком износа этих деталей служит появление стуков, носящих резкий, металлический характер и хорошо прослушиваемых в верхней части цилиндра при изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя. Бобышки поршня, поршневой палец и втулка верхней головки шатуна двигателя изнашиваются менее интенсивно, чем цилиндры, поршневые кольца и канавки поршня. Если двигатель выходит из строя в результате только износа поршневых пальцев, бобышек поршня и втулок шатунов, это указывает на то, что во время ремонта не были обеспечены надлежащее качество обработки поверхностей и требуемые значения зазоров и натягов в соединениях этих деталей или был допущен перекос деталей при их сборке.

Восстановление цилиндров и гильз. Технология восстановления цилиндров и гильз в основном зависит от их конструкции. Цилиндры автотракторных двигателей конструктивно выполняются различно. У одних двигателей цилиндры отлиты и расточены непосредственно в блоке, в цилиндры запрессованы короткие гильзы из легированного чугуна. Все современные тракторные и комбайновые двигатели, как правило, выполнены со сменными гильзами. Гильзы тракторных двигателей в целях увеличения сроков службы отливают из легированного чугуна СЧ 21-40 и подвергают поверхностной закалке до получения твердости не ниже HRC 40. Для выявления износа гильзу цилиндра (или цилиндр) измеряют индикаторным нутромером в двух взаимно перпендикулярных плоскостях на расстоянии 15—30 мм от верхней кромки и посередине и определяют ремонтный размер, под который необходимо расточить цилиндр.

Для тракторных гильз принят один ремонтный размер. Для цилиндров автомобильных двигателей принято большее число ремонтных размеров, например через 0,5 мм. Промышленностью выпускаются ремонтные поршни и кольца, соответствующие ремонтным размерам гильз и цилиндров. При расточке под ремонтный размер восстанавливают геометрическую форму и чистоту поверхности гильзы. Расточку ведут на специальных расточных станках (типа 2В-697) или на токарных станках в соответствующих кондукторах. Гильзы закрепляют в кондукторах посадочными местами и верхним буртиком. Предварительно эти места должны быть тщательно очищены от остатков накипи и возможных заусенцев. Гильзы и блоки на станке центрируют при помощи оправки, вставляемой в шпиндель станка. При этом шаровой конец оправки должен находиться от оси шпинделя на расстоянии, равном половине диаметра растачиваемого цилиндра, и входить в цилиндр на глубину 3—4 мм. Центрирование гильзы достигается поворотом шпинделя. Во время расточки цилиндров в блоке каждый цилиндр центрируют отдельно, после чего закрепляют кондуктор (или блок) на станке. Затем оправку заменяют резцовой головкой. При расточке оставляют припуск (0,03—0,05 мм) на хонингование, при котором обрабатывают цилиндр до точного размера и придают ему гладкую чистую поверхность. Для хонингования гильз используют хонинговальные или сверлильные станки с хонинговальными головками. При хонинговании зернистость бруска выбирают в зависимости от требуемой чистоты поверхности цилиндра, а твердость связки — в зависимости от характера операции и твердости обрабатываемого материала. Например, при обработке цилиндров двигателя ЗИЛ-120 (из серого чугуна СЧ 18-36 твердостью НВ 179-229) для предварительной доводки применяют бруски из зеленого карборунда зернистостью 120 и твердостью С2-СТ, а для окончательной — бруски из зеленого карборунда зернистостью 400 и твердостью СМ-СМ1, при этом получают шероховатость поверхности 9-го класса. При хонинговании цилиндров также применяют бруски из искусственных алмазов. Окружную скорость при хонинговании можно

принимать для предварительной обработки в пределах 60—85 м/мин и для окончательной доводки в пределах 45—60 м/мин. Скорость возвратно-поступательного движения доводочной головки принимают равной окружной скорости. Для получения во время хонингования чистой поверхности мельчайшие частицы от износа абразивного бруска и металлическую стружку удаляют сильной струей охлаждающей жидкости (керосина или смеси из керосина и 15—20% машинного масла).

Электрохимическое хонингование. Исследования показали, что этот способ может быть применен для восстановления закаленных гильз цилиндров автотракторных двигателей до ремонтных размеров без расточки. При этом возможно удаление больших припусков с высокой производительностью и исправление погрешностей формы изношенного отверстия в пределах снимаемого припуска.

Производительность электрохимического хонингования по сравнению с механическим в 5—6 и более раз выше и характеризуется линейной зависимостью от плотности тока и времени обработки. Оптимальная скорость движения хонинговальных брусков составляет 100—120 м/мин. Механизм выравнивания микро - и макро неровностей поверхности определяется механическим действием брусков и происходит за счет депассивации вершин выступов (депассивация – процесс обратный пассивированию металлов т. е перевод в пассивное состояние, при котором они становятся коррозионно устойчивыми). Шероховатость поверхности после выравнивания микро - и макр онеровностей зависит от зернистости алмазных брусков и незначительно от удельного давления и скорости движения брусков. Алмазные бруски ACM28 обеспечивают получение 9-го класса чистоты поверхности по ГОСТ 2781-59. После окончания обработки для удаления с зеркала цилиндра абразивной пыли его промывают теплой мыльной водой или чистым керосином и сушат.

Овальность и конусность цилиндра должны быть в пределах, допускаемых техническими условиями для данного двигателя. Рабочая поверхность цилиндра должна быть чистой, без следов обработки резцом,

царапин, задиров и забоин. Все окончательно обработанные гильзы сортируют по внутреннему диаметру по размерным группам через 0,02 мм для комплектования с поршнями соответствующей размерной группы. При необходимости гильзования цилиндр растачивают согласно размерам гильз. Цилиндры под гильзы растачивают с несколько измененными режимами резания (увеличенной подачей и глубиной резания). Наружную поверхность гильзы обрабатывают так, чтобы ее можно было запрессовать в блок с натягом в пределах 0,10—0,15 мм. Внутреннюю поверхность гильзы растачивают с припуском 2,5—3,0 мм на расточку и хонингование после запрессовки в блок цилиндров. Перед запрессовкой гильз блок цилиндров целесообразно нагревать до температуры 100—120° С; при запрессовке без подогрева гильзу с наружной стороны смазывают тонким слоем масла. Гильзы запрессовывают при помощи 20-тонного гидравлического пресса. После запрессовки торец гильзы должен располагаться заподлицо с плоскостью разъема блока или утопать не более чем на 0,2 мм.

Блок с запрессованными гильзами подвергают гидравлическому испытанию под давлением воды 0,4 МПа в течение 2—3 мин. Течь воды при этом не допускается. Допускается только отпотевание на участке не выше 50 мм от нижнего края гильзы. Гильзованные цилиндры растачивают и хонингуют до нормального размера так же, как и при обработке под ремонтный размер.

Восстановление поршневых пальцев. Поршневые пальцы могут быть восстановлены хромированием, плазменным напылением или раздачей с последующей термообработкой, шлифованием и сортированием на размерные группы. Наиболее распространено хромирование. Оно выполняется в определенной технологической последовательности. Вначале поршневые пальцы шлифуют на бесцентрово-шлифовальном станке для придания им правильной геометрической формы. Промытые и высушенные поршневые пальцы монтируют на подвеску. Затем их обрабатывают в ванне для электролитического обезжиривания в электролите, содержащем едкий натр, кальцинированную соду, 2—5 г/л жидкого стекла. Промывают в горячей (70—

80° С), затем в холодной воде. Проводят анодное декапирование в ванне для электролитического декапирования в электролите. Т = 0,5 -1 мин. После этого проводят хромирование (в ванне МН-2-58Х-2-7) электролите, содержащем 150—200 г/л хромового ангидрида и 1,5—2 г/л серной кислоты. Режим:  $t = 57^{\circ}$  С,  $DK = 35$  ч-40 А/дм<sup>2</sup>. Время Т хромирования определяется по формуле в зависимости т толщины наносимого покрытия и припусков на последующую обработку. После хромирования поршневые пальцы промывают в дистиллированной, а затем в холодной проточной воде. Обезводороживание выполняют в сушильном шкафу при температуре 150—1800 С в течение 2—3 ч. Заключительные операции — шлифование, полирование и сортировка пальцев на размерные группы по наружному диаметру.

Технология безразборного восстановления и защиты двигателя внутреннего сгорания и других важнейших механизмов автомобиля под названием «Супротек» вышла на авторынок в январе 2003 года. Следует отметить, что составы «Супротек» - это новый класс композитных материалов, сложная комбинация ультрадисперсных минеральных порошков кристаллической структуры, обладающей «памятью». Попадая в зоны узлов трения деталей двигателя, под действием высоких давлений и температур составы «Супротек» формируют уникальный защитный слой и частично (в некоторых случаях — полностью) восстанавливают геометрию поверхностей трущихся деталей. Таким образом, вместо дорогостоящего и занимающего несколько дней капитального ремонта вы можете восстановить основные узлы, затратив не более часа!

Очень коротко от технологии «Супротек». На первой фазе работы составов «Супротек» происходит начальная подготовка поверхностей, в ходе которой они очищаются от отложений и нагаров. Это важно, поскольку загрязнения поверхностей трения (шеек, валов, подшипников, поршневых колец и гильз) препятствуют нормальной подаче масла в зоны трения, а отложения в канавках поршня «коксуют» кольца, что резко снижает компрессию по цилиндрам. Вторая фаза — это активация процессов

формирования поверхностей защитного слоя. На этой фазе начинает выстраиваться сложная ячеистая аморфно — кристаллическая металлоуглеродная защитная структура. Результат первой и второй фаз обработки виден сразу: двигатель начинает работать ровне, давление масла увеличивается. Но вся грязь, смытая на этом этапе, а также продукты износа, собираются в масле, поэтому его надо поменять перед следующим этапом.

На третьей фазе действия составы «Супротек» формируют на поверхностях деталей уникальный по своим физико-механическим характеристикам модифицированный защитный слой, а точнее, химически сложную динамичную защитную структуру. Помимо защиты от износа, вследствие очень низкого коэффициента трения защитного слоя, он защищает и от электрохимической коррозии и химического воздействия агрессивных соединений, находящихся в масле.

В результате формирования такой защитной структуры поверхности трибосопряжений (пар трения типа кольцо — гильза или вкладыш подшипника — шейка вала) обретают высокие противоизносные свойства, более высокий уровень адгезии смазочного материала. Следствие — ощутимое снижение потерь на трение в двигателе, рост его мощности (выраженное в увеличении «приемистости»), заметное снижение расхода топлива и масла на угар. Для эффективного использования составов «Супротек» очень важно соблюдать методики разработчиков, описанные в инструкциях по применению.

Ремонт двигателя можно разделить на операции: Диагностика. Снятие и разборка силового агрегата. Дефектовка. Подбор всех необходимых комплектующих. Развесовка шатунно-поршневой группы с точностью до 0,5г. Правка, восстановление геометрии коленвала, шлифовка-полировка шеек коленвала, динамическая балансировка коленчатого вала в сборе с маховиком и корзиной сцепления. Расточка блока. Плосковершинное хонингование. Ремонт головки блока. Сборка двигателя, установка, регулировка.

Невысокая цена на услугу ремонта двигателя, казалось бы, неплохо для клиента. Технология ремонта двигателя упрощается, из нее выбрасываются

«ненужные» операции. Возьмем, к примеру, обработку блока цилиндров. Общепринятой технологией сегодня является плосковершинное хонингование цилиндров: на поверхности вначале создается сеть рисок определенной шероховатости, а затем их вершины сглаживаются специальной, финишной операцией. В некоторых мастерских по ремонту двигателя, хонингование выполняют по упрощенной технологии, без придания поверхности цилиндров необходимого профиля.

Аналогичная ситуация и с коленчатыми валами. Много Вы видели мастерских, где шейки коленвалов полируют после шлифовки? Обычно шлифовкой и ограничиваются. А это идет в разрез с общепринятыми в мировой практике технологиями ремонта коленчатого вала. Полировка (казалось бы, «лишняя» операция) заметно повышает ресурс шеек коленвала и вкладышей. Можно встретить и несоосность поверхностей шеек после шлифования кривых коленвалов, ведь править дорого, «лишняя» технологическая операция при ремонте двигателя, «лишнее» время и деньги, а ремонт двигателя клиент просил сделать быстро и недорого. Оборудование в отдельных автосервисах морально устарело, что напрямую сказывается на качестве ремонта двигателя. Лакмусовой бумажкой, позволяющей отличить моториста профессионала от дилетанта, является его отношение к контрольно-измерительным приборам в частности при дефектовке и сборке. Для нас не стоит вопрос, нужно ли тратить «лишнее» время на контрольные замеры или ими можно пренебречь при ремонте двигателя. Контрольно-измерительные операции действительно отнимают зачастую значительно больше времени, чем сам процесс сборки. Но это необходимая плата за то, чтобы отремонтированный двигатель служил надежно и долго.

Пару слов об использовании некачественных автозапчастей при ремонте двигателя. Если для иномарок встретить брак автозапчастей сравнительно трудно, то для двигателей отечественных ВАЗ – это частая практика. Кривые вкладыши, направляющие втулки клапанов из «сырой» стали, текущие сальники, «левые» поршни, некачественные кольца, деформированные шатуны,

бракованные прокладки. Как ни странно, не менее грустная картина наблюдается с импортными автозапчастями для ремонта двигателей. Многие известные иностранные производители для снижения цены на автозапчасти, чтобы сделать их конкурентоспособными с отечественными, упрощают технологию производства, удешевляя материалы. Так что теперь «кривые» клапаны, поршневые кольца, которые развалятся через 10тыс. км, или маслосъемные колпачки, которые через 1тыс. км разбухнут и перестанут держать масло, можно купить даже у дилеров мировых производителей. На заводскую сборку моторов поступают автозапчасти заметно лучше тех, что идут как автозапчасти на розничный рынок.

Шатуны, к примеру, купленные на рынке могут иметь значительный разброс по массе и запредельные отклонения размеров. Дефекты, правда, возможны и у деталей, установленных в двигатель с рождения. Например у блока цилиндров может быть нарушено взаимное расположение поверхностей (непараллельность, неперпендикулярность), а диаметр постелей может выходить за допуски. Как ни странно, отечественное производство блоков цилиндров, в отличие от иностранного, часто идет в разрез с общепринятыми технологиями во всем мире. Например, не все блоки проходят операцию старения. Если же указанной операцией пренебречь, то при работе двигателя блок «поведет». Он деформируется, у блока изменится геометрия постелей, появится несоосность, некруглость, изменится геометрия цилиндров, упадет компрессия. Кроме того блоки вообще могут быть «кривыми» от рождения. К сожалению, в практике ремонта двигателя, традиционным стал ремонт поверхности цилиндров на вертикально-хонинговых станках без предварительного растачивания. Пропуск операции растачивания подходит только для идеальных блоков цилиндров, к которым отечественные не относятся, поскольку нередко оси цилиндров неперпендикулярны поверхностям постелей коленвала. И уже без растачивания цилиндров не обойтись. Только делать его обычным способом (с выверкой по верхней плоскости) нельзя. Указанную операцию выполняют по специальной

технологии, выверяя положения блока на расточном станке «по линейке», установленной в постели коленвала. Итак, моторист, измерив нутромером с индикатором геометрию цилиндров установил, что износ незначительный и расточка блока в первый ремонт не нужна. Он предлагает для быстроты и снижения стоимости ремонта двигателя сделать хонинговку блока без предварительной расточки

В нашей практике при ремонте двигателя даже на новом блоке, мы перед хонингованием растачиваем цилиндры в первый ремонт, обязательно с выверкой положения на расточном станке. Это гарантирует, что все цилиндры будут параллельны друг другу и одновременно перпендикулярны базе – плоскости (верхней или нижней), или, что лучше для отечественных блоков, постелям коленвалов. Только так можно гарантировать высокое качество ремонта двигателя и ресурс двигателя не меньше, а зачастую и больше, чем у нового мотора. И если просчитать цену подобного ремонта двигателя, то она окажется соизмеримой с ценой нового двигателя (вот только еще раз напомним, что новый двигатель при этом может быть «мёртворождённым»). Потому как сделать ремонт двигателя хорошо – это не дёшево и не быстро.\

Механики весьма посредственной квалификации легко справляются с полным капитальным ремонтом двигателя за 1-3 дня. За такое время промыть, промыть как следует все детали двигателя, расточить и отхонинговать блок, сделать станочные операции по ГБЦ, проверить коленвал на биение, отшлифовать, отполировать, отбалансировать коленвал, собрать двигатель, с соответствующими проверками (часто, к примеру, возникает необходимость в опрессовке ГБЦ – проверке на герметичность под давлением 2-3 бар), измерив все, что нужно, весьма проблематично, даже если работают несколько человек. А ведь нужно еще поставить силовой агрегат и отрегулировать его на автомобиле.

Сборка двигателя – операция очень важная при ремонте двигателя. Как ни странно, хорошо отремонтированные моторы часто повреждаются обычной грязью. Детали плохо моют? Или собирают в песке? После всех операций

нужно обязательно убедиться, что блок чистый, а на поверхности цилиндров не осталось грязи и абразивных частиц. Последние особенно опасны, плохо промытый после хонингования блок цилиндров не пройдет и трети своего ресурса. Абразив, попавший в отверстие направляющей втулки ГБЦ, способен быстро «слизать» со стержня клапана даже самое твердое, хромовое покрытие. Абразивный износ вкладышей – тоже весьма распространенная причина повреждения двигателя. Эффективные способы мойки цилиндров – ультразвук, керосин, масло, содовые растворы, специальные моющие средства. Бензин применять бесполезно, абразив он не удаляет.

Закончить можно историей: «Я не просил форсировать двигатель!» – заявил клиент после пробной поездки на своей ВАЗ 21214, двигатель которой только что отремонтировали. Никакой форсировки не было и в помине, просто педантично и не спеша соблюдена технология ремонта двигателя. Ремонт двигателя – дело тонкое, которое требует соблюдения всех требований, качественных запасных частей, эксплуатационных материалов, оснастки и самое главное высоко квалифицированных специалистов знающих свое дело.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Выбор исходных данных

По техническому заданию ВКР среднее количество ремонтов ДВС  $W_r=2500$  единиц.

### 2.2. Разработка графика согласования ремонтных операций.

Определения цикла производства и фронта ремонта

Такт ремонта, цикл производства и фронт ремонта являются основными параметрами, определяющими организацию производственного процесса специализированного предприятия.

Для построения графика согласования определяют сначала такт ремонта  $\tau$  по формуле

$$\tau = \frac{\Phi_d}{W_r}, \quad (2.1)$$

где  $\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени предприятия, ч,  $\Phi_d = 2030$  ч;

$W_r$  – годовая программа, шт.

$$\tau = \frac{\Phi_d}{W_r} = \frac{2030}{2500} = 0,8$$

Количество рабочих  $K_p$  по каждой операции определяют по формуле:

$$K_p = \frac{T_o}{W_o}, \quad (2.2)$$

где  $T_o$  – трудоемкость операции, Чел.-ч.

При определении количества рабочих допускается перегрузка 20%, а недогрузка не более 5%.

После составления графика по нему определяют продолжительность пребывания объекта в ремонте как суммарное от начала первой и до конца последней операции, количество рабочих мест и фронт ремонта.

Фронт ремонта  $\Phi_P$  определяют отношением цикла производства  $Ц_п$  к такту ремонта.

$$\Phi_P = \frac{Ц_п}{\tau} \quad (2.3)$$

### 2.3. Расчет производственных рабочих, инженерно-технического и другого персонала

Количество производственных рабочих  $P$  по отделениям или участкам рассчитывают по формуле:

$$P = \frac{T}{\Phi_д}, \quad (2.4)$$

где  $T$  – трудоемкость работ по отделениям;

$\Phi_д$  – действительный фонд времени.

Таблица 2.1 – Перечень операций участка ремонта двигателей, трудоемкость и число рабочих

Наименование операции	Трудоемкость	Число рабочих
Доставка, наружная мойка.	0,08	-
Разборка, наружная мойка.	0,6	1
Мойка узлов и деталей.	0,15	-
Дефектовка	0,5	1
Электросварка.	0,07	1
Газосварка.	0,06	-
Слесарная обработка.	1,5	1
Токарная обработка.	0,45	1

## Продолжение таблицы 2.1

Фрезеровка.	0,1	1
Расточка.	0,05	-
Термическая обработка.	0,07	-
Ремонт полимерными материалами.	0,1	-
Ремонт прецизионных деталей.	0,2	-
Гальванические покрытия.	0,2	-
Шлифовка.	0,15	-
Выглаживание.	0,18	-
Мойка, контроль, сортировка.	0,15	-
Комплектовка.	0,15	-
Сборка узлов и агрегатов	1,5	2
Технический контроль.	0,2	1
Обкатка, испытание, регулировка.	1,2	1
Доукомплектовка.	0,1	-
Окраска.	0,05	-
Ремонт оборудования 10%.	0,8	1
Всего	8,5	11

Действительный фонд времени рабочего зависит от группы производственного процесса и от степени вредности выполненной работы.

Списочный состав рабочих, рассчитанный по действительному годовому фонду, используют для расчета всего состава работающих на предприятии и площадей бытовых помещений.

### Списочный состав

#### 1. Разборочно-моющее отделение

$$P_{IP} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{1,29 \cdot 2500}{1840} = 1,75 \text{ раб.}$$

2. Дефектовка, комплектовка

$$P_{IP} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{1 \cdot 2500}{1840} = 1,4 \text{ раб.}$$

3. Сборочно-разборочное отделение

$$P_{IP} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{3 \cdot 2500}{1840} = 4,12 \text{ раб.}$$

4. Ремонтно-восстановительные работы

$$P_{IP} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{5 \cdot 2500}{1840} = 6,8 \text{ раб.}$$

Всего  $P_{IP} = 14,07 \text{ раб.} \approx 14 \text{ раб.}$

Явочный состав рассчитывают по номинальному фонду времени.

1. Сборочно-моющее отделение

$$P_{AB} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{1,29 \cdot 2500}{2070} = 1,56 \text{ раб.}$$

2. Дефектовка, комплектовка

$$P_{AB} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{1 \cdot 2500}{2070} = 1,2 \text{ раб.}$$

3. Ремонтно-восстановительные работы

$$P_{AB} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{5 \cdot 2500}{2070} = 6,04 \text{ раб.}$$

4. Сборочно-обкаточное отделение

$$P_{AB} = \frac{T}{\Phi_D} = \frac{3 \cdot 2500}{2070} = 3,6 \text{ раб.}$$

Всего  $P_{AB} = 12,4 \text{ чел.}$

Число вспомогательных рабочих принимают 5% от списочного состава производственных рабочих

$$P_{BC} = P_{PP} \cdot 5\% = 14 \cdot 0,05 = 0,7 \text{ чел.} \quad (2.5)$$

Число младшего обслуживающего персонала 8%.

$$P_{МОП} = (P_{PP} + P_{BC}) \cdot 0,08 = (14 + 0,7) \cdot 0,08 = 1,2 \text{ чел.} \quad (2.6)$$

Число инженерно-технического персонала и служащих принимают 15% от списочного количества производственных рабочих

$$P_{ИТР} = (P_{PP} + P_{BC}) \cdot 15\% = (14 + 0,7) \cdot 0,15 = 2,2 \text{ чел.} \quad (2.7)$$

Весь штат ремонтного предприятия

$$P = P_{PP} + P_{BC} + P_{ИТР} + P_{МОП} = 14 + 0,7 + 2,2 + 1,2 = 18,1 \text{ чел.} \quad (2.8)$$

Таблица 2.2 – Годовое количество рабочих по отделениям

Наименование отделения	Трудо-емкость	Число рабочих			
		списочное		сущ. участ.	
		Расчет- ное	Приня- тое	Расчет- ное	Приня- тое
1. Разборочно-моющее	1,29	1,75	2	1,56	2
2. Дефектовка-комплектовка	1	1,4	1	1,2	1
3. Ремонтно-восстановительные	4	6,8	7	6,04	6
4. Сборочно-обкаточное и регулировка	2,84	4,12	4	3,6	3
Всего	8,89	14,07	14	12,4	12

## 2.4. Расчет подбора оборудования.

Производим расчет только количества моечных машин, металлорежущих станков и обкаточных стендов.

Остальное оборудование подбираем в соответствии с разработанным технологическим процессом и тектом ремонта.

Число моечных машин  $N_M$  определяем по формуле

$$N_M = \frac{Q \cdot \beta}{\tau \cdot g \cdot h} = \frac{0,4 \cdot 0,8}{0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,7} = 0,1 = 1 \text{ машина} \quad (2.9)$$

где  $Q$  – масса ремонтируемого объекта, т;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий долю массы деталей одного объема, подлежащих мойке,  $\beta = 0,8$ ;

$\tau$  – тект ремонта, ч/шт.;

$g$  – продолжительность моечной массы, Т/ч;

$h$  – коэффициент, учитывающий степень загрузки и использования моечной машины по времени, равный 0,65-0,75.

Число металлорежущих станков  $N_e$  определяют по формуле

$$N_e = \frac{T_c}{\Phi_d \cdot \eta} = \frac{1552}{1840 \cdot 0,84} = \frac{1552}{1545} = 1 \text{ станок} \quad (2.10)$$

где  $T_c$  – годовая трудоемкость станочных работ, чел.-ч,

$T_c = 0,75 \cdot 2070 = 1552$ ;

$\Phi_d$  – действительный годовой фонд времени,  $\Phi_d = 1840$ ;

$\eta$  – коэффициент использования станочного оборудования,  $\eta = 0,84$ .

Число стендов для обкатки и испытания

$$N_{\pi} = \frac{t \cdot c}{\tau \cdot \eta_c} = \frac{1 \cdot 1,1}{0,8 \cdot 0,9} = 1,5 \quad (2.11)$$

Принимаем 2 стендов,

где  $t$  – время обкатки и испытания;

$c$  – коэффициент, учитывающий возможность повторного обкатывания, равный 1,05-1,1;

$\eta_c$  – коэффициент использования станков, равный 0,9.

Остальные станки приведены в табл. 2.3 в зависимости от технологии ремонта.

## 2.5. Расчет площадей участка ремонта двигателей

Производственные площади подсчитываются двумя способами:

1. По усредненным показателям, пользуясь формулой

$$F = A + B - W_{\Gamma} \cdot K_{\pi}. \quad (2.12)$$

2. По площади оборудования отделов с учетом рабочих зон и проходов по формуле:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} \cdot \delta. \quad (2.13)$$

Зная площади оборудования, легко определяем площади отделов, умножая площади оборудования на коэффициент  $\delta$ , учитывающий рабочие зоны и проходы.

$F_{\text{уч}}$  – площадь участка,

$F_{\text{об}}$  – площадь оборудования.

Площади оборудования берем из таблицы 2.3.

Площадь участка ремонта разделим на четыре зоны.

1. Разборочно-моющее отделение с площадью

$$F_P = F_{\text{об}} \cdot \delta = 6,5 \cdot 3,5 = 22 \text{ м}^2$$

2. Дефектовка-комплектовка.

$$F_D = 4,06 \cdot 4,5 = 18,27 \text{ м}^2$$

3. Ремонтно-монтажное

$$F_P = 19 \cdot 3,5 = 66 \text{ м}^2$$

4. Обкатка и испытание

$$F_{\text{об}} = 12 \cdot 3,5 = 42 \text{ м}^2$$

Всего  $F_Y = 163 \text{ м}^2$ .

Площадь складских помещений ремонтного фонда определяется

$$F_{CK} = \frac{W_{\Gamma} \cdot a \cdot f}{\mathcal{D}_P} = \frac{2500 \cdot 20 \cdot 0,18}{267} = 13 \text{ м}^2 , \quad (2.14)$$

где  $W_{\Gamma}$  – годовая программа,  $W_{\Gamma} = 2500$ ;

$a$  – норма хранения запчастей, 15-30 дней;

$f$  – площадь, занимаемая одним объектом,  $f = 0,18$ ;

$\mathcal{D}_P$  – число рабочих дней в году.

Площадь складов запчастей, материалов, лакокрасочных материалов определяется по формуле

$$F_C = \frac{Q}{g \cdot n} \cdot K = \frac{33}{1 \cdot 5} \cdot 3 = 19 \text{ м}^2 , \quad (2.15)$$

где  $Q$  – общая масса хранимых деталей;

$g$  – допускаемая удельная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> площади склада;

$n$  – число ярусов стеллажей хранения деталей;

$K$  – переходный коэффициент, учитывающий площади на разрывы и проходы.

Таблица 2.3 – Сводные данные по расчету площадей оборудования и приспособлений

Наименование оборудования	Коли- чество	Размеры, см	Общая площадь, м <sup>2</sup>
1	2	3	4
<b><u>Разборочно-моечное</u></b>			
1. Моющая установка ОМ-1265	1	180×145	2,6
2. Настольная ванна РП-1621	2	-	-
3. Стеллаж ОРГ-1953-0,5-0,4	2	200×30	1,2
4. Верстак ОРГ-1953-0,3	1	120×80	0,96
5. Верстак ОРГ-1953-0,4	1	200×80	1,6
6. Приспособление МП-1681А	1	-	-

## Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
7. Приспособление МП-1615А	1	-	-
8. Приспособление 1475,30	1	-	-
9. Приспособление для разбор. 1417,03	1	-	-
10. Тиски	2	-	-
11. Съемники	2	-	-
12. Пресс	1	-	-
Итого			6,5
<b><u>Дефектовка-комплектовка</u></b>			
13. Верстак ОРГ-1953-03	2	120×80	1,6
14. Стеллаж ОРГ-1953-05-0,4	2	150×50	1,5
15. Верстак ОРГ-1953-04	1	200×80	0,96
Итого			4,06
<b><u>Ремонтно-восстановительное</u></b>			
16. Стеллаж ОРГ-1953-05-04	4	150×50	3,0
17. Моечная ванна РО-1616А	1	120×80	0,96
18. Верстак	2	200×80	3,2
19. Верстак	3	150×80	2,78
20. Станок сверлильный НС-12А	1	-	-
21. Электропечь Н-13	1	-	-
22. Токарный станок 1К62	1	260×90	2,50
23. Фрезерный станок	1	120×120	1,4
24. Газосварочный аппарат	1	-	-
25. Электросварочный аппарат	1	60×60	0,36
26. Стол сварочный	1	150×120	1,8
27. Стол для документов	1	1,2×80	0,96
Итого			19

## Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
<b><u>Сборка, обкатка, регулировка</u></b>			
28. Транспортер ОРГ-2478Б	1	980×60	5,8
29. Верстак ОРГ-1953-03	3	150×80	2,85
30. Верстак ОРГ-1953-04	1	100×80	1,6
31. Пресс рычажный ГАРО-274-3704	1	60×50	0,3
32. Сверлильный настольный станок НС-РА	1	-	-
33. Стеллаж ОРГ-1953-05-01	2	20×30	1,2
34. Стеллаж ОРГ-1953-05-04	1	150×50	0,75
35. Пресс Зт ГАРО-274	1	60×50	0,3
36. Стенд СДТА-1.	3	120×90	3,3
37. Настольная ванна РП-1621	2	-	-
38. Стол контрольный ГОСТ-4885-49	1	110×90	1,0
39. Прибор Кп 1363	1	-	-
Итого			12
Всего			38,6

Площади бытовых и административных помещений определяют из следующих расчетов.

1. Площади, занимаемые гардеробами, по общему количеству рабочих из расчета  $0,75-0,8 \text{ м}^2$  на одного рабочего, на 12 чел. по  $0,8 = 10 \text{ м}^2$ .
2. Площади, занимаемые умывальниками, из расчета на 1 умывальный кран с площадью  $0,5 \text{ м}$  на 10 человек  $= 1 \text{ м}^2$ .
3. Площади, занимаемые душевыми, принимаются из расчета одна душевая кабинка на 5 чел. с площадью  $2 \text{ м}^2$ , равное  $6 \text{ м}^2$ .
4. Площади, занимаемые уборными, принимаются из расчета один унитаз с площадью  $3 \text{ м}^2$  на 15 чел., равное  $3 \text{ м}^2$ .

5. Площади, занимаемые административными помещениями, из расчета 5 м<sup>2</sup> на 1 человека = 10 м<sup>2</sup>.

Всего на участок ремонта погрузчиков  $F_{OB} = 225 \text{ м}^2$ .

Бытовые, административные и складские помещения входят в бытовые, административные и складские помещения мастерской и поэтому нет необходимости вносить в проектируемую площадь участка ремонта погрузчиков.

Таблица 2.4 – Сводная площадей ремонтного участка.

Наименование отделов и других подразделений	Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	Принятая площадь
1. Разборочно-моющее отделение	22	22
2. Дефектовка-комплектовка	19	19
3. Ремонтно-восстановительное отделение	66	66
4. Обкатка-испытания	42	42
5. Складские помещения ремонтного фонда	13	-
6. Складские помещения запчастей	19	-
7. Площади гардероба	10	-
8. Площади умывальника	1	-
9. Площади, занимаемые душевыми	6	-
10. Площади, занимаемые уборными	3	-
11. Площади, занимаемые административными помещениями	10	-
Всего	225 м <sup>2</sup>	149 м <sup>2</sup>

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

В качестве конструкторской разработки была поставлена задача разработки конструкции кантователя. Кантователь двигателя предназначен для ремонта и перемещения автомобильных двигателей и агрегатов. На сегодняшний день рынок предлагает различные модели отвечающие современным требованиям. Мы же рассмотрим кантователь для двигателей грузовых автомобилей.

#### 3.1 Анализ существующих конструкций

Стенд для разборки-сборки V-образных двигателей КамАЗ, ЯМЗ. Привод механический (ручной) [1].



Рисунок 3.1 – Стенд для разборки-сборки V-образных двигателей

Р-776Е Стенд предназначен для разборки-сборки V-образных двигателей ЯМЗ-236, -238, КАМАЗ-740, -741, -7403.10, 740.11-240 и других двигателей, КПП, задних мостов и различных агрегатов отечественного и импортного производства.

- высокая универсальность, потому что возможна установка различных двигателей, КПП, задних мостов и других агрегатов с помощью специальных

					ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Костин И.П.						
Провер.	Нурмиев А.А.						
Реценз.							
Н. контр.	Пикмуллин Г.В.						
Утв.	Хафизов К.А.						
					Лист.	Лист	Листов
						1	
					КазГАУ каф ТАиЭУ		

адаптеров;

- адаптеры имеют размеры для установки и крепления конкретного двигателя (опция);
- червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и фиксацию его в удобном положении.

Стенд Р-776-01У (Рисунок 3.2) [3]: универсальный стенд для разборки и сборки двигателей ЯМЗ-236, -238, КАМАЗ-740, -741, -7403-10, -740.11-240 (стационарный, ручной привод).



Рисунок 3.2 – Стенд для сборки-разборки двигателей Р-776-01У

Стенд Р-770 (Рисунок 3.3) [1]: предназначен сборки-разборки V-образных двигателей ЯМЗ-236, -238, КАМАЗ-740, -741, -7403.10, 740.11-240 (Euro-1). Обладает такими данными как:

- удобство установки двигателя обеспечивается специальными подхватами с креплением штырями, устанавливаемыми в отверстия блока цилиндров;
- подхваты имеют регулировку для установки и крепления под конкретный тип двигателя;
- червячный редуктор обеспечивает поворот двигателя и фиксацию его в удобном положении;
- стенд имеет кювету для сбора технических жидкостей или моющей жидкости после мойки двигателя.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3



Рисунок 3.3 – Стенд Р-770

Стенд Р-641 (Рисунок 3.4) предназначен для разборки и сборки двигателей легковых автомобилей, стационарный, электромеханический. Напряжение питания 380/3ф В, габариты 570x410x1000 мм, масса 140 кг.



Рисунок 3.4 – Стенд Р-641

Анализ существующих конструкций показал, что стендов для разборки-сборки двигателей выпускается различных видов. Несмотря на простую конструкцию эти промышленные варианты достаточно дороги (от 40 тыс. руб.). Так как производственные мощности предприятия ОАО «Казанская сельхозтехника» позволяют изготовить такую конструкцию то экономически целесообразно их изготовление.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.ПЗ	Лист

### 3.2 Назначение стенда

Кантователь двигателей КамАЗ-740 предназначен для проведения капитального ремонта ДВС на предприятиях и станциях технического обслуживания.

### 3.3 Устройство и принцип работы

Кантователь ДВС состоит из электродвигателя, закрепленного на каркасе болтами, ременной передачи, соединяющей электродвигатель и червячный редуктор. С помощью крепежных соединений червячный редуктор соединен с направляющей планкой, на которой устанавливаются кронштейны, на кронштейны, с помощью фиксирующих болтов крепится двигатель.

### 3.4 Выбор двигателя

Двигатель является одним из основных элементов стенда для сборки-разборки двигателя КамАЗ-740. От типа двигателя, его мощности, частоты вращения и прочего зависят конструктивные и эксплуатационные характеристики рабочего стенда.

Общие соображения по выбору двигателя.

При выборе двигателей должны быть правильно решены следующие основные задачи:

1. Номинальное напряжение двигателя должно удовлетворять требованиям, предъявляемым приводом, и соответствовать питающей сети предприятия.

2. Мощность двигателя, выбиаемого по каталогам, должна быть равна мощности, потребной для привода механизма. Конструктивно стенд выполнен таким образом, что больших усилий во время вращения двигателя не требуется, исходя из этого, выбираем двигатель небольшой мощности.

3. Вращающий момент двигателя должен быть достаточен как для преодоления сопротивления механизма во время его пуска в ход, так и для

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3

преодоления толчков во время его работы, достигающих иногда значительных величин.

4. Скорость вращения двигателя для выполнения приводимой машиной возложенных на нее функций должны обеспечивать ей необходимое число оборотов.

5. Конструктивно двигатель должен удобно сопрягаться с рабочей машиной. Форму исполнения двигателя выбираем – горизонтального расположения; по способу монтажа – на лапах.

6. Форма исполнения выбранного двигателя должна соответствовать условиям среды, для работы в которой он предназначен. В нашем случае электроустановка работает в отапливаемом, сухом, невзрывоопасном (вентилируемом- с коэффициентом обмена воздуха  $k=3$ ) помещении. Режим работы двигателя кратковременный.

Исходя из вышесказанного и принимая во внимание существующие конструкции выбираем электродвигатель RAM 80 B4 данные по которому приведены в таблице 3.1 [12].

Таблица 3.1 – Паспортные данные электродвигателя RAM 80 B4

Паказатель	Обозначение	Значение
Мощность, кВт	$N$	0,75
Частота вращения магнитного поля, об/мин,	$n$	1500
Частота вращения ротора, об/мин	$n_d$	1410
КПД, %	$\eta$	76
Диаметр вала, мм	$d$	19
Масса электродвигателя, кг	$m$	9,3

### 3.5 Параметры проектируемого стенда

Зададимся параметрами проектируемого стенда:

- привод электромеханический
- тип электродвигателя трехфазный асинхронный
- тип редуктора червячный

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3	Лист

- ременная передача	клинеременная
- габаритные размеры стенда, мм	
- длина	1850
- ширина	1050
- высота	1050
- частота вращения шпинделя, не более, об/мин	2,5.

### 3.6 Кинематический расчет привода

Определяем необходимое передаточное отношение:

$$u = \frac{n_d}{n_{III}}, \quad (3.1)$$

где  $n_{III}$  – частота вращения шпинделя, об/мин.

$$u = \frac{1410}{2,5} = 564.$$

Определяем крутящий момент на шпинделе:

$$M = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n_{III}} = \frac{30 \cdot 0,75}{\pi \cdot 2,5} = 286, \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (3.2)$$

По потребному передаточному отношению и крутящему моменту на валу шпинделя выбираем червячный редуктор 2Ч-80/250 с передаточным отношением 250.

Для получения необходимого передаточного отношения применяем ременный привод между электродвигателем и редуктором.

Определяем передаточное отношение ременного привода:

$$u_{Rem} = \frac{u}{u_{ChP}}, \quad (3.3)$$

где  $u_{ChP}$  – передаточное отношение червячного редуктора.

$$u_{Rem} = \frac{564}{250} = 2,256.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3	Лист
------	------	----------	---------	------	----------------------------------	------

Введя исходные значения для расчета ременного привода в прикладную программу по расчету ременных передач «Справочник конструктора 1.0» получим конструктивные параметры которые приведены в виде таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Расчетные данные ременной передачи

Наименование	Обозначение	Значение
Класс ремня	KlassBelt	0
Сечение ремня	ViewBelt	A
Предварительное передаточное число	U_	2.256
Предварительное межцентровое расстояние, мм	A_	500
Тип ремня	TypeBelt	Кордканевой
Диаметр ведущего шкива, мм	D1	75
Диаметр ведомого шкива, мм	D2	170
Передаточное число	U	2.40816
Передаваемая мощность, КВт	P	0.75
Частота вращения ведущего шкива, об/мин	n1	1410
Режим работы	Mode	Средний
Коэффициент динамической нагрузки	Cp	1.2
Межцентровое расстояние, мм	A	505
Обозначение ремня	NameBelt	Ремень А-1400 0 ГОСТ 1281.1-89
Длина ремня, мм	L	1400
Количество ремней	Z	1
Окружная скорость на ведущем шкиве, м/с	V1	5.53706
Окружная скорость на ведомом шкиве, м/с	V2	5.42632

## Продолжение таблицы 3.2

Угол профиля канавок ведущего шкива, градус	Fi1	34
Угол профиля канавок ведомого шкива, градус	Fi2	-
Наружный диаметр ведущего шкива, мм	De1	81.6
Наружный диаметр ведомого шкива, мм	De2	-
Глубина канавок ведущего шкива, мм	H1	12.5
Глубина канавок ведомого шкива, мм	H2	-
Ширина канавки по наружному диаметру ведущего шкива, мм	B1	3.3
Ширина канавки по наружному диаметру ведомого шкива, мм	B2	-
Расстояние между канавками ведущего шкива, мм	E1	15
Расстояние между канавками ведомого шкива, мм	E2	-
Расстояние от торца шкива до середины крайней канавки у ведущего шкива, мм	F1	10
Расстояние от торца шкива до середины крайней канавки у ведомого шкива, мм	F2	-
Ширина ведущего шкива, мм	S1	-
Ширина ведомого шкива, мм	S2	-
Расчетное напряжение, МПа	SigmaR	-
Допускаемое напряжение, МПа	SigmaD	5.6234
Коэффициент запаса	FactorStock	-
Расчетная ширина канавки шкива, мм	Wp	11
Радиус закругления верхней кромки канавки у ведущего шкива, мм	R1	1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3

Лист

Продолжение таблицы 3.2

Радиус закругления верхней кромки канавки у ведомого шкива, мм	R2	-
	bmin	13
	A1	81
	Alfa	169.09736
	Lmin	1356
	Lmax	1400
	za	0.35115
	Vu	3.95504

### 3.7 Расчет на прочность вала шпинделя

Так как частота вращения шпинделя маленькая будем рассчитывать ее на статическую грузоподъемность. Условно примем, что на вал действует поперечная сила в размере 1000 кг.

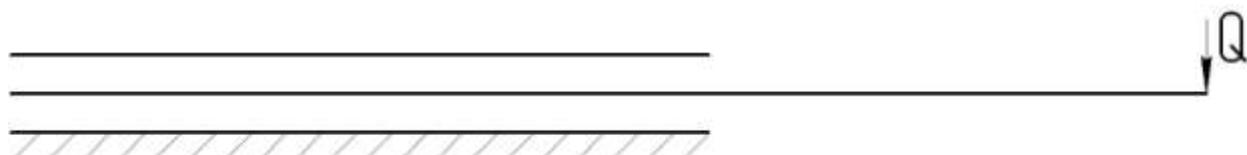


Рисунок 3.5 – Схема нагружения вала

Расчет будем вести согласно источнику [13].

В качестве материала будем рассчитывать по стали 3, так как она является самым дешевым и распространенным материалом. Сталь 3 обладает следующими механическими характеристиками:

- предел текучести при растяжении и сжатии  $\sigma_T=250$  МПа;
- предел прочности (временное сопротивление)  $\sigma_B=390$  МПа.

Так как при работе необходимо чтобы не оставались остаточные деформации расчет ведем по пределу текучести.

Определяем величину поперечного усилия Q:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					VKP 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3

$$Q = m \cdot g, \text{Н} \quad (3.4)$$

где  $m$  – масса приходящаяся на вал, кг;

$g$  – ускорение свободного падения м/с<sup>2</sup>.

$$Q = 1000 \cdot 9,8 = 9800, \text{Н.}$$

Определяем максимально допустимое напряжение:

$$[\sigma] = \sigma_T \cdot n, \text{МПа} \quad (3.5)$$

где  $n$  – коэффициент запаса ( $n = 0,7$ ).

$$[\sigma] = 250 \cdot 0,7 = 175, \text{МПа.}$$

Запишем уравнение прочности

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q \cdot i}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma], \quad (3.6)$$

где  $d$  – диаметр вала, мм;

$i$  – коэффициент запаса прочности ( $i = 3$ )

Из выражения 3.6 получим:

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9800 \cdot 3}{\pi \cdot 175}} = 14,6, \text{мм.} \quad (3.7)$$

Примем диаметр вала  $d = 20$  мм.

### 3.8 Расчет шпоночного соединения

Соединение редуктора с валом шпинделя осуществляется через муфту со шпоночным соединением. Шпонка 6х6х14 ГОСТ 23360-78, посажен на  $\phi 20$ . Расчет ведем по методике приведенной в литературе [9].

$$[\sigma_{CM}] \geq \sigma_{CM}, \quad (3.8)$$

где  $[\sigma_{CM}]$  – допустимое напряжение смятия, МПа;

$\sigma_{CM}$  – напряжение смятия в сечении, МПа.

$$[\sigma_{CM}] = \frac{\sigma_B}{1,9}. \quad (3.9)$$

$$[\sigma_{CM}] = \frac{390}{1,9} = 205,3, \text{МПа.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
					ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot M \cdot 1000}{D \cdot b \cdot l}, \quad (3.10)$$

где  $M$  – крутящий момент передающийся через шпонку, Н·м;

$D$  – диаметр вала в зоне шпонки, мм;

$b$  – ширина шпонки, мм;

$l$  – длина шпонки, мм.

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot 287 \cdot 1000}{20 \cdot 6 \cdot 30} = 159,4, \text{ МПа};$$

Условие выражения (3.8) выполняется, выбранная шпонка подходит.

### 3.9 Выбор подшипников

Выбор подшипников на которые будет наложен осуществляется по статической грузоподъемности. Будем устанавливать два подшипника 7000804 ГОСТ 8338-75.

							Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.582.18.РКК.00.00.П3		

## **4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **4.1 Техника безопасности на ремонтно-монтажном участке**

Перед началом работы на проектируемом участке необходимо проверить исправность оборудования, приспособлений и инструмента, ограждений, защитного заземления, вентиляции.

Проверить правильность складирования заготовок и полуфабрикатов. Во время работы необходимо соблюдать все правила использования технологического оборудования. Соблюдать правила безопасной эксплуатации транспортных средств, тары и грузоподъемных механизмов, соблюдать указания о безопасном содержании рабочего места.

В аварийных ситуациях необходимо неукоснительно выполнять все правила, регламентирующие поведение персонала при возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к авариям и несчастным случаям. По окончании работы должно быть выключено все электрооборудование, произведена уборка отходов производства и другие мероприятия, обеспечивающие безопасность на участке.

Участок должен быть оснащен необходимыми предупредительными плакатами, оборудование должно иметь соответствующую окраску, должна быть выполнена разметка проезжей части проездов.

Сам участок должен быть спланирован согласно требованиям техники безопасности, а именно соблюдение: ширины проходов, проездов, минимальное расстояние между оборудованием. Все эти расстояния должны быть не менее допустимых.

#### **Общие требования безопасности к технологическому оборудованию, станкам, механизмам**

Каждый станок, механизм имеет свои конструктивные особенности, свое назначение, свои режимы работы, свои требования по эксплуатации и

требования безопасности, характерных для большинства производственного оборудования. К таким требованиям относят следующие:

Ограждение всех подвижных, вращающихся острых, горячих частей, деталей, выступающих концов валов, открытых передач. Все ограждения должны быть поставлены заводом-изготовителем. Невыполнение заводом этих требований не освобождает работодателя от их установки;

Быстро врачающиеся шкивы, барабаны, рабочие колеса (скорость больше 5 м/с) должны быть отбалансированы;

Все станки должны иметь централизованную систему смазки (если она необходима) или резервуарные масленки с тем, чтобы исключить операцию по смазыванию труящихся деталей при их работе;

Органы управления оборудования должны быть выполнены так, чтобы исключить их самопроизвольное включение или выключение. Там, где есть опасность попадания кистей рук под пресс или в ножницы при рубке, резке металла, устанавливают двухкнопочное включение станка, размещая кнопки на расстоянии 30-40 см друг от друга;

Нагрев корпусов подшипников во время работы не должен превышать 60 градусов;

На корпусах машин не должно накапливаться статическое электричество. Для этого они должны быть заземлены;

Общим для всех схм является правило: не производить их ремонт, регулировку, чистку, смазку пока не будет заглушен двигатель;

Прежде чем работать под поднятым гидравликой самосвальным кузовом, сельхоз орудием, под них должен быть установлен жесткий предохранительный упор на случай отказа гидравлики;

На случай забивания, заклинивания рабочих органов и во избежание их поломки машин снабжают предохранительными устройствами;

Утверждено

Гл. инженер\_\_\_\_\_ Ахметов И.Н.

## **Инструкция по безопасности труда для слесаря ремонтника.**

### **1. Общие требования.**

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение слесаря, после прохождения инструктажа БТ, прошедшие медосмотр.

Опасными и вредными факторами при выполнение работ являются: падение предметов, вращающиеся детали, острые кромки, недостаточная освещаемость, скользкие поверхности, загазованность, запыленность, шум, вибрация, электричество и т.д.

### **2. Требования перед началом работы.**

Одеть специальную одежду, подготовить рабочие место.

Проверить исправность приспособления, наличие инструментов.

Проверить крепление приспособления.

Внимательно осмотреть рабочие место, привести его в надлежащий порядок, убрать все мешающие работе посторонние предметы.

Убедится, что рабочее место достаточно освещено и свет не слепит глаза.

### **3. Требования во время работы.**

-Работать с приспособлением, имея практические навыки.

-Для освещения труднодоступных мест пользоваться электрическим светильником, напряжением 12В с защитной сеткой.

-Запрещается удлинять гаечные ключи присоединением другого ключа или трубы.

-На сборке совмещение отверстий проверяется бородками или специальными установочными приспособлениями, а не пальцами.

-Инструмент следует хранить в специальных стойках – пирамидах, чистыми, насухо протертыми.

### **4. Требования безопасности в аварийной ситуации.**

- При возникновении аварии необходимо прекратить работу.
- Принять меры по ликвидации аварийной ситуации.
- Предупредить вышестоящие органы.
- Для соблюдения безопасности необходимо использовать такие конструкции оборудования и машин, которые не допускают возгорания; электро безопасные инструменты, устройства молниезащиты зданий, защиту от электричества; производить контроль температуры нагрева поверхностей оборудования.

## **5. Требования безопасности по окончании работы.**

- Выключить все приспособления.
- Привести в порядок рабочие место, вычистить и убрать инструмент.
- Сообщить руководителю о недостатках имеющихся в работе.
- Снять спецодежду, вымыть лицо и руки теплой водой с мылом.

### **Ответственность**

За нарушение правил безопасности требований данного участка рабочий несет дисциплинарную, материальную и уголовную ответственность.

## **4.2 Мероприятия по охране окружающей среды**

Охрана природы первостепенная задача любого человека. Так как последствия от негативного воздействия плохой экологии это новые формы мутированных болезней, снижение качества продукции и питьевой воды. А все это очень негативно влияет на организм живого существа. Основными источниками загрязнения все еще остаются двигатели внутреннего сгорания, крупные промышленные предприятия компаний по добыче полезных ископаемых.

Не смотря на ужесточение правил по выхлопу токсичных веществ в отработавших газах и жесткие требования по выбросам в промышленных

предприятиях особого улучшения на сегодняшний день не наблюдается. Все это ведет к нежелательным последствиям и в конце то концов может наступить экологическая катастрофа.

Чтобы всего этого не было надо бережно относиться к природе. Существует очень много способов по минимизации воздействия на природу негативных последствий.

Даже элементарные мероприятия по охране окружающей среды могут повлиять на конечный результат. Поэтому при проектировании предприятий по техническому обслуживанию автомобилей на проектном уровне уже надо закладывать мероприятия по защите окружающей среды.

Например, предусмотреть зеленые насаждения вокруг предприятия, которые бы выполняли функцию легких, обеспечивая хоть малую долю по очистке воздуха. Также следует спроектировать систему по сбору и очистке сточных вод. Так как благодаря этой системе негативное воздействие практически сводится к минимуму.

В нашей стране на законодательной основе принят комплекс законов и мероприятий по охране окружающей среды. К сожалению, эти законы не всегда выполняются и наша задача контроль за их соблюдением.

При проведении технического обслуживания некоторые операции подразумевают работу с нефтепродуктами, смазочными материалами, техническими жидкостями и электролитами. Все эти эксплуатационные материалы при попадании на почву и на водоемы могут привести к серьезным последствиям. Поэтому утилизация таких эксплуатационных материалов должна быть строго по правилам и при присутствии контролирующих органов.

Соблюдение всех этих правил поможет нам сохранить наш прекрасный мир к будущим поколениям.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

### 5.1 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Для сравнения выбираем стенд Р-770 с ручным приводом.

При расчетах исходный Р-770 берём под индексом 0, а проектируемый под индексом 1.

В таблице 5.1 представлены исходные данные для расчета технико-экономических показателей.

Таблица 5.1—Технико-экономические показатели конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный Р-770	Проекти- руемый СРСД
Масса конструкции, кг	350	450
Балансовая стоимость, руб.	43550	40868,4
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Тарифная ставка, руб/чел*ч.	9,5	9,5
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	3	3
Годовая загрузка конструкции, ч	1920	1920
Энергопотребление, кВт	0	0,75

Металлоемкость процесса, кг/рем

$$M_e = \frac{G}{W_u \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} , \quad (5.1)$$

где  $T_{год}$ — годовая загрузка установки, ч;

$T_{сл}$ — срок службы, лет.

$$M_1 = 450 / (0,1 \cdot 1920 \cdot 10) = 0,23 \text{ кг/рем;}$$

$$M_0 = 350 / (0,09 \cdot 1920 \cdot 10) = 0,20 \text{ кг/рем.}$$

Фондоемкость процесса определяется:

$$F_e = \frac{C_0}{W_u \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{кл}}}, \quad (5.2)$$

где  $C_0$  – балансовая стоимость установки, руб.;

$$F_1 = 40868,4 / (0,1 \cdot 1920 \cdot 10) = 21,3 \text{ руб./рем;}$$

$$F_0 = 43550 / (0,09 \cdot 1920 \cdot 10) = 25,20 \text{ руб./рем.}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте в расчете на один ремонт двигателя:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\mathcal{E}} + C_{\text{pmo}} + A; \quad (5.3)$$

где  $C_{\text{зп}}$  – затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./рем.

$C_{\mathcal{E}}$  – затраты на электроэнергию, руб./рем;

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

$A$  – амортизационные отчисления по конструкции, руб./рем.

Затраты на оплату труда определяются из выражения:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e, \quad (5.4)$$

$$T_e = \frac{n}{W_u}, \quad (5.5)$$

где  $n$  – количество обслуживающего персонала

$$T_1 = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ чел. \cdot ч/рем}$$

$$T_0 = \frac{1}{0,09} = 11,1 \text{ чел. \cdot ч/рем}$$

$$C_{\text{зп}} = 30 \cdot 10 = 300 \text{ руб./рем}$$

$$C_{3n0} = 30 \cdot 11,1 = 333 \text{ руб./рем}$$

Затраты на ремонт и ТО (руб./ м<sup>3</sup>) определяют из выражения:

$$C_{pmo.1} = \frac{C_{\delta_1} \cdot H_{pto_1}}{100 \cdot W_{z1} \cdot T_{год}}; \quad (5.6)$$

$$C_{pmo.0} = \frac{C_{\delta_0} \cdot H_{pto_0}}{100 \cdot W_{z0} \cdot T_{год}},$$

где  $H_{pto_1}, H_{pto_0}$  – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{pto_1} = 40868 \cdot 3 / (100 \cdot 0,1 \cdot 1920) = 6,39 \text{ руб./ рем};$$

$$C_{pto_0} = 43550 \cdot 3 / (100 \cdot 0,09 \cdot 1920) = 7,56 \text{ руб./ рем.}$$

Затраты на амортизацию (руб./ м<sup>3</sup>) определяют из выражения:

$$A_1 = \frac{C\delta_1 \cdot a_1}{100 \cdot W_{z1} \cdot T_{год}}; \quad (5.7)$$

$$A_0 = \frac{C\delta_0 \cdot a_0}{100 \cdot W_{z0} \cdot T_{год}};$$

где  $a_1, a_0$  – норма амортизации, %

$$A_1 = 40868,4 \cdot 10 / (100 \cdot 0,1 \cdot 1920) = 21,28 \text{ руб./ рем};$$

$$A_0 = 43550 \cdot 10 / (100 \cdot 0,09 \cdot 1920) = 25,20 \text{ руб./ рем.}$$

Отсюда себестоимость работы на 1т. Масла

$$S_1 = 300 + 6,39 + 21,28 = 327,67 \text{ руб./рем},$$

$$S_0 = 333 + 7,56 + 25,20 = 365,76 \text{ руб./рем.}$$

Приведенные затраты на работу конструкции определяются по формуле

$$C_{прив} = S + E_n \cdot K = S + E_n \cdot F_e, \quad (5.8)$$

где  $E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

К- удельные капитальные вложения или фондаемкость процесса, руб./рем

Принимая во внимание, что  $E_n = 0,15$  находим

$$C_{\text{прив 1}} = 327,67 + 0,15 \cdot 21,3 = 330,86 \text{ руб/рем}$$

$$C_{\text{прив 0}} = 365,76 + 0,15 \cdot 25,20 = 369,54 \text{ руб/рем}$$

Годовая экономия в рублях определяется:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{z1} \cdot T_{\text{год}}, \quad (5.9)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (365,67 - 327,67) \cdot 0,1 \cdot 1920 = 7296 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив 0}} - C_{\text{прив 1}}) \cdot W_{z1} \cdot T_{\text{год}}, \quad (5.10)$$

$$E_{\text{год}} = (369,54 - 330,86) \cdot 0,1 \cdot 1920 = 7426,56 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений:

$$T_{ok} = \frac{C\delta}{\mathcal{E}_{\text{год}}} = 40868,4 / 7296 = 5,6 \text{ лет.} \quad (5.11)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{ok}} \quad (5.12)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{5,6} = 0,178$$

В таблице 5.2 представлена сравнительная технико-экономическая оценка эффективности конструкции.

Таблица 5.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
	Исходный	Проект	
1	2	3	4
Часовая производительность, рем/ч	0,09	0,1	10
Фондоемкость процесса, руб./рем	25,20	21,3	-18,3
Металлоемкость процесса, кг/ рем	0,20	0,23	13
Трудоемкость процесса, чел·ч/рем	11,1	10	-11
Уровень эксплуатационных затрат, руб./рем	365,76	327,67	-11,6
Уровень приведенных затрат, руб./рем	369,54	330,86	-11,7
Годовая экономия, руб.	-	7296	-
Годовой экономический эффект, руб.	-	7426,56	-
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	5,6	-
Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,178	-

Вывод: разработанный нами стенд для разборки-сборки по теоретическим расчетам является экономически эффективной, так как расчетный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет  $5,6 < 7$  лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В сложившихся современных условиях экономических отношений в Российской Федерации и в частности в республике Татарстан наблюдается снижение уровня механизации и объемов производства, старение основных фондов предприятий. Поэтому для устойчивой и эффективной работы сельскохозяйственных предприятий наиболее остро встает вопрос о совершенствовании системы ремонта и технического обслуживания машин.

Данный вид работ раньше выполняли специализированные ремонтно-обслуживающие предприятия. Однако в годы реформирования экономики страны сервисная база претерпела существенные изменения. Наблюдается переориентация сервисных предприятий на другие работы и обслуживание несельскохозяйственных потребителей. Система комплексного управления сервисной службой нарушена, предприятия технического сервиса реформируются. Некоторые расширяют номенклатуру услуг, изменяют формы взаимоотношений с клиентами, другие перепрофилируются или закрываются. Качество технического сервиса машин в АПК остается на низком уровне, обслуживание и ремонт производят с нарушением требований нормативно-технической документации. Основными причинами этого являются несоблюдение регламентных работ, отсутствие диагностического и технологического оборудования, запасных частей, топливно-смазочных и ремонтно-технических материалов. Организации которые проводят ТО тракторов, не укомплектованы мастерами-наладчиками, диагностическое оборудование выработало свой амортизационный срок и не соответствует требованиям, определяющим качественное проведение диагностирования. Техническое обслуживание и ремонт машин проводятся, как правило, не в полном объеме из-за отсутствия нужного оборудования и материалов.

В результате проведенных проектных работ был сконструирован конструкция кантователя для разборки и сборки двигателей КамАЗ. Экономический анализ показал, что их внедрение позволит получить годовой

экономический эффект 7426 руб., при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 5,6 года.

Также в материалах выпускной квалификационной работы были предложены рекомендации по повышению безопасности жизнедеятельности и снижения вредных выбросов в окружающую среду.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автомобили КамАЗ:Техническое обслуживание и ремонт/ А 22 В.Н.Барун, Р.А.Азаматов,Т.А.Трынов и др.-М:Транспорт,1984.251с,ил,табл
2. Автомобиль КамАЗ типа 6х6 .Руководство по эксплуатации-М.:Машиностроение,1988
3. Анализ и диагностика финансово- хозяйственной деятельности предприятия. Зинин Н.Е., Соколова В.Н.- М.:Колос, 2004.-384с
4. Барлялов В.А., Дорофеев А.К., Тиминов В.П., Тембуровский П.Л. и др. Учебное пособие-Самарканд.СВВАКУ,1987
5. Барун В.Н., Азаматов В.А., Трынов В.А. и др. Автомобили КамАЗ. Техническое обслуживание и ремонт- М:Транспорт,1984
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Дипломное проектирование: Учебно- методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие
8. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. «Безопасность жизнедеятельности на производстве». М.: КолосС, 2003 г.
9. Коробейник А.В.Ремонт автомобилей/серия «Библиотека автомобилист».Ростов н/Д :Феникс 204-288.
10. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. Серый Н.С., Смелов А.П., Черкун В.Е.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1991- 184с

11. Осинов Г.Л., Енисеев А.Н., Тихуля В.Г. Двигатель КамАЗ-740 Устройство и техническое обслуживание. Учебное пособие самарканд.:СВВАКУ,1986.
12. Петров В.В.Ремонт автомоблей и двигателей М.:Академия 2005-224с.
13. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604с.
14. Устройство и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ.М., «Транспорт» ,1976.392 С Авт. Э.В.Унгер, В.И.Левин ,С.Я.Этманов , И.М.Машатин.
15. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34с
16. Юрковский И.М., Толпигин В.А. Автомобиль КамАЗ. Устройство, техническое обслуживание,эксплуатация.-М.:ДОСААФ,1975.

# СПЕЦИФИКАЦИИ



BKP 23.03.03.582.18.PKK.00.00.00

Лист

Kopropočit

Формат А4

Лист патрн	Стрт №	Формат	Обозначение		Наименование	Кол	Примечание
			Экс-д	Л.д.			
<u>Документация</u>							
A3			VKP 23.03.03.582.18.PKK.00.00.00 СБ		Сборочный чертеж		
<u>Сборочные единицы</u>							
1	VKP 23.03.03.582.18.PKK.00.01.01				Зажим	2	
<u>Детали</u>							
4	VKP 23.03.03.582.18.PKK.00.01.05				Планка направляющая	1	
<u>Стандартные изделия</u>							
9					Болт М20x100 ГОСТ 7798-70	4	
10					Гайка М20 ГОСТ 5915-70	4	
11					Шайба 20Н ГОСТ 6402-70	4	
<u>VKP 23.03.03.582.18.PKK.00.01.00</u>							
Изн	Лист	№ докум	Подп	Лист			
Разраб	Костин И.П.						
Пров	Нурмиев А.А.						
Нконтр.	Ликмуллин Г.В.						
Утв	Хофизов К.А.						
<i>Кронштейн</i>					Лист	Лист	Листов
							1
					Казанский ГАУ каф. ТАиЗУ запчасти отделение группа 3451с		
					Формат А4		

