

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект организации ремонта автотракторных двигателей с разработкой стенда для ремонта двигателей

Шифр ВКР 35.03.06.427.20 СРД.00.00.00.ПЗ

Студент группы Б252-02


подпись

Саляхов Р.Д.

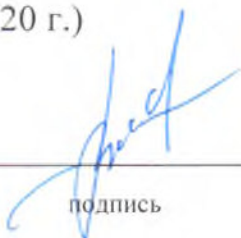
Руководитель д.т.н., профессор


подпись

Яхин С.М.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 13 от 16. 06 2020 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент


подпись

Пикмуллин Г.В.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технический сервис в АПК

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой
_____/ Пикмуллин Г.В./
« 22 » 03 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Саляхову Р.Д.

Тема ВКР: Проект организации ремонта сельскохозяйственной техники с разработкой стенда для разборки ведущего вала

утверждена приказом по вузу от « 22 » мал 2020 г. № 170

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 15.06.2020

3. Исходные данные: Нормативно справочная литература, технологические карты.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности КПП трактора К-700; 2. Разработать производственный процесс ремонта автотракторной техники. Разработать технологический процесс восстановления раздаточного вала коробки передач; 3. Разработать установку для разборки ведущего вала; 4. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 5. Произвести технико-экономическую оценку конструкции.

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – Планировка проектируемой мастерской. Лист 2 – Ремонтный чертеж раздаточного вала коробки передач трактора К-700. Лист 3 – Технологические карты на восстановление. Лист 4 – Сборочный чертеж установки для разборки ведущего вала. Лист 5,6 – Рабочие чертежи деталей.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	к.т.н., доц. Гаязиев И.Н.
Конструктивная часть	к.т.н., доц. Марданов Р.Х.

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел выпускной работы	16.05.2020	
2	2 раздел выпускной работы	28.05.2020	
3	3 раздел выпускной работы	12.06.2020	

Студент _____ (Саляхов Р.Д.)

Руководитель ВКР _____ (Яхин С.М.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Саляхова Р.Д. на тему «Проект организации ремонта автотракторных двигателей с разработкой стенда для ремонта двигателей».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 1 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает 19 рисунков и 13 таблиц. Список использованной литературы содержит 30 наименований.

В первом разделе даны описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ и обзор существующих конструкций стендов для разборки и сборки двигателей.

Во втором разделе разработан производственный процесс ремонта двигателей. Разработан технологический процесс восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления коленчатого вала. Спроектированы мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

В четвертом разделе разработан стенд для ремонта двигателей для разборки и сборки двигателей. Подсчитано экономическое обоснование конструкции.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Salyakhova R. D. on the topic "Project of organization of repair of automotive engines with the development of a stand for engine repair".

The final qualifying work consists of an explanatory note on sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, six sections, and a conclusion, and includes 19 figures and 13 tables. The list of references contains 30 titles.

The first section provides a description of the device, an analysis of the operation and characteristics of the causes of loss of performance of the KAMAZ crankshaft, and an overview of existing stand designs for disassembly and Assembly of engines.

In the second section, the production process of engine repair is developed. The technological process of restoring the crankshaft of the KAMAZ engine was developed, the necessary equipment and tools were selected, and the technology of restoring the crankshaft was proposed. Designed measures for life safety.

In the fourth section, a stand for engine repair has been developed for disassembly and Assembly of engines. Calculated the economic justification of the design.

At the end, the General conclusions on the final work are given.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ.....	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ	
1.2 Разработка структурной схемы блока цилиндров автомобиля КАМАЗ.....	
1.3 Обзор существующих конструкций стендов для ремонта двигателей.....	
1.4 Обоснование конструкторской разработки.....	
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ	
2.1 Обоснование производственной программы цеха по ремонту двигателей.....	
2.2 Выбор режима работы и расчет фондов времени цеха.....	
2.3 Расчет такта ремонта двигателей	
2.4 Совершенствование технологии и организации ремонта двигателей.	
2.5 Реконструкция цеха	
2.5.1 Состав цеха.....	
2.5.2 Расчет штата цеха.....	
2.5.3 Расчет в потребности и подбор основного технологического оборудования	
2.5.4 Расчет производственных площадей	
2.6 Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ.....	
2.6.1 Выбор рационального способа восстановления дефектов коленчатого вала	
2.6.2 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления коленчатого вала КАМАЗ	
2.6.3 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования.....	

2.6.4 Разработка операционной технологии накатки галтелей шатунных шеек коленчатого вала.....	
2.7 Анализ вредных производственных факторов, влияющих на человека.....	
2.8 Физическая культура на производстве	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Устройство и принцип работы стенда для ремонта двигателей	
3.2 Прочностные расчёты стенда	
3.2.1 Расчёт требуемого усилия гидроцилиндра.....	
3.2.2 Расчёт ведомого вала на изгиб	
3.2.3 Проектный расчет вала.....	
3.2.4 Расчёт червячной передачи.....	
3.2.5 Расчет рукоятки.....	
3.3 Техника безопасности при работе на стенде для ремонта двигателей.....	
3.4 Экономическое обоснование конструкции	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство России располагает системой ремонтно-обслуживающих предприятий, но их услуги для хозяйств очень дороги. Поэтому задача по совершенствованию инженерной службы на селе остается весьма актуальной. Очень велики потери по причине машин из строя, их невысокого ресурса, неудовлетворительного качества ремонта.

Задачи технического перевооружения народного хозяйства и интенсификации производства непосредственно относятся к ремонтной службе хозяйств.

В настоящее время большой объем ремонтных работ выполняется в мастерских хозяйств, так как приобретение новой техники затруднительно, а услуги специализированных предприятий очень дороги. Для своевременного выполнения ремонта техники мастерские должны быть обеспечены необходимым оборудованием и квалифицированными рабочими кадрами.

Важное значение имеют правильная организация труда, совершенная технология ремонта машин и последующий контроль качества ремонта.

Главной задачей автомобильного транспорта является полное, качественное и своевременное удовлетворение потребности в перевозках при минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов. Автотранспортом в России перевозится около 80% общего грузового объема перевозок. Таким образом, доля грузового автотранспорта является весьма значительной и его количество с каждым годом только возрастает. Существует большое количество способов восстановления деталей как давно применяющихся, так и перспективных и экспериментальных. В процессе восстановления происходит придание детали изначальных размеров, геометрической формы и поверхностных свойств. Следует различать основные и вспомогательные способы восстановления деталей. К основным относят способы: ремонтных размеров, дополнительных деталей, давления, сварки и наплавки, металлизации, хромирования, железнения. Наиболее

известными из перспективно-развивающихся способов восстановления деталей являются газоплазменное и детонационное напыление. Данные способы восстановления широко применяются при ремонте. Коленчатый вал – одна из наиболее ответственных, дорогостоящих, а также сложных в ремонте деталей. Целью данной выпускной квалификационной работы является организации ремонта автотракторных двигателей с разработкой стенда для ремонта двигателей, разработка технологии восстановления коленчатого вала двигателя КамАЗ обеспечением повышенной долговечности.

1 АНАЛИЗ РАБОТЫ СОПРЯЖЕНИЯ И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ ДЛЯ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности коленчатого вала автомобиля КАМАЗ

Выпуск мотора для грузовиков Камского автозавода был начат в 1975 году и это был первый двигатель для КамАЗов. Этот двигатель имеет 8-ми цилиндровый чугунный V-образный блок цилиндров с углом развала 90° со смещением рядов цилиндров на 29,5 мм и с мокрыми чугунными гильзами. В блок установлен стальной коленчатый вал с ходом поршня 120 мм, диаметр коренных шеек 95 мм, а шатунных 80 мм. Шатуны сделаны из стали (длина 225 мм), поршни из алюминия (их высота 75,7 мм), и они имеют смещение камеры сгорания на 5 мм от центра.



Рисунок 1.2 – Внешний вид двигателя Евро-2 КамАЗ-740.

Диаметр поршневого пальца 45 мм. Сверху блока установлены отдельные чугунные головки на каждый цилиндр отдельно, каждая головка имеет по 2 клапана. Диаметр тарелок впускных клапанов 51,6 мм, а

выпускных 46,6 мм. Распределительный вал находится в блоке цилиндров и приводит клапаны в действие посредством штанг, толкателей и коромысел. Привод распределительного вала шестеренчатый от коленчатого вала.

Самым ответственным элементом в конструкции двигателя является коленчатый вал, работа которого осуществляется под воздействием динамических и ударных деформаций, вибраций, а также колебаний и высоких температур. Если шатуны или блоки имеют дефекты в геометрии, то ресурс работы коленчатого вала будет значительно уменьшен. Но если сборка двигателя осуществлялась грамотно, а сам коленвал изготовлен качественно, то ресурс его работы будет большим. Коленчатый вал необходимо проверить перед тем, как он будет установлен в двигатель. Причем независимо от того, новый он или ремонтный.

Коленчатый вал автомобильных и тракторных двигателей являются одним из самых сложных, наиболее ответственных, дорогостоящих, тяжелонагруженных, а также сложных в ремонте деталей.

При работе коленчатые валы испытывают циклические нагрузки вызывающие напряжения кручения и изгиба в сочетании с динамическими нагрузками, а поверхность коренных и шатунных шеек – изнашивание при трении скольжения.

Коленчатый вал двигателя КамАЗ изготавливают из стали 45. Он состоит из шатунных и коренных (опорных) шеек, щек, носка (передней части) и хвостовика (задней части). Коренные и шатунные шейки вместе со щеками образуют кривошип.

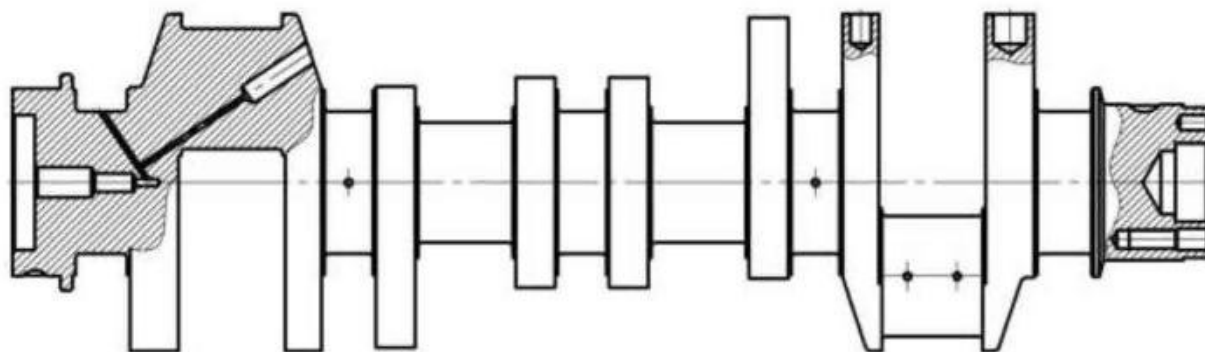


Рисунок 1.2 - Коленчатый вал в сборе КамАЗ – 740.

Коленчатый вал работает в условиях периодических нагрузок от сил давления газов, сил и моментов инерции, которые в совокупности вызывают значительные скручивающие и изгибающие моменты, а также крутильные продольные колебания вала, создающие при резонансе дополнительные напряжения

В процессе работы за счет присутствующих усилий и нагрузки коленчатый вал приобретает множество выбраковочных дефектов. Но практика показала, что основным выбраковочным параметром коленчатого вала на предприятии является износ коренных и шатунных шеек. При сравнительно небольшой наработке до капитального ремонта грузовых автомобилей семейства КамАЗ и автобусов НефАЗ, на которых установлен двигатель КамАЗ – 740 себестоимость ремонта двигателя в этом случае резко возрастает. Так как наиболее дорогостоящей и быстро изнашиваемой деталью двигателя является коленчатый вал.

Тяжелые условия работы коленчатого вала (большие нагрузки, инерционные усилия, крутильные колебания и усилия) предъявляют высокие требования при восстановлении. Эти условия работы вызывают и значительные износы, задиры, трещины и деформации.

Основные дефекты коленчатых валов:

1. Изгиб вала;
2. Износ посадочных мест и шпоночных канавок под шестерню или шкив вала;
3. Повреждение или износ резьбы под храповик;
4. Износ отверстий или резьбы во фланце для крепления маховика;
5. Износ шеек и т. д.

Износ шеек коленчатого вала.

Данный недостаток возникает в результате нарушенной правильной розстановки деталей блока. В данном случае следует осмотреть места под подшипники. Шейка коленвала изнашивается в результате того, что вал «болтается», и тогда он подвергается воздействию увеличенных нагрузок.

Еще одна причина слишком быстрого износа шеек – это материал невысокого качества самого коленвала. Желательно приобретать запчасти для машин у известных и проверенных поставщиков и производителей, чтобы не попасть на подделку или детали низкого качества. Особенно большим ресурсом обладают коленчатые валы из высокопрочного чугуна. Если же производитель при изготовлении вала использовал сталь либо мягкий серый чугун, то ресурс работы вала будет небольшим.

Коленчатые валы выбраковывают при трещинах и отслаивании металла на поверхностях шеек, если их нельзя устранить шлифованием под ремонтный размер или при любых трещинах в щеках вала. Коленчатый вал также выбраковывают при износе коренных и шатунных шеек, выходящем за пределы последнего ремонтного размера.

Коренные и шатунные шейки коленчатых валов, а так же галтели подвергаются контактному изнашиванию. Коренные и шатунные шейки изнашиваются неравномерно. Шатунные шейки в результате износа по окружности приобретают эллипсность, а по длине конусность.

Наибольший износ шатунных шеек наблюдается по линии поверхности, обращенной к оси вала. Коренные шейки, как правило, по длине изнашиваются равномерно, а по окружности на овал.

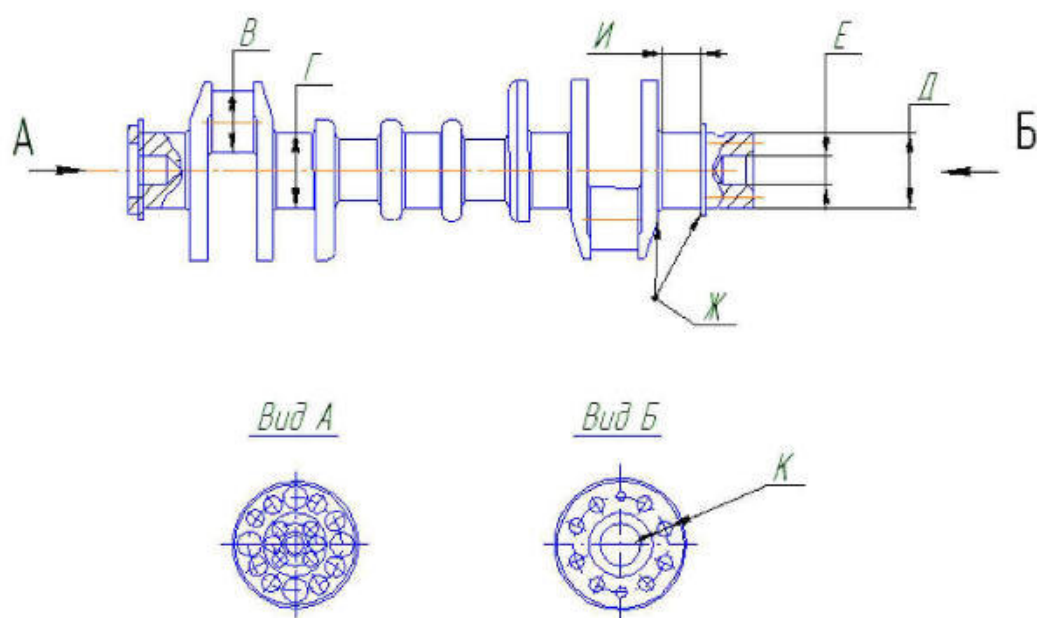


Рисунок 1.3 - Дефекты коленчатого вала автомобиля КамАЗ-740.

Прогиб коленвала.

Зачастую такой дефект характерен для валов тяжелой строительной и сельскохозяйственной техники. Также прогнуться может вал, который был сделан из материала низкого качества, то есть из мягкого чугуна. Если анализ показал деформацию вала более 0,1 миллиметр, то необходимо выполнить его выпрямление.

Устранение царапин на шейке коленвала.

Нельзя путать царапины с усталостными трещинами. Отличить их достаточно просто: если взять лупу и осмотреть царапину, то можно увидеть светлое дно, а в трещинах дно будет иметь темный цвет. Также царапину можно удалить простой полировкой, в то время как трещины таким методом не удаляются. Еще одним важным отличием царапины от трещины является ее форма: она является прямой, а трещина зачастую характеризуется ломаной линией.

Если царапины неглубокие, то можно осуществить полировку шеек коленвала, но при глубине царапины свыше 5 мкм придется шлифовать поверхность на следующий ремонтный размер. Перед дальнейшей эксплуатацией двигателя необходимо заменить масло и масляный фильтр. Не помешает произвести проверку шатунов на эллипсность.



Рисунок 1.4 - Царапины на коленчатом вале.

Трещины в шейке коленчатого вала.

Данный дефект считается одним из серьезнейших, ведь трещины могут стать причиной возникновения излома, это, повлияет и на детали, сопряженные с коленвалом. Коленчатый вал с трещинами (вне зависимости от их размеров и места расположения) необходимо заменить, ремонтировать его нельзя.

Восстановление коленчатого вала производится после ресурсной эксплуатации с перешлифовкой шеек на 4 ремонтных размера.

Ремонтные размеры коленчатого вала показаны в таблице 1.1, а величины допускаемых биений – в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Ремонтные размеры коленчатого вала КамАЗ – 740.

Номинальный размер, мм	Ремонтный размер 1	Ремонтный размер 2	Ремонтный размер 3	Ремонтный размер 4
$\varnothing 95 \pm 0,011$	$94,5^{+0,015}_{-0,010}$	$94^{+0,015}_{-0,010}$	$93,5^{+0,015}_{-0,010}$	$93^{+0,015}_{-0,010}$
$\varnothing 80 \pm 0,0095$	$79,5^{+0,015}_{-0,010}$	$79^{+0,015}_{-0,010}$	$78,5^{+0,015}_{-0,010}$	$78^{+0,015}_{-0,010}$
$36,2 \pm 0,05$	$36,2^{+0,08}$	или	$36,5^{+0,08}$	

Таблица 1.2 Величины допустимых для ремонта биений средней коренной шейки относительно крайних в зависимости от ремонтного размера

Ремонтный размер	Величина биения, мм
Номинал	0,90
1	0,65
2	0,40
3	0,15

Из всех поступающих в капитальный ремонт двигателей КамАЗ износ и другие повреждения поверхности коренных и шатунных шеек имеют 100% коленчатых валов. Доля остальных дефектов существенно меньше и зависит от общего времени работы коленчатого вала.

Необходимо выбрать такой способ восстановления, который будет удовлетворять таким характеристикам как высокая производительность,

минимальные потери присадочного материала, минимальное термическое влияние на деталь и высокий коэффициент долговечности.

1.2 Разработка структурной схемы блока цилиндров автомобиля КАМАЗ

Составление структурной схемы разборки начинают с изделия в сборе, в нашем случае клапана выпускного. Узлы, сборочные единицы и детали заключаются в прямоугольники, в которых помимо названия указывают номер детали и количество.

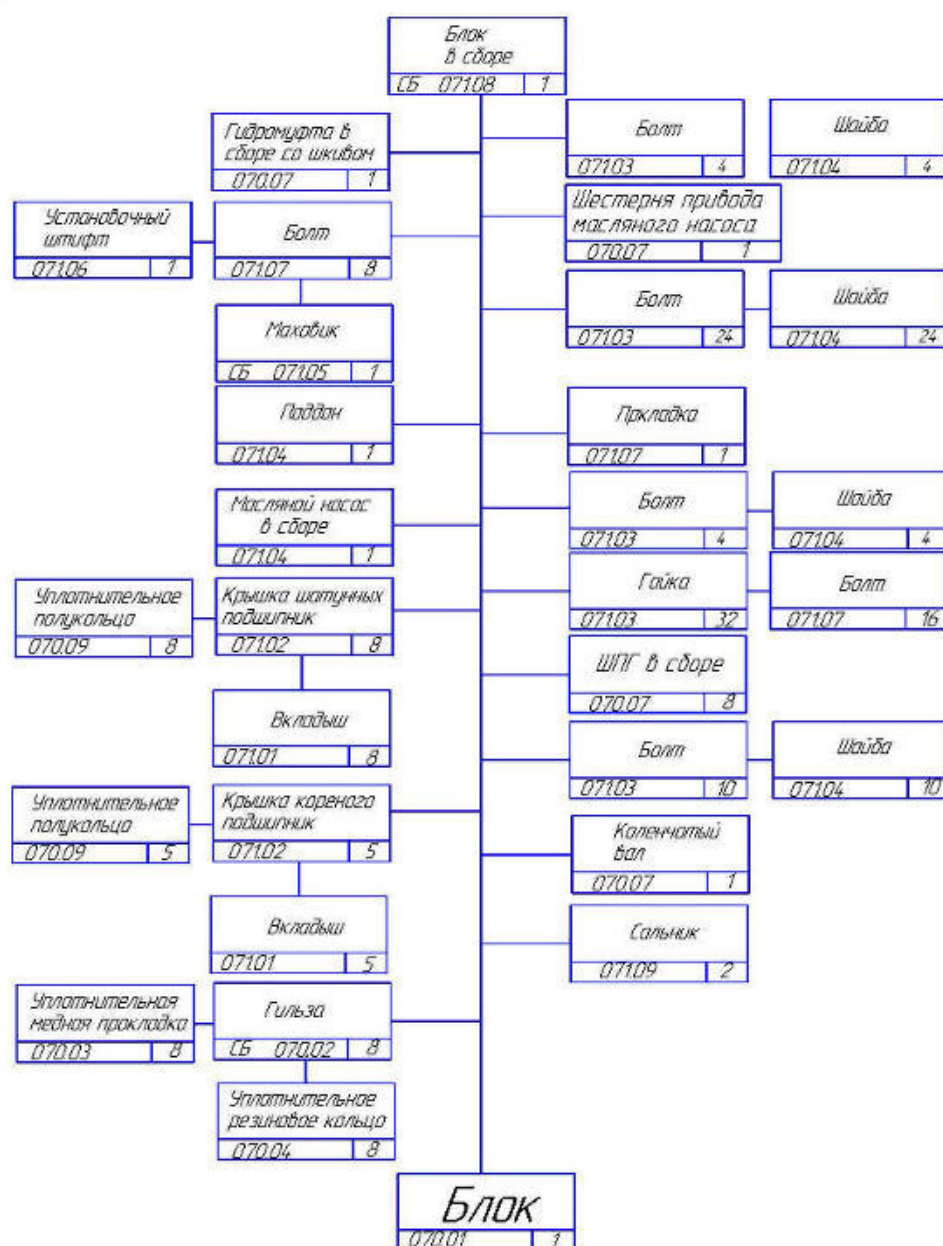


Рисунок 1.5 - Структурная схема разборки блока цилиндров автомобиля КАМАЗ.

1.3 Обзор существующих конструкций стендов для ремонта двигателей

Многие сервисы предлагают виды услуг, так или иначе связанные с двигателями автомобилей. Замена некоторых запчастей данного агрегата требует большого пространства для более удобных условий работы. Однако, под капотом современных автомобилей, из-за изобилия различных электронных средств иногда сложно даже руку просунуть. Поэтому, в некоторых случаях, для удобства ремонта двигатель необходимо извлекать из подкапотного пространства и наклонять под нужным углом.

Для облегчения труда и ускорения процесса ремонта используют кантователи. Они были специально созданы для взвешивания, перемещения и ремонта моторов автомобилей.

Кантователи двигателя

Это мобильное или стационарное приспособление для ремонта двигателя в автосервисе. Позволяет подвесить двигатель или КПП для дальнейшей разборки агрегата. Использование стенда для разборки двигателя позволяет кантовать ДВС вокруг своей оси на 360 град.

Кантование двигателя производится вручную или электромотором с червячным редуктором.

С помощью зажимов двигатель фиксируется на стенде и далее происходит его разборка.

По конструкции рамы стенды для сборки разборки классифицируются на:

Т-образные. Не тяжелые, но и не очень устойчивые. Эти модели рекомендуются для ремонта двигателей микролитражек.

П-образная рама. Такие стенды более устойчивы к переворачиванию. Такие стенды нужны для ремонта двигателей легковых машин, внедорожников и т.п.

Полностью сварная рама. Эти станды в основном изготавливаются в России и имеют максимальную грузоподъёмность и возможности для ремонта раздаточных коробок, мостов и пр.

С целью экономии места станды часто изготавливают со складной рамой.

Классификация по весу двигателя:

Нагрузка до 500кг. Такие станды для ДВС легковых авто.

Нагрузка 500-1000кг. Применяются в автосервисах по ремонту двигателей легковых машин, микроавтобусов и лёгких грузовиков.

Вес мотора свыше 1т. Этот тип стандов используется для обслуживания двигателей и КПП грузовых автомобилей, автобусов.

Для ремонта V-образных двигателей для отечественных, импортных грузовиков, КПП, мостов, раздаточных коробок рекомендуется использовать кантователь рамного типа Р-770 или Р-776.

1.3.1 Кантователь AE&T T63005

Особенности кантователь AE&T T63005 (рисунок 1.4) заключаются в том что высота опорной тележки позволяет свободно ей проезжать под днищем автомобиля, благодаря чему кантователь можно располагать вплотную к моторному отсеку автомобиля, прочная конструкция несущей рамы и фиксатора, хорошая маневренность станда за счет поворотных колес.



Рисунок 1.6– Кантователь AE&T T63005.

Технические характеристики кантователя AE&T T63005 представлены в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Технические характеристики кантователя AE&T T63005.

Наименование	Значение
Нагрузка, кг	900
Высота, мм	815
Масса нетто/брутто, кг	38/40
Габариты, мм	1200x600x1400

Основным недостатком данного стенда является отсутствие регулировки по высоте. Положительным является то, что крестовина имеет маленький габаритный размер и малую массу, причем обладает достаточной жесткостью.

1.3.2 Кантователь OMCN 219

Кантователь OMCN 219 (рисунок 1.5) предназначен для разбора двигателей и коробок передач. Кантователь двухстоечный, мобильный, г/п 300 кг. Двойная вращающаяся опора служит для вращения ремонтируемого

объекта, для его фиксации в необходимой плоскости. Так же стенд снабжен инструментальной ванночкой и нейлоновыми колесами Ø 80 мм.



Рисунок 1.7 – Кантователь OMCN 219.

Технические характеристики кантователя OMCN 219 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические характеристики кантователя OMCN 219.

Наименование	Значение
Длина, мм	755–1120
Ширина, мм	710
Высота, мм	930
Вес, кг	54
Грузоподъемность, кг	300

Преимуществом данного стенда является наличие инструментальной ванночки, и хорошей устойчивости, за счет регулируемых винтов. Недостатком стенда является отсутствие регулировки по высоте, а также нет в наличие поддона для сбора отработанного масла.

1.3.3 Стенд–кантователь R11

Стенд–кантователь R11 (рисунок 1.6) служит для ремонта узлов тракторов и автомобилей с регулируемой длиной и двумя планшайбами

креплением. Каждая планшайба имеет по 2 регулируемых кронштейна крепления. Вращение – вручную с помощью рукоятки и редуктора. Крепкая и основательная конструкция стапеля.



Рисунок 1.8 – Стенд–кантователь R11.

Технические характеристики стенда–кантователя R11 представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические характеристики стенда–кантователя R11.

Наименование	Значение
Грузоподъемность стапеля	1200 кг
Высота стапеля	1115 мм
Ширина	900 мм
Общая длина стапеля	1490–2190 мм
Расстояние между планшайбами	930–1630 мм
Вес	206 кг

Преимуществом данного стенда является большая грузоподъемность, недостатками – сложность конструкции, отсутствие регулировки по высоте.

1.3.4 Кантователь «Сорокин» Т26801

Кантователь «Сорокин» Т26801 (рисунок 1.7) одностоечный складной, предназначен для вывешивания узлов тракторов и автомобилей с дальнейшим проведением работ по их диагностике и ремонту. Возможна транспортировка узлов внутри помещения. Н-образная рама. Механический привод.



Рисунок 1.9– Кантователь «Сорокин» Т26801.

Технические характеристики кантователя «Сорокин» Т26801 представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Кантователь «Сорокин» Т26801.

Наименование	Значение
Грузоподъемность, кг	680
Размеры, мм	860x420x1160
Вес брутто, кг	35,3
Чистый вес, кг	33,6
Масса, кг	150

Недостатком данного кантователя является отсутствие регулировки по высоте, маленькая грузоподъемность. Преимуществом – является, маленькие габаритные размеры, легкость транспортировки.

1.3.5 Кантователь (Патент RU 167026)

Полезная модель относится к устройствам для кантования изделий на угол от 0° до 360° при технологической обработке (механическая обработка, сварка, окраска и т.п.), сборке различных узлов и изделий в том числе, с возможностью точного позиционирования (фиксированного поворота) относительно общей горизонтальной оси кантования и возможностью перемещения изделий в технологическом процессе в горизонтальной плоскости по произвольной трассе.

Кантователь содержит: основание, вертикальные стойки, диск определения угла поворота, трубопровод подвода сжатого воздуха соединенный с краном подачи сжатого воздуха по трубопроводам в аэростатические опоры, а на вертикальных стойках установлены захватные устройства, одно из захватных устройств соединено с диском определения угла поворота, штурвалом и механизмом фиксации угла поворота соединенным с педалью.

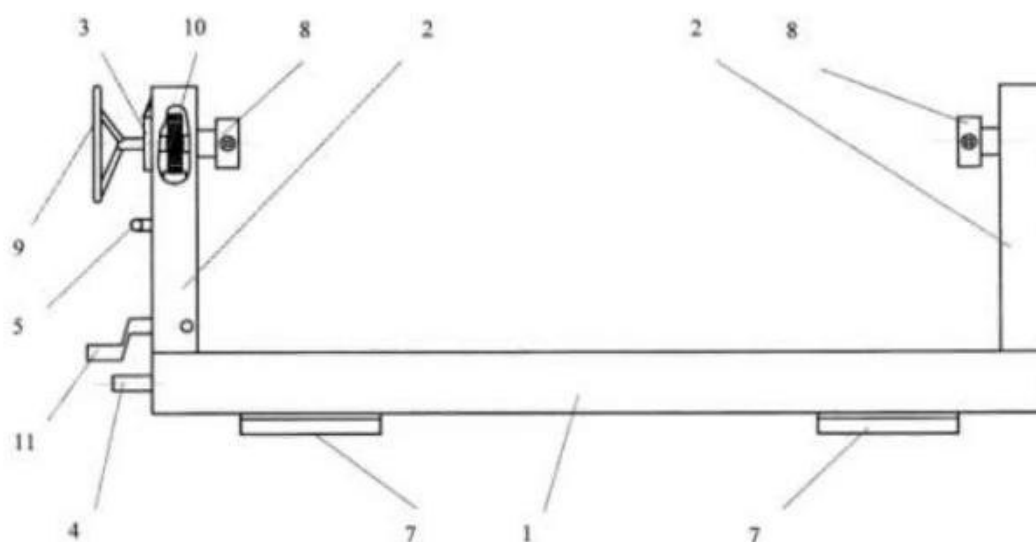


Рисунок 1.10 – Кантователь (Патент RU 167026)

1.3.6 Кантователь (Патент RU №33591)

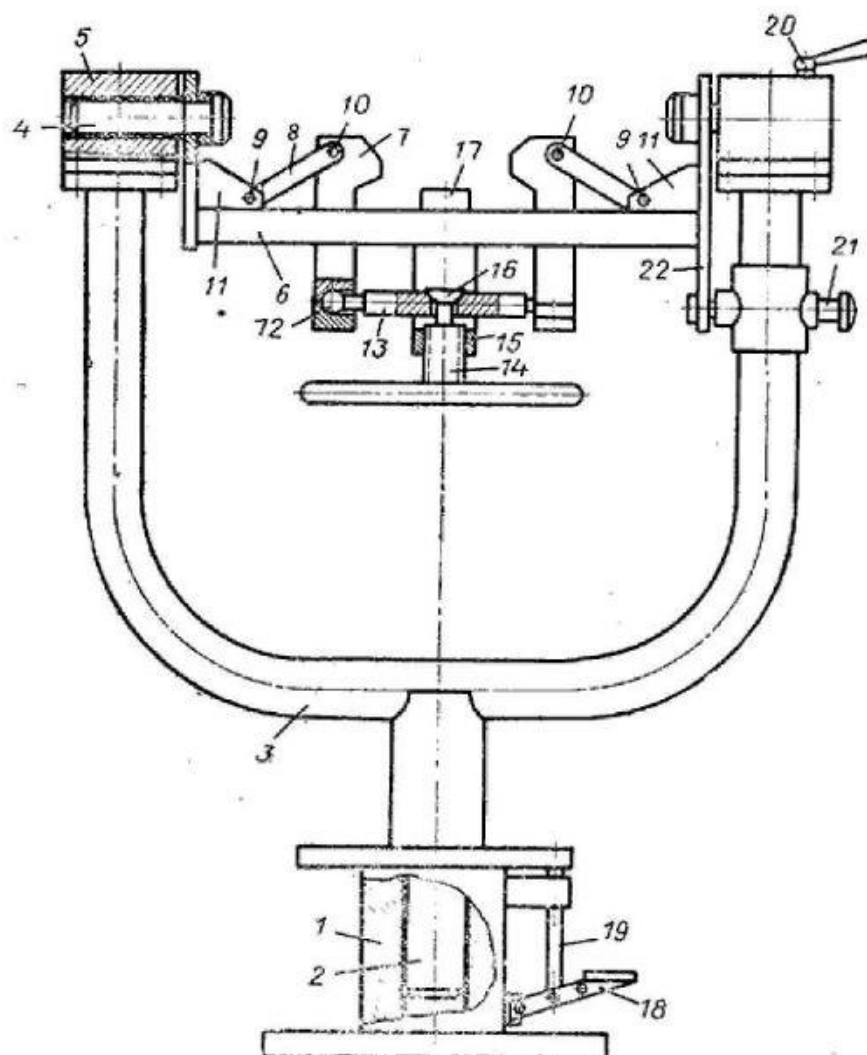
Известен кантователь (Патент RU №33591. МПК: E04C 3/04. Оpubл. 27.10.2003), включающий взаимосвязанные между собой и смонтированные на основании установочный корпус с функциональными узлами - узел размещения металлоконструкций, узел фиксации с упорами, узел поворота и привод, установочный корпус выполнен в виде смонтированных на концах корпуса связанных между собой соединительной штангой и приводом нижних и верхних полуколец с расположенными на боковых стенках диаметрально узлами соединения и установленными по периметру каждого полукольца между стенками опорными пальцами, а узел размещения металлоконструкций выполнен с расположенными параллельно узлу соединения диаметрально противоположно на каждом нижнем и верхнем полукольце соответственно прямоугольного проема и упорной балки с зеркально смонтированными в горизонтальной плоскости и вертикально установленным по оси симметрии винтовыми упорами и дополнительных проемов для элементов металлоконструкции.

Недостатком устройства является то, что оно имеет сложную конструкцию и не позволяет точно фиксировать изделие в процессе механической обработки и не обладает мобильностью.

1.3.7 Кантователь грузов (Патент № 469660)

Изобретение относится к подъемно-транспортному машиностроению и может быть использовано непосредственно в кантователях грузов, преимущественно блоков двигателей. Цель изобретения — повышение производительности работы кантователя. Для этого в кантователе вилка выполнена поворотной в горизонтальной плоскости, и на ее концах посредством осей смонтирована горизонтальная рама, поворотная в вертикальной плоскости и снабженная механизмом для фиксации груза. Механизм для фиксации груза может быть выполнен в виде Г-образных

захватов, верхние концы которых смонтированы на раме посредством шарнирных рычагов, а нижние установлены на шаровых концах траверсы, снабженной упором для груза и приводным винтом с шаровой головкой.



1 - основание, 2 - вертикальная ось, 3 - вилка, 4 - ось, 5 - подшипник, 6 - рама, поворотная в вертикальной плоскости и снабженная механизмом для фиксации груза, 7 - Г-образные захваты, 8 - шарнирные рычаги, 9, 10 - ось, 11 - кронштейн, 12 - шаровые концы, 13 - траверса, 14 - приводной винт, 15 - отверстие гайки, 16 - сферическая головка, 17 - упор, 18 - педаль, 19 -фиксатор, вилки 3 в горизонтальной плоскости, 20 - фиксатор, смонтированный на одном из концов вилки, 21 - фиксатор для фиксации рамы через каждые 90°, 22 -планка, смонтированный на конце вилки и взаимодействующий с осью.

Рисунок 1.11 - Кантователь грузов (Патент № 469660).

1.3.8 Кантователь (Патент RU №131358)

Известен кантователь (Патент RU №131358. МПК: B62B 3/04. Оpubл. 20.08.2013), содержащий основание, на котором закреплены вертикальные стойки, грузовую платформу, привод кантования грузовой платформы, установленный на одной из стоек, каждая стойка оснащена диском, установленным с возможностью поворота относительно общей горизонтальной оси кантования, а грузовая платформа смонтирована на дисках с возможностью ее перестановки для приведения центра масс грузовой платформы с грузом к оси кантования.

Задачей полезной модели является повышение эффективности труда.

Техническим результатом является: упрощение конструкции, обеспечение точного позиционирования изделия при кантовании (поворота относительно общей горизонтальной оси кантования), возможностью легкого перемещения кантователя и его вращения в горизонтальной плоскости в процессе изготовления (сборке).

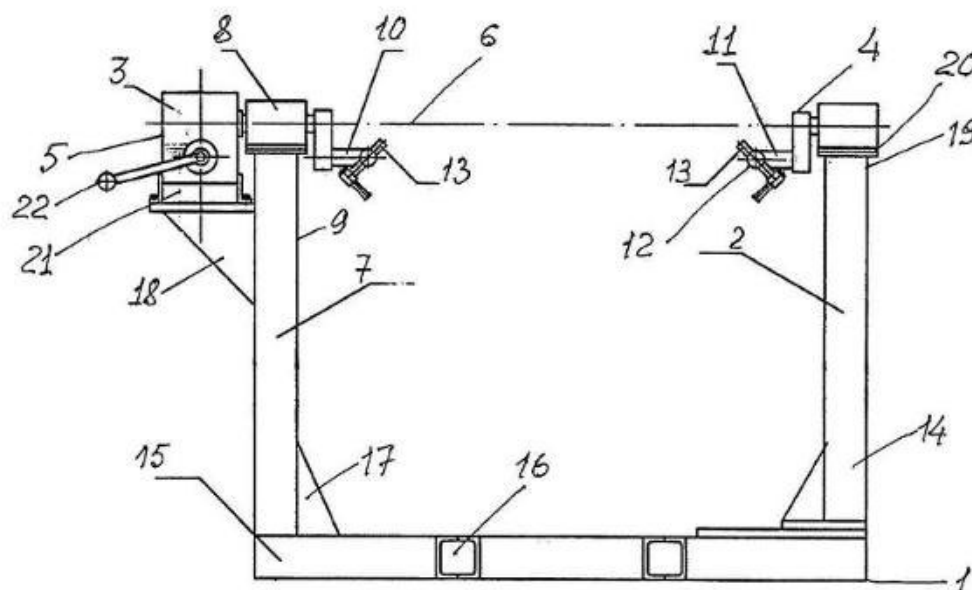
Недостатком устройства является то, что оно имеет сложную конструкцию (привод для кантования) и не позволяет перемещать изделие в горизонтальной плоскости (относительно общей горизонтальной оси кантования) по произвольной трассе.

1.3.9 Стенд для ремонта двигателей (Патент RU 26031)

Работа стенда осуществляется следующим образом:

Вначале подготавливают к работе. Стенд для ремонта двигателей, включает взаимосвязанные между собой и смонтированные на основании 1 корпус 2 с функциональными узлами — узел подачи двигателя 3, узел фиксации 4 и привод 5, при этом узел фиксации двигателя 4 выполнен в виде зеркально расположенных на горизонтальной оси 6 смонтированных на стойках 7 корпуса 2 подшипниковых узлов 8 с установленными с внутренних сторон 9 ведущей 10 и ведомой 11 фиксирующих траверс со смонтированными на свободных концах 12 наклонно навстречу друг другу

установочными штырями 13, а ведущая 10 фиксирующая траверса соединена с приводом 5, причём корпус 2 станда выполнен с установочными вертикальными стойками 14, или выполнен с продольной 15 и поперечными 16 опорными элементами, или выполнен из прямоугольного пустотелого профиля, или выполнен из сварных с С-образным поперечным сечением профилей, или выполнен с расположенными на внутренних сторонах соединительных косынок 17, или выполнен с расположенной снаружи установочной площадкой 18 для привода 5, или выполнен со смонтированными на торцовых верхних кромках 19 опорными площадками 20 для размещения подшипниковых узлов 8.



1 - основание, 2 - корпус с функциональными узлами, 3 - узел подачи двигателя, 4 - узел фиксации, 5 - привод, 6 - горизонтальная ось, 7 - стойка, 2 - корпус, 8 - подшипниковый узел, 9 - крепление, 10 - ведущая фиксирующая траверса, 11 - ведомая фиксирующая траверса, 12 - свободные концы 13 - установочные штыри, 14 - установочные вертикальные стойки, 15 - продольный опорный элемент, 16 - поперечный опорный элемент, 17 - соединительные косынки, 18 - установочная площадка, 19 - торцовые верхние кромки, 20 - опорные площадки, 21 - червячный редуктор, 22 - поворотная ручка.

Рисунок 1.12- Стенд для ремонта двигателей (Патент RU 26031)

Установочные штыри 13 выполнены Г-образной формы, или смонтированы на ведущей 10 и ведомой И фиксирующих траверсах зеркально, или смонтированы на ведущей 10 и ведомой 11 фиксирующих траверсах наклонно друг относительно друга, привод 5 стенда выполнен в виде червячного редуктора 21 с поворотной ручкой 22, или выполнен в виде червячного редуктора 21 с электродвигателем, или выполнен в виде электродвигателя с гидронасосом., затем включают привод 5 и к работе подключаются все функциональные узлы - узел подачи двигателя 3, узел фиксации 4, которые обеспечивают достижение поставленной цели - повышение производительности ремонта двигателей и снижение трудоёмкости и цикл повторяют.

Недостатком данного стенда является относительно низкая производительность и высокая трудоёмкость.

1.4 Обоснование конструкторской разработки

Стенд-кантователь предназначен для сборки и разборки двигателей, коробки переключения передач и других элементов легковых авто, грузовых машин и мотоциклов. Стенд оснащён комплектом насадок, которые подбираются опционально. Механизм с удобным фиксатором позволяет провести ремонт двигателя без посторонней помощи.

Простыми словами это звучит так: кантователи существенно облегчают процесс разборки и сборки двигателей внутреннего сгорания, они также упрощают их обслуживание – так, некоторые кантователи оснащаются специальными отделами для хранения инструментов и емкостями для слива отработанного масла.

Стенды-кантователи обладают неоспоримыми достоинствами:

- удобство проведения диагностических и ремонтных работ;
- лёгкость транспортировки конструкции;
- совместимость практически с любыми типами двигателей;

- вращение на 360 градусов для доступа ко всем элементам механизма;
- компактная складная конструкция стенда.

Так же применение стенда для ремонта двигателей положительно влияет на уменьшение утомляемости слесаря при ремонте, а так же на снижение уровня травматизма и уменьшению ряда опасных и вредных производственных факторов.

Основная сфера использования кантователей – это профильные мастерские и СТО, занимающиеся первичной диагностикой неполадок и починкой ДВС. Специалисты таких заведений просто вынуждены использовать кантователи ввиду удобства – это действительно ускоряет процесс работы и значительно экономит место в мастерской. Кроме того, двигатели крупных транспортных средств очень тяжело поворачивать чисто физически, а на кантователе это сделать проще простого.

Поэтому, с учетом всех положительных сторон применения данного устройства, в главе 4 производится конструкторский расчет и проектирование стенда для ремонта двигателей с учетом недостатков и преимуществ аналогичных устройств, производимых и на территории Российской Федерации, а также иностранных производителей.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ

Потребность в ремонте и причину возникновения неисправности двигателя определяет главный инженер по внешним проявлениям. По характеру работы двигателя - цвету выхлопных газов, устойчивости частоты вращения коленчатого вала, скорости подъема и опускания штока гидроцилиндра с навешанным сельскохозяйственным орудием, самопроизвольному выключению передач коробки передачи при работе под нагрузкой и т. д., Если диагноз установить затруднено, то применяют несложные контрольные приборы и приспособления.

Разрешение на ремонт машины, дает главный инженер на основании диагностики технического состояния агрегата.

Он дает задание работнику, знакомит с содержанием работ.

В процессе производства работ, главный инженер наблюдает за правильностью их выполнения и оказывает рабочим квалифицированную помощь. Простои тракторов, связанные с текущим ремонтом, стараются снизить до минимума.

Негодные для восстановления и ремонта агрегаты, детали на основании результатов проверки технического состояния, срока службы, главным инженером принимается решение о замене.

Во всех случаях установления брака в работе, со стороны слесарей ремонтников, а также трактористов – машинистов, главный инженер записывает об этом на листке учета. Предупреждает их об ответственности за допущенный брак, обучает к методам работы.

По результатам анализа и дефектовки деталей и агрегатов главный инженер определяет количество необходимых запасных частей для ремонта и дает задание экспедитору на приобретение запасных частей.

Он в свою очередь обращается в бухгалтерию хозяйства с заявкой с указанием перечня необходимых запасных частей. Получает от хозяйства доверенность, денежные средства для приобретения и доставки запасных частей из ближайшего ремонтно-технического предприятия или магазина. Экспедитор по согласованию главного инженера хозяйства может приобрести детали, узлы и агрегаты из других хозяйств на обмен, в которых они нуждаются. Приобретенные запасные части экспедитором сдаются завскладу.

Запасные части, приборы, узлы и агрегаты выдают только в обмен на снятые. Неисправные детали и агрегаты сдают на склад в обмен на исправные.

Выписка запасных частей со склада и установка их на ремонтируемую технику осуществляется только по разрешению главного инженера хозяйства.

В начале года определяется количество, марка, инвентарный номер машины подлежащих проходить техническое обслуживание и текущий ремонт. Главным инженером хозяйства заблаговременно доводится до сведения водителю график прохождения технического обслуживания и текущего ремонта машины. Проводятся необходимые подготовительные работы для обеспечения своевременного и высококачественного обслуживания. Но, несмотря на это наблюдается срывы графика, несоответствие времени постановки в ремонтную мастерскую, с занятостью машин при выполнении основных полевых работ.

Машины и сборочные единицы, поступающие на ремонт, должны удовлетворять техническим требованиям. В хозяйствах перед отправкой в ремонт тщательно очищают от грязи, осматривают, определяют техническое состояние, устанавливают вид ремонта и объем ремонтных работ. Для

определения технического состояния машин применяют диагностические оборудования. После диагностики определяют необходимость и вид ремонта. Комплектность машины, механические повреждения, состояние окраски определяют наружным осмотром.

Сдачу машины в ремонт оформляют приемосдачным актом в 2-х экземплярах, которых подписывает приемщик и представитель заказчика.

Очистка объектов ремонта (чистящие средства и т.д)

Принятые машины со склада объектов ремонта доставляют в отделение наружной очистки.

Из систем охлаждения, питания и смазочной сливают рабочие жидкости. Затем систему очищают специальной моющей жидкостью $t=15...85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 0.4...0.5\text{ МПа}$. Масляные картеры и топливные баки после этого обрабатывают.

Наружную очистку машин выполняют меостизированным способом в специальном или ручным способом – струей высокого давления моечной машины.

Для наружной очистки на ремонтных предприятиях применяют моющие машины струйного типа.

Требования к разборке машин (агрегатов, узлов и деталей и т.д).

Содержание и последовательность операции, технические условия, оборудование, приспособления и инструменты:

Снятие двигателя в сборе с рамы:

- отвернуть гайки, при помощи набора гаечных ключей;
- закрепить двигатель, при помощи троса или цепей, на кран балки;
- поднять и переместить двигатель.

2.1 Обоснование производственной программы цеха по ремонту двигателей

В настоящее время объемы ремонта двигателей не соответствуют потенциальным возможностям предприятий.

Это показывает, что стоимость ремонта высока, а качество ремонта низкое, поэтому у предприятий очень мало заказов. Организация ремонта, диагностики и повторного использования двигателей позволит повысить качество ремонта и снизить его стоимость, что приведет к увеличению заказов на ремонт двигателей. На 2020 год прогнозируется количество отремонтированных двигателей для повышения общей рентабельности предприятия в 200 штук

Перед капитальным ремонтом двигателя необходимо выполнить специализированную диагностику. Это является необходимостью, так как при капитальном ремонте важно выявить все неисправные узлы и причины их выхода из строя. Благодаря этому, все последующие работы включают только нужный перечень работ. Восстановленные ДВС прослужат длительный и качественный срок службы при своевременном уходе и выполнении правил эксплуатации.

Причины необходимости ремонта двигателя:

- Перегрев мотора, деформация блока, пробитие прокладок;
- Оборвалась ременная или цепная передача ГРМ;
- Несвоевременная замена масла и масляного фильтра;
- Провернуло шатунные или коренные вкладыши;

Все эти причины являются поводом для ремонта. При этом типичными признаками проблем могут выступать такие моменты:

- Сизый или белый дым;
- Масляная пленка в расширительном бачке;
- Эмульсия на щупе с ДВС;
- Высокий расход топлива, масла;
- Посторонние стуки, вибрации мотора.

Профессиональный ремонт

После диагностики необходимо выполнить все необходимые работы с использованием профессионального инструмента и специализированного оборудования. В перечень работ может входить замена:

- Прокладок;
- Колец поршневой группы;
- Маслоъемных колпачков;
- Поршней, шатунов;
- Вкладышей;
- Распредвалов, коленвала;
- Клапанов, гидрокомпенсаторов;

Годовую трудоемкость ремонта двигателей рассчитываем по формуле:

$$T = N_{ДВ} \cdot t_{ДВ} \cdot K_N = 200 \cdot 69 \cdot 1,6 = 22080 \text{ чел.-ч.} \quad (2.1)$$

где $t_{ДВ} = 69$ – трудоемкость капитального ремонта двигателя, чел.-ч.;
[].

$K_N = 1,6$ – поправочный коэффициент к нормативам трудоемкости капитального ремонта, учитывающего годовую программу предприятия.

2.2 Выбор режима работы и расчет фондов времени цеха

Выбор режима работы цеха по ремонту двигателей:

- пятидневная рабочая неделя;
- число смен $Z = 1$;
- продолжительность смены $T_{СМ} = 8$ ч.

Исходя из принятого режима работы цеха годовые номинальные фонды времени цеха (оборудования) и рабочего соответственно будут составлять:

$$\Phi_{н.о} = [T_{СМ} \cdot (Д_K - Д_{п} - Д_{в}) - Д_{н.п}] \cdot Z = [8 \cdot (365 - 15 - 104) - 15] \cdot 1 = 1953 \text{ ч.} \quad (2.2)$$

$$\Phi_{н.р} = T_{СМ} \cdot (Д_K - Д_{п} - Д_{в}) - Д_{н.п} = 8 \cdot (365 - 15 - 104) - 15 = 1953 \text{ ч.} \quad (2.3)$$

где $T_{СМ} = 8$ – продолжительность смены, ч.;

$Д_K = 365$ – число календарных дней в году;

$Д_{п} = 15$ – число праздничных дней в году;

$D_B = 104$ – число выходных дней в году;

$D_{III} = 15$ – число предпраздничных дней;

$Z = 1$ – число смен за день.

Действительные фонды времени оборудования и рабочего определим по формулам:

$$\Phi_{д.о} = \Phi_{н.о} \cdot \eta_o \quad (2.4)$$

$$\Phi_{д.р} = T_{см} \cdot (D_K - D_B - D_B - D_O) \cdot Z \cdot \eta_p - D_{III} \cdot \eta_p \quad (2.5)$$

где η_o – коэффициент использования времени оборудования, [];

η_p – коэффициент, учитывающий пропуски по уважительным причинам, [];

D_O – продолжительность отпуска в днях.

Для металлорежущих станков и стенов для разборочно-сборочных работ:

$$\Phi_{д.о} = 1953 \cdot 0,98 = 1914 \text{ ч.}$$

Для моечного и испытательного оборудования:

$$\Phi_{д.о} = 1953 \cdot 0,97 = 1894 \text{ ч.}$$

Для мойщиков и испытателей:

$$\Phi_{д.р} = 8 \cdot (365 - 15 - 104 - 27) \cdot 1 \cdot 0,96 - 15 \cdot 0,96 = 1668 \text{ ч.}$$

Для слесарей

$$\Phi_{д.р} = 8 \cdot (365 - 15 - 104 - 24) \cdot 1 \cdot 0,96 - 15 \cdot 0,96 = 1690 \text{ ч.}$$

2.3 Расчет такта ремонта двигателей

Для определения общего такта ремонта двигателя воспользуемся формулой:

$$\tau = \frac{\Phi_{н.о}}{N} = \frac{1953}{200} = 11 \text{ ч.} \quad (2.6)$$

где $\Phi_{н.о}$ – номинальный фонд времени цеха, ч.;

N – программа цеха по ремонту двигателей, шт.

2.5 Реконструкция цеха

2.5.1 Состав цеха

Исходя из технологического процесса ремонта двигателей состав цеха принимаем следующий:

- 1) Разборочно-моечный участок;
- 2) Участок дефектации и комплектации;
- 3) Участок сборки двигателей;
- 4) Участок испытания и обкатки двигателей;
- 5) Слесарно-механический участок.

2.5.2 Расчет штата цеха

По следующим формулам рассчитываем число основных производственных рабочих по участкам цеха:

$$P_{уч.яв.} = \frac{T_{уч.}}{\Phi_{н.р.} \cdot K}, \quad (2.7)$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{T_{уч.}}{\Phi_{д.р.} \cdot K}, \quad (2.8)$$

где $P_{уч.яв.}$ и $P_{уч.сп.}$ – явочное и списочное число рабочих соответственно, чел.;

$T_{уч.}$ – трудоемкость работ по отделениям, чел.-ч;

$\Phi_{н.р.}$ и $\Phi_{д.р.}$ – номинальный и действительный фонды времени рабочего соответственно, ч;

K – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки (принимаем $K = 1,1$) [].

Трудоемкость по участкам распределяем, ориентируясь на примерное распределение трудоемкости по видам работ, [].

Приведем пример расчета для разборочно-сборочного участка:

$$P_{уч.яв.} = \frac{2277}{1964 \cdot 1,1} = 1,05 \quad \text{Принимаем } P_{уч.яв.} = 1 \text{ чел.}$$

$$P_{уч.сп.} = \frac{2277}{1964 \cdot 1,1} = 1,05 \quad \text{Принимаем } P_{уч.яв.} = 1 \text{ чел.}$$

Для остальных участков расчет ведем аналогично, и результаты расчетов сведем в таблицу 2.1.

Таблица 2.1- Расчет численности производственных рабочих цеха

Наименование участка	% от T_G	$T_{уч}$, чел.-ч.	Фонды времени		Число рабочих, чел.			
					$P_{уч.яв.}$		$P_{уч.сп.}$	
			$\Phi_{н.р.}$	$\Phi_{д.р.}$	расч.	прин.	расч.	прин.
Разборочно-моечный	22	4858	1953	1668	2,26	2	2,65	3
Дефектации и комплектации деталей	15	3312	1953	1690	1,54	2	1,78	2
Сборки двигателей	30	6624	1953	1690	3,08	3	3,56	3
Испытания и обкатки двигателей	15	3312	1953	1668	1,54	2	1,78	2
Слесарно-механический	18	3974	1953	1690	1,85	2	2,13	2
ВСЕГО	100	22080			10,27	11	11,9	12

Число вспомогательных рабочих рассчитываем по выражению:

$$P_{BC} = 0,1 \cdot P_{СП} = 0,1 \cdot 12 = 1,2 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{BC} = 1 \text{ чел.}) \quad (2.9)$$

Общее число производственных рабочих определим по формуле:

$$P_{ПР} = P_{СП} + P_{BC} = 12 + 1 = 13 \text{ чел.} \quad (2.10)$$

По следующему процентному соотношению можно распределить производственных рабочих по разрядам []. Результаты распределения штата по разрядам представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Распределение производственных рабочих по разрядам

Разряд рабочих	1	2	3	4	5	6
Число рабочих в % от РПР	4	9	36	41	7	3
Число рабочих, чел.	1	1	5	5	1	0

Средний разряд рабочих определим по формуле

$$a_{CP} = \frac{P_1 + 2 \cdot P_2 + 3 \cdot P_3 + 4 \cdot P_4 + 5 \cdot P_5 + 6 \cdot P_6}{P_{IP}} = \frac{1 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 5 + 4 \cdot 5 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 0}{13} = 3,3 \quad (2.11)$$

где $P_1, P_2 \dots P_6$ – число рабочих соответствующего разряда, чел;

P_{IP} – число производственных рабочих.

Число инженерно-технических работников цеха (ИТР), служащих (СЛ) и младшего обслуживающего персонала (МОП) находим по формулам

$$P_{ИТР} = 0,1 \cdot P_{IP} = 0,1 \cdot 13 = 1,3 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{ИТР} = 1), \quad (2.12)$$

$$P_{СЛ} = 0,03 \cdot P_{IP} = 0,03 \cdot 13 = 0,39 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{СЛ} = 1), \quad (2.13)$$

$$P_{МОП} = 0,04 \cdot P_{IP} = 0,04 \cdot 13 = 0,52 \text{ чел.} \quad (\text{принимаем } P_{МОП} = 1). \quad (2.14)$$

Следовательно, число работающих в цеху составит

$$P = P_{IP} + P_{ИТР} + P_{СЛ} + P_{МОП} = 13 + 1 + 1 + 1 = 16 \text{ чел.} \quad (2.15)$$

Штат производственных рабочих по специальностям и разрядам сводим в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Штат производственных рабочих по специальностям и разрядам.

Специальность рабочего	Число рабочих	Число рабочих по разрядам					
		I	II	III	IV	V	VI
Слесарь-разборщик	2	-	1	1	-	-	-
Мойщик	1	1	-	-	-	-	-
Дефектовщик	2	-	-	-	1	1	-
Слесарь-сборщик	4	-	-	2	2	-	-
Шлифовщик	1	-	-	1	-	-	-
Слесарь-испытатель	1	-	-	-	2	-	-

2.5.3 Расчет в потребности и подбор основного технологического оборудования

Рассчитаем число основного оборудования, на котором выполняются наиболее сложные и трудоемкие операции ремонта.

Рассчитываем количество основного оборудования, на котором выполняются наиболее сложные и трудоемкие операции ремонта.

Число моечных машин определяем по формуле (для машин периодического действия):

$$S_M = \frac{Q \cdot t}{\Phi_{д.о.} \cdot q \cdot \eta_o \cdot \eta_t}, \quad (2.16)$$

где Q – общая масса деталей, т;

$t = 0,5$ – время мойки одной партии, ч. [];

$\Phi_{д.о.}$ – действительный фонд времени машины, ч;

$q = 200$ кг – масса загрузки одной партии, [];

$\eta_o = 0,7$ – коэффициент, учитывающий загрузку машины, [];

$\eta_t = 0,85$ – коэффициент использования машины по времени, [].

Общая масса деталей находится по формуле:

$$Q = \beta \cdot N \cdot \underline{Q} = 0,7 \cdot 200 \cdot 0,9 = 126 \text{ т.} \quad (2.17)$$

где β – коэффициент, учитывающий долю массы деталей и узлов, подлежащих мойке ($\beta = 0,6 \dots 0,8$);

$\underline{Q}$ – соответственно средняя масса двигателя автомобиля, т;

N – годовая программа участка по ремонту двигателей, шт.

Отсюда получаем

$$S_M = \frac{126000 \cdot 0,5}{1894 \cdot 200 \cdot 0,7 \cdot 0,85} = 0,28 \text{ шт. (принимаем } S_M = 1 \text{ шт.)}$$

Выбираем стационарную однокамерную машину.

Число металлорежущих станков определяем по формуле

$$S_{CT} = \frac{T_{CT} \cdot K_H}{\Phi_{д.о.} \cdot \eta_o} = \frac{3974 \cdot 1,3}{1914 \cdot 0,88} = 3,1 \text{ шт. (принимаем } S_{CT} = 3 \text{ шт.)} \quad (2.18)$$

где T_{CT} – годовая трудоемкость станочных работ, чел.-ч.;

$K_H = 1,3$ – коэффициент неравномерности загрузки, [];

$\Phi_{д.о.}$ – действительный фонд времени оборудования, ч;

$\eta_o = 0,88$ – коэффициент использования станочного оборудования, [].

Распределение станков по видам следующее:

- станок токарно-винторезный 16К20 - 1 шт.;
- станок хонинговальный 3Г833 - 1 шт.
- станок настольно-сверлильный ГМ112 - 1 шт.

Кроме расчетного числа металлорежущих станков принимаем:

- станок для шлифования клапанов Р-108

Росавтоспецоборудование - 1 шт.;

- станок для расточки цилиндров Р-141 Росавтоспецоборудование -

1 шт.;

- станок круглошлифовальный 3423 - 1 шт.

Число испытательных стендов определим по формуле:

$$N_{\text{и}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot t_{\text{и}} \cdot C}{\Phi_{\text{д.о}} \cdot \eta_{\text{с}}} = \frac{200 \cdot 3,2 \cdot 1,1}{1894 \cdot 0,9} = 0,4 \text{ шт.} \quad (2.19)$$

где $N_{\text{д}}$ – число двигателей, проходящих обкатку и испытание;

$t_{\text{и}} = 3,2$ – среднее время обкатки и испытания двигателя, ч.;

$C = 1,1$ – коэффициент, учитывающий возможность повторной обкатки и испытания двигателя, [];

$\eta_{\text{с}} = 0,9$ – коэффициент использования времени стенда, [].

Принимаем один испытательный стенд марки КИ-13638 ГОСНИТИ.

Все остальное оборудование выбираем, исходя из технологического процесса ремонта двигателей и заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Ведомость оборудования цеха по ремонту двигателей.

№	Наименование участка и оборудования	Модель, марка	Кол-во, шт.	Габариты, мм.	Занимаемая площадь, м ²
1	2	3	4	5	6
I. Разборочно-моечный участок			9		8,9
1	Гидравлический пресс	Р-2153-1М	1	1560×530	0,83
2	Моечная камерная машина	Р-196М	1	2300×1200	2,76
3	Стенд для разборки двигателя	Разработанный	1	1290×660	0,85
4	Стол для под разборки	Нестандартный	1	1200×800	0,96
5	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-06	1	1200×800	0,96

№	Наименование участка и оборудования	Модель, марка	Кол-во, шт.	Габариты, мм.	Занимаемая площадь, м ²
6	Шкаф для инструмента	Нестандартный	1	1500×800	1,2
7	Ларь для ветоши	Нестандартный	1	1000×500	0,50
8	Установка мойки двигателей	М-203	1	1400×600	0,84
9	Кран-балка Q = 1 т	ГОСТ 7890-67	1		
II. Участок дефектации и комплектации			5		5,23
10	Стол для дефектации деталей	ОРГ-1468-090	1	2400×800	1,92
11	Стол для комплектации	ОРГ-1468-080	1	1200×800	0,96
12	Стеллаж для деталей	Нестандартный	1	1400×500	0,70
13	Ящик для утиля	Нестандартный	1	1000×900	0,9
14	Шкаф для инструмента	Нестандартный	1	1500×500	0,75
III. Участок сборки двигателей			8		6,72
15	Стенд для сборки двигателей	Разработанный	2	1290×660	1,7
16	Стол для подсорки	Нестандартный	1	1600×800	1,28
17	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-06	1	1200×800	0,96
18	Стеллаж для деталей	Нестандартный	1	1800×660	1,19
19	Стенд для сборки головок цилиндров	5286	1	1200×700	0,84
20	Шкаф для инструмента	Нестандартный	1	1500×500	0,75
21	Кран-балка Q = 1 т	ГОСТ 7890-67	1		
IV. Участок испытания и обкатки			3		9,22
22	Стенд электротормозной - обкаточный	КИ-13638 ГОСНИТИ	1	3900×2300	8,97
23	Кран-балка Q = 1 т	ГОСТ 7890-67	1		
24	Бак для топлива	Нестандартный	1	500×500	0,25

№	Наименование участка и оборудования	Модель, марка	Кол-во, шт.	Габариты, мм.	Занимаемая площадь, м ²
V. Слесарно-механический участок			9		13,8
25	Станок токарно-винторезный	16K20	1	3160×1185	3,74
26	Приспособление для шлифовки клапанов	P-108	1	900×505	0,45
27	Станок настольно-сверлильный	ГМ112	1	730×355	0,26
28	Стеллаж для деталей	Нестандартный	1	1400×500	0,7
29	Станок круглошлифовальный	3423	1	3060×2000	6,12
30	Тумбочка для инструмента	ОРГ-1468-07	1	600×400	0,24
31	Станок точильно-шлифовальный	ЗБ630	1	790×640	0,51
32	Станок хонинговальный	ЗГ833	1	1400×1200	1,68
	ИТОГО		34		43,87

2.5.4 Расчет производственных площадей

Расчетным методом определяем площади производственных участков:

$$F_{уч} = F_{об} \cdot \sigma \quad (2.20)$$

где $F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м²;

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы, [].

Результаты расчетов площадей участков сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Результаты расчета площадей производственных участков.

Наименование участка	$F_{об}, \text{м}^2$	σ	$F_{уч}, \text{м}^2$
----------------------	----------------------	----------	----------------------

			Расчет.	Прин.
I. Разборочно-моечный участок	8,9	3,5	31,15	30
II. Участок дефектации и комплектации	5,23	3	15,69	15
III. Участок сборки двигателей	6,72	4	26,88	24
IV. Участок испытания и обкатки	9,22	4	36,88	36
V. Слесарно-механический участок	13,8	3	41,4	42
Всего, $F_{\text{ИР}}$	43,87		153,02	147

Общая площадь цеха по ремонту двигателей таким образом, составит:

$$F = 147 \text{ м}^2.$$

Участки цеха располагаем по прямоточной схеме. Цех по ремонту двигателей располагается в здании ремонтной мастерской, в шестиметровом пролете.

2.6 Разработка технологического процесса восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ

2.6.1 Выбор рационального способа восстановления дефектов коленчатого вала

Коленвал является важной частью двигателя автомобиля, главным образом определяя его ресурс. При строительстве отечественных автомобилей стоимость коленвала составляет около 20...30% от общей стоимости двигателя, а в зарубежных автомобилях достигает около 40%.

Коленчатый вал является наиболее нагруженных частей двигателя, испытывающих нагрузки изгиба и скручивания, коренных и шатунных шеек испытывает износ при трении скольжения.

Рациональный способ восстановления коленчатого вала выбираем на основе следующих критериев: технологический (применение), технический (долговечность) и технико-экономический (обобщение).

В качестве возможных вариантов восстановления детали для дефекта 1 примем электролитическое никелирование и осталивание и рассчитываем технические и технико-экономические критерии для каждого, как возможного способа восстановления деталей из-за дефекта.

Значения коэффициентов при расчете определяем из литературы [], значение коэффициента K_{II} примем равным 0,8.

Технический критерий.

$$K_d = K_n * K_b * K_c * K_{ib}, \quad (2.21)$$

где K_d - коэффициент долговечности;

K_b - коэффициент износостойкости, $K_{n1} = 0,91$, $K_{n2} = 0,95$, $K_{n3} = 0,91$ [];

K_n - коэффициент выносливости, $K_{b1} = 0,87$, $K_{b2} = 0,9$, $K_{b3} = 0,82$, [];

K_c - коэффициент сцепления, $K_{c1} = 1$, $K_{c2} = 1$, $K_{c3} = 0,65$, [];

K_p - поправочный коэффициент, $K_p = 0,9$ [].

$$K_{d1} = 0,91 * 0,87 * 1 * 0,9 = 0,713.$$

$$K_{d2} = 0,95 * 0,9 * 1 * 0,9 = 0,769.$$

$$K_{d3} = 0,91 * 0,82 * 1 * 0,9 = 0,672.$$

Технико-экономический критерий.

$$K_T = C_b / K_d \rightarrow \min$$

$$K_{T1} = 974 / 0,713 = 1366,06;$$

$$K_{T2} = 544 / 0,769 = 707,41;$$

$$K_{T3} = 604 / 0,672 = 898,81;$$

Наиболее рациональным способом восстановления, из предлагаемых является метод 2, механическая обработка под ремонтный размер. Поскольку данный метод владеет преимуществом по техническим критериям, но немного уступает по технико-экономическому критерию.

2.6.2 Разработка маршрутных и операционных карт восстановления

Исходными данными для разработки маршрутной карты служат карта эскизов или ремонтный чертеж, схема выбранного рационального способа устранения дефектов, сведения для выбора оборудования и оснастки, разряд работы и нормы времени.

Таблица 2.6 – Последовательность операций по восстановлению.

Операции	Оборудование	Приспособления инструмент
005 Моечная	Моечная машина ОМ-1425 ИГ.	
010 Шлифование	Токарно-винторезный станок -1 К 62 Б	ПТ-1468-11-710
015 Контрольная	Контрольный стол	Гладкий микрометр МК-100

Мойка узлов и деталей

После разборки агрегатов и узлов трактора детали подвергаются мойке. Мойку производят в специальных моечных машинах (ОМ-6068) вместе с другими деталями на моечном участке. Детали загружают, укладывают в корзины и помещают в моечную машину для мойки. Обычно для очистки применяют многокомпонентные специальные моющие препараты (МЛ-51, МЛ-52, АМ-15 и эмульсии).

После мойки детали просушивают и отправляют на дефектовку.

Для проектируемого хозяйства моечная машина отсутствует. Поэтому мойка осуществляется в ваннах.

Дефектовка

После очистки (мойки) и просушки детали подвергают дефектовке, чтобы определить их техническое состояние, т.е. выявить возможность последующего использования, а также выбраковку негодных деталей. При дефектовке руководствуются разработанными ГОСНИТИ технологическими условиями. На дефектовке деталей имеется квалифицированный специалист

со специальным образованием, имеющий специальное оборудование (дефектоскопы НИИМ-5, УЗД-59), позволяющие определить параметры изношенных участков деталей, их годность к восстановлению.

В хозяйствах дефектация осуществляется визуально осмотром и контроль размеров.

При дефектовке, также определяется износ посадочных мест под подшипники и под сальники. Если износ незначительный, то данная шейка не восстанавливается, если износ подходит к достигнутому, то подвергается восстановлению.

2.6.3 Расчет и выбор параметров и режимов шлифования

Технология и режимы шлифования

Шейки шлифуют после выполнения всех других операций по восстановлению коленчатого вала. Такая последовательность позволяет предохранить шлифованные поверхности от повреждения и избежать нарушения положения осей шеек.

Для шлифовки коренных шеек коленчатых валов применяют специальные шлифовальные станки. При шлифовке шеек необходимо соблюдать радиус кривошипа и строго выдерживать радиус галтелей в установленных пределах. Уменьшение радиуса галтелей значительно снижает усталостную прочность и часто при нарушении соосности приводит к поломке вала.

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей при шлифовании могут быть применены следующие растворы:

- 1,2% эмульсола или специальной пасты и 0,5-0,8% кальцинированной соды (или тринатрийфосфат);

- 2% эмульсола или специальной пасты и 0,25% нитрат натрия;

- 2-3% кальцинированной соды и незначительное количество мыла.

Шейки коленчатого вала шлифуют при следующих режимах (таблица 3.2).

Таблица 2.7 - Режимы шлифования коленчатого вала

Вид обработки	Черновое шлифование	Чистовое шлифование
Окружная скорость шлифовального круга, м/с.	25-30	25-30
Окружная скорость обрабатываемого изделия, м/мин.	12-15	15-25
Поперечная подача (глубина резания), мм/об.	0,025-0,03	0,005-0,010
Поперечная подача при врезном шлифовании, мм/об.	0,02-0,07	-
Продольная подача в долях ширины круга на один оборот изделия	0,3-0,7	0,2-0,3

1. Определяем припуск на окончательное шлифование после электроконтактной приварки порошково-полимерной ленты

Размеры шеек после приварки:

- коренных шеек $\varnothing 94,95 \dots 94,90$ мм;
- шатунных шеек $\varnothing 79,95 \dots 79,90$ мм.

Припуск на шлифование равен:

$$Z = (94,95 \dots 94,90) - 94,95 / 2 = 0,22 \dots 0,20 \text{ мм.} \quad (2.22)$$

2. Определяем глубину резания t (поперечную подачу) или толщину слоя металла снимаемого за один проход шлифовального круга. Принимаем $t=0,010$ мм/об.

3. Определяем продольную подачу $S_{пр}$ в долях ширины шлифовального круга B_k :

$$S_{пр} = (0,2 \dots 0,4) B_k = (0,2 \dots 0,4) 32 = 6,4 \dots 12,8 \text{ мм/об.} \quad (2.23)$$

Принимаем $S_{пр} = 10$ мм/об.

4. Определяем число проходов, необходимых для снятия припуска

$$i = z/t = 0,22/0,010 = 22 \text{ прохода}$$

5. Окружную скорость шлифовального круга принимаем по выбранному кругу равную $V = 35$ м/с. Принимаем марку шлифовального круга 14А40ПС26К5 2кл., ПП900х36,8х305 /9/.

6. Окружная скорость шлифуемой поверхности шеек рекомендуется – коренных – 18...25 м/мин., шатунных – 7...12 м/мин. Принимаем $V_{кор} = 20$ м/мин., $V_{шат} = 10$ м/мин.

Определяем частоту вращения коленчатого вала по формуле:

$$n_{кв} = 1000 V_{кв} / \pi D, (\text{мин}^{-1}) \quad (2.24)$$

для коренных шеек $n_{кв} = 1000 \cdot 20 / 3,14 \cdot 95 = 67 \text{ мин}^{-1}$;

для шатунных шеек $n_{шат} = 1000 \cdot 10 / 3,14 \cdot 80 = 40 \text{ мин}^{-1}$.

Принимаем по паспорту станка 3А423 ближайшие значения:

для коренных шеек $n_{кор} = 65 \text{ мин}^{-1}$;

для шатунных шеек $n_{шат} = 40 \text{ мин}^{-1}$.

8. Определяем норму штучного времени для шлифования шеек коленчатого вала:

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{об} + T_{от}, (\text{мин}), \quad (2.25)$$

где $T_{шт}$ – основное время на шлифование, мин.;

$T_{вс}$ – вспомогательное время, мин.;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от}$ – время на отдых и личные потребности, мин.

Основное время шлифования определяем по формуле:

$$T_o = (L \cdot i \cdot K) / n \cdot S_{пр}, (\text{мин}), \quad (2.26)$$

где L – длина шлифуемой поверхности, мм;

i – число проходов;

K – коэффициент зачистных проходов ($K = 1, 2 \dots 1, 3$);

n – частота вращения детали, мин^{-1} ;

$S_{пр}$ – продольная подача, мм/об.

Для шлифования коренных шеек:

$$T_o = (70 \cdot 22 \cdot 1,2) / (65 \cdot 10) = 2,84 \text{ мин.}$$

Для шлифования шатунных шеек:

$$T_o = (70 \cdot 22 \cdot 1,2) / (42 \cdot 10) = 4,4 \text{ мин.}$$

В соответствии с рекомендациями, принимаем $T_{вс} = 3,6$ мин.

Сумма $T_{об}$ и $T_{от}$ называется дополнительным временем.

Дополнительное время определяется по формуле:

$$T_{доп} = 0,09 T_{оп}, \text{ (мин)} \quad (2.27)$$

где $T_{оп} = T_o + T_{вс} = 2,84 + 3,6 = 6,44$ мин.,

тогда: $T_{доп} = 0,58$ мин. – коренных шеек;

$T_{доп} = 0,72$ мин. – шатунных шеек.

Штучное время для коренных шеек $T_{шт} = 2,84 + 3,6 + 2 \cdot 0,58 = 7,6$ мин.

Штучное время для шатунных шеек $T_{шт} = 4,4 + 3,6 + 2 \cdot 0,72 = 9,44$ мин.

Подготовительно – заключительное время принимаем $T_{п.з.} = 16$ мин.

2.6.4 Разработка операционной технологии накатки галтелей шатунных шеек коленчатого вала

Технологический маршрут обработки шеек вала, включающий подготовительные (перед обкаткой) и завершающие операции по изготовлению вала, имеет следующие операции:

- 1 — предварительное шлифование торцов коренных шеек;
- 2 — получистовое шлифование коренных шеек с одновременным профилированием поднутренных галтелей;
- 3 — чистовое шлифование шатун-ных шеек и галтелей;
- 4 — шлифование хвостовика переднего конца вала под фальшгалтель и стяжной хомут;
- 5 — обкатывание;
- 6 — окончательное шлифование коренных шеек;
- 7 — суперфиниширование и полирование коренных и шатунных шеек.

Режим сглаживающе-упрочняющей обработки

- Марка токарного станка - 163
- Скорость обработки - 100 м/мин.
- Продольная подача - 0,18 мм/об.
- Число проходов - 1

- Усилие деформирования - 200.. 300 кгс
- Толщина сминаемого слоя - 0,005 мм (на диаметр)

Определяем норму штучного времени для накатки шатунных шеек коленчатого вала

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{доп} \text{ (мин.)} \quad (2.28)$$

где T_o - основное время на накатку, мин.;

$T_{вс}$ - вспомогательное время, мин.;

$T_{доп}$ - дополнительное время состоит из $T_{об}$ и $T_{от}$, мин.

Основное время накатки определяем по формуле:

$$T_o = \frac{\pi \cdot d \cdot L \cdot i}{1000 \cdot V \cdot S} \text{ , (мин.)} \quad (2.29)$$

где d - диаметр обрабатываемой детали, мм;

L - длина обрабатываемой поверхности детали, мм;

i - число проходов;

V - скорость обработки м/мин.;

S - продольная подача, мм/ об.

$$T_o = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 70 \cdot 1}{1000 \cdot 100 \cdot 0,18} = 0,98 \text{ мин.}$$

Для всех галтелей $T_o = 7,84$ мин.

$T_{всп} = 1,9$ мин.

$$T_{доп} = 0,09 \cdot T_{оп}, \text{ (мин)} \quad (2.30)$$

где $T_{оп} = T_o + T_{вс} = 7,84 + 1,9 \text{ мин.}^{-1}$,

Тогда: $T_{доп} = 0,88$ мин.

$T_{шт} = 7,84 + 1,9 + 0,88 = 10,62$ мин.

2.7 Анализ вредных производственных факторов, влияющих на человека

В процессе проведения технического обслуживания и ремонта участвуют различные виды производства. Каждое из них оказывает на человека вредное воздействие, но в разной степени.

Электробезопасность

При техническом обслуживании потребителями электроэнергии являются электрические ручные инструменты, контрольно-поверочная аппаратура. В результате неправильной эксплуатации персонал может получить электротравмы различной тяжести.

Электрифицированный инструмент можно использовать только при условии полной его исправности. Нельзя работать электроинструментом без диэлектрических перчаток и диэлектрического коврика. Не допускается располагать электроинструмент и его кабель на полу, загрязнённом маслом. Смена сверла или головки ключа проводится только после полной остановки электроинструмента.

Основными причинами несчастных случаев от электрического тока являются:

- Непредусмотренный, случайный контакт человека с токоведущими частями и элементами оборудования;
- Контакт человека с металлическими частями электрооборудования, которые не должны находиться под напряжением из-за неисправности;
- Неисправность электропроводки, отсутствие изоляции;
- Появление напряжения на отключенных токоведущих частях
- Возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

Исходя из этих причин проводится анализ конкретного оборудования и устанавливаются возможные зоны и элементы, представляющие опасность для обслуживающего персонала.

После установления факторов электробезопасности разрабатываются объективные защитные мероприятия: защитная изоляция, ограждение, расположение на недоступной высоте, защитная блокировка, защитное заземление, автоматическое отключение.

Вентиляция

В воздух рабочей зоны могут поступать пары топлива, смазок, антифризов. Эти вещества испаряются с поверхностей деталей и оборудования. Неправильное обращение с органическими растворителями, синтетическими моющими средствами создаёт опасность отравления.

Необходимое условие здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение чистоты воздуха в рабочей зоне помещений, т.е. в пространстве 2м над уровнем пола.

Для этого могут быть использованы вентиляции разных видов: естественная или механическая, или их сочетание, так же по месту действия общеобменная и местная.

Действие общеобменной вентиляции основано на разбавлении загрязнённого воздуха помещения свежим воздухом до определённых допустимых норм. В помещениях и местах для работ по ТО и Р АТ необходим ряд выполнения некоторых условий:

- Количество приточного воздуха должна быть равна количеству удалённого;
- Приточные и вытяжные системы в помещении должны быть правильно размещены;
- Не должно быть переохлаждённого воздуха;
- Вентиляция должна быть бесшумной;
- Система вентиляции должна быть электро-, пожаро-, взрывобезопасной.

Охрана природы

Охрана природы, как проблема, охватывает широкий круг разнообразных вопросов, связанных с экономическими вопросами использования природных ресурсов необходимых для развития промышленности и сельского хозяйства. Большое значение приобретает оздоровительно-гигиенический аспект охраны природы в связи с загрязнением атмосферы и воды, а также оздоровительным влиянием

природы. Для этого необходимо повышать эффективность мер по охране природы. Шире внедрять малозатратные и безотходные технологии. Последовательно улучшать охрану водных ресурсов страны. Усилить охрану атмосферного воздуха. В этих целях совершенствовать технологические процессы, оборудование, улучшать качество сырья и топлива. В бюджете страны специально выделяются средства на охрану природы. Сложившаяся на сегодняшний день система природоохранной деятельности и контроля за природопользованием отличается достаточной сложностью и многообразием форм. Ведущая роль в этой системе принадлежит Министерству природных ресурсов, а также территориальным органам субъектов Российской Федерации.

Сельскохозяйственное производство отличается разнообразием создаваемых им загрязнений, что обусловливается не меньшим разнообразием исходных материалов, применяемых технологических процессов и видов выпускаемой продукции. При этом характер воздействия разных отраслей сельского хозяйства на окружающую среду неодинаков. Так, в ремонтных мастерских, цехи металлургического цикла загрязняют главным образом атмосферу, тогда как отходы цехов ремонта аккумуляторных батарей представляют основную опасность для гидросферы; образование твердых отходов, а также появление шума и вибрации характерно для большинства технологических процессов сельскохозяйственного производства.

Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобильного парка начинается с его мойки. Мойка осуществляется на моечной площадке, которая имеется на территории. Площадка не отвечает санитарным нормам. В процессе мойки все смываемые загрязнения (грязь и масляные загрязнения) стекают на поверхность земли, не проходя никакой локальной очистки от загрязнений, что может привести к загрязнению грунтовых вод. Далее автомобили проходят не-посредственное техническое обслуживание или ремонт на пункте ТО. При этом возможно попадание отработанных ГСМ

на почву, которые утилизируются при помощи опилок или песка. При ремонте автомобилей накапливается промасленная ветошь, масло попадает на почву. Здесь не всегда имеются емкости или ящики для сбора отработанных масел и контейнеров для промасленной ветоши, мусора. Поэтому они разносятся по пункту технического обслуживания и территории автопарка. Все это говорит о низкой культуре производства, загрязняет окружающую природную среду, отрицательно влияет на рациональное использование территории для содержания автомобилей.

Для устранения всех перечисленных недостатков в проекте предусмотрено проведение следующих природоохранных мероприятий:

1. Улучшить утилизацию ветоши, мусора, металлической стружки, отработанных ГСМ.
2. Площадку для мойки автомобилей оборудовать локальными установками предварительной очистки сточных вод.
3. Регулярно проводить мероприятия по санитарной уборке территории.
4. Руководству автопарка следует систематически проводить разъяснительную работу с работниками по вопросам охраны окружающей природной среды.

В результате выполнения предложенных мероприятий по охране окружающей среды ожидается улучшение экологической обстановки на территории предприятия.

2.8 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве является важным фактором ускорения научно – технического прогресса и производительности труда. Основным средством физического воспитания являются физические упражнения, направленные на совершенствование наиболее важных сторон личности, способствуя развитию ее двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью для

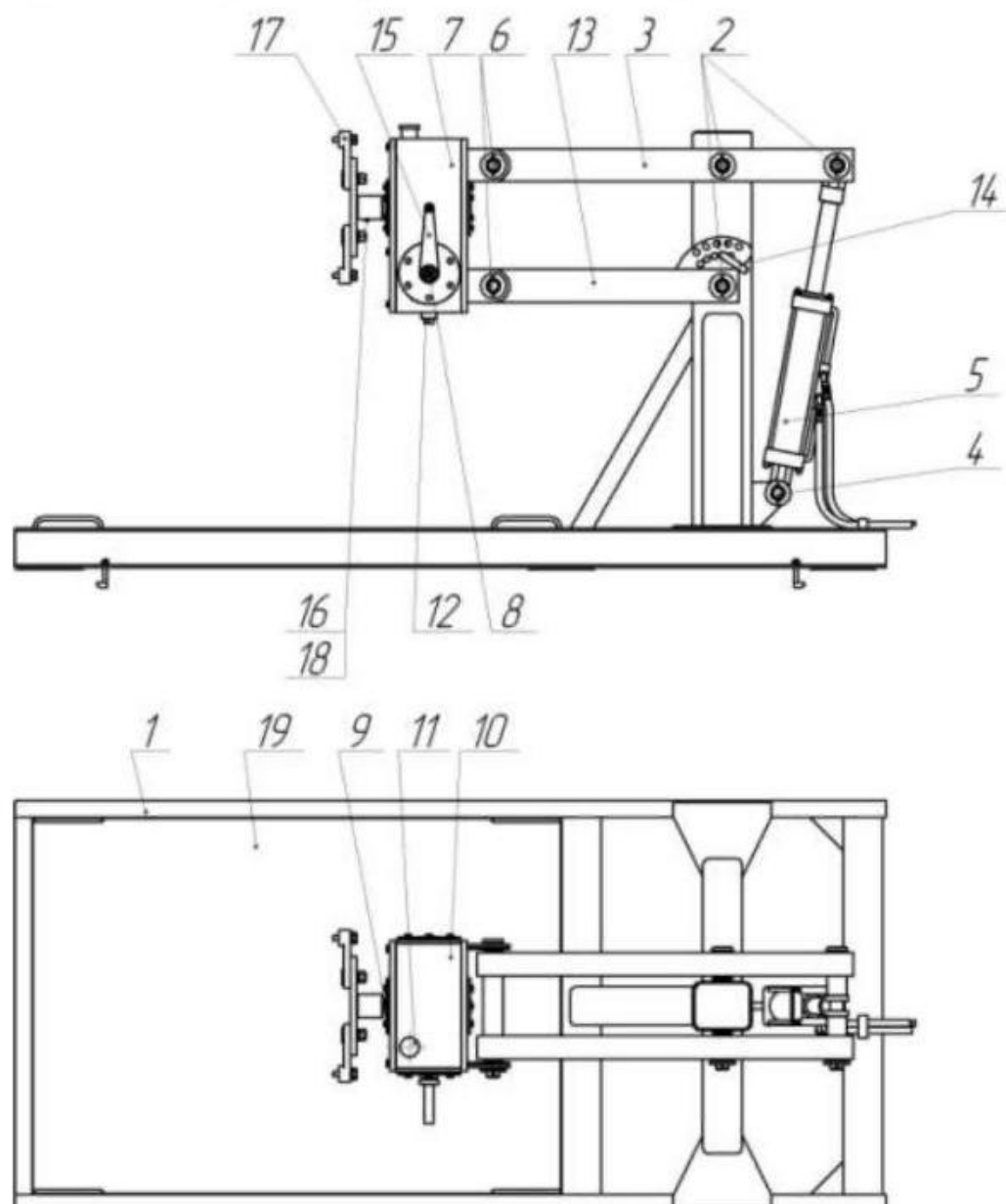
развития физических способностей используются следующие способы и методы:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- разработка вращательного движения пальцев рук;
- развитие статической и динамической устойчивости пальцев и ладоней;
- развитие ручек, кожи и мышечно-мышечной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости мышц спины, живота и спины;
- развитие точности движений мышц плечевого пояса.

Занятия физической культурой должны включать в себя различные виды спорта, благодаря которым они сохраняются для здоровья человека, его психического благополучия и улучшаются личные способности. В этих условиях творческое использование физкультурно-спортивной деятельности направлено на достижение жизненно важных и профессиональных целей человека.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Устройство и принцип работы стенда для ремонта двигателей



1 – основания; 2 – палец; 3 – рама верхняя; 4 – палец гидроцилиндра; 5 – гидроцилиндр; 6 – палец удлиненный; 7 – редуктор; 8 – вал ведущий; 9 – вал ведомый; 10 – корпус; 11 – шуп; 12 – болт сливной; 13 – рама нижняя; 14 – палец стопорный; 15 – рукоятка; 16 – шпонка; 17 – крестовина; 18 – болт; 19 – поддон.

Рисунок 3.1 – Устройство стенда для ремонта двигателей.

ВКР 35.03.06.427.20 СРД.00.00.00.ПЗ					Литера		
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ц		
Разраб.	Салыхов Р.Д.				Казанский ГАУ ИМ и ТС каф. ОИД		
Проверил	Яхин С.М.						
Н. контр.	Яхин С.М.						
Утв.	Ликмцлин Г.В.						
Стенд для ремонта двигателей							

Принцип работы стенда для ремонта двигателей заключается в следующем. Перед началом работы проверяется уровень и качество масла в корпусе 10 редуктора 7 при помощи щупа 11, в случае его недостатка – подливается, а если масло имеет темный вид, то следует его заменить, для слива необходимо открутить болт сливной 12. После этого проверяется целостность рукавов высокого давления, и отсутствия подтеков масла в редукторе 7 и гидроцилиндре 5.

После проведенного технического обслуживания можно приступить к работе, для этого при помощи кран-балки ремонтируемый агрегат крепится к крестовине 17 болтами. После чего устанавливается высота удобная для ремонта, для этого подается масло в гидросистему, и гидроцилиндр 5 начинает движение приводя в движение раму верхнюю 3, которая в свою очередь перемещает редуктор 7 вверх или вниз в зависимости от того в какую полость подали масло в гидроцилиндр 5. Благодаря тому, что редуктор 7 так же при помощи рамы нижней 13 крепится к основанию 1, то рама верхняя 3 и рама нижняя 13 образует параллелограмм, что способствует строго вертикальному движению редуктора 7.

После установки ремонтируемого объекта на высоте, удобной для выполнения ремонтных работ, фиксируем раму нижнюю 13 относительно основания 1 при помощи пальца стопорного 14.

Далее произведем вращение рукоятки 15, что при помощи редуктора 7 приведет во вращение крестовину 17 с закрепленным на ней агрегатом. После позиционирования относительно горизонтальной плоскости начинаем ремонт агрегата. По окончании ремонта, ремонтируемый агрегат при помощи кран балки снимается со стенда. После чего, масло находящееся в поддоне 19 сливается в специальную емкость для транспортировки и транспортируется на территорию где имеются емкости для хранения отработанного топлива.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.427.20 СРД.00.00.00.ПЗ

Лист

3.2 Прочностные расчёты стенда

3.2.1 Расчёт требуемого усилия гидроцилиндра

Посчитаем усилие гидроцилиндра в 3-х характерных точках:

Точка 1 (рисунок 4.6) рычаг находится в крайнем нижнем положении

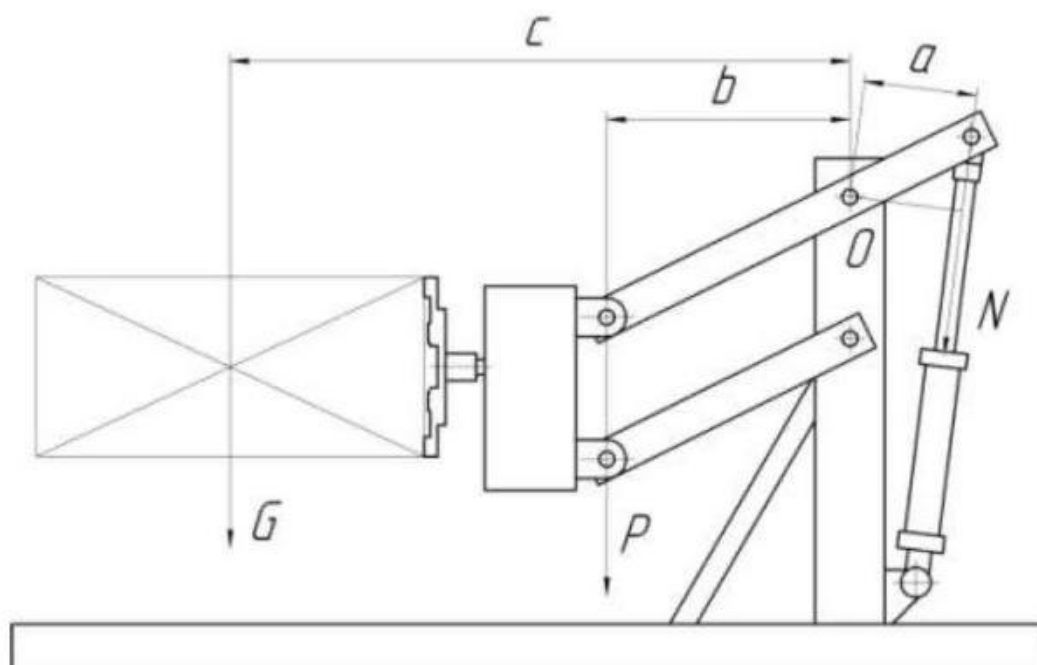


Рисунок 3.2 – Схема усилий в крайнем нижнем положении.

Сумма моментов относительно точки $\hat{I}$ равна:

$$Gc + Pb = Na, \quad (3.1)$$

где G – грузоподъемность стенда, примем $M = 500 \text{ кг} = 5000 \text{ Н}$;

P – вес редуктора, $P = 193,7 \text{ кг} = 1937 \text{ Н}$;

N – требуемое усилие гидроцилиндра;

a, b, c – плечо, $a = 292 \text{ мм}$, $b = 626 \text{ мм}$, $c = 1597 \text{ мм}$.

$$N = \frac{Gc + Pb}{a}; \quad (3.2)$$

$$N = \frac{5000 \cdot 1597 + 1937 \cdot 626}{292} = 31498,5 \text{ Н}.$$

Точка 2 (рисунок 4.7) рычаг находится в положении параллельно земли.

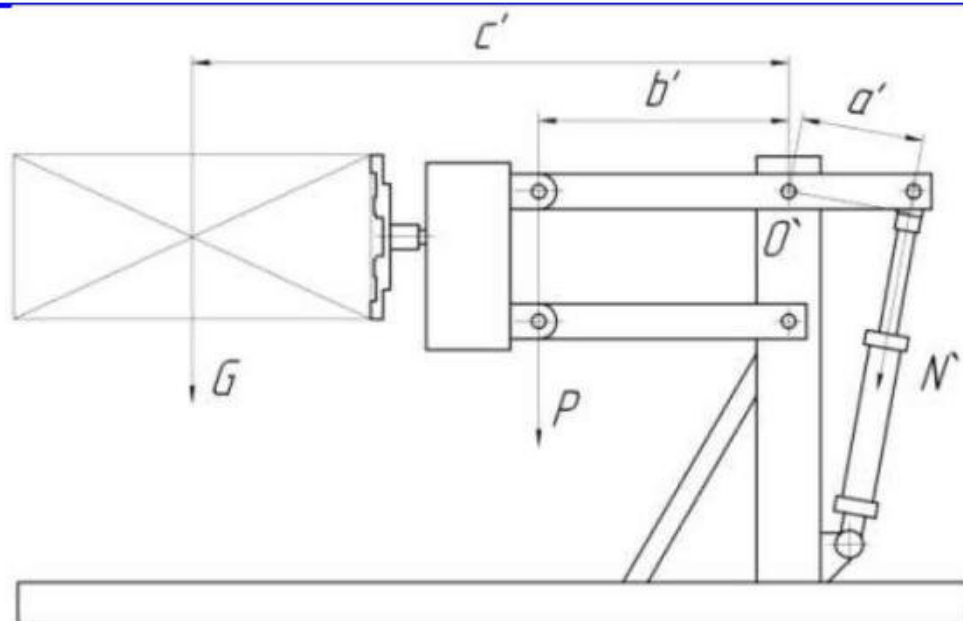


Рисунок 3.3 – Схема усилий в положении рычага параллельно земли.

$$Gc' + Pb' = N'a', \quad (3.3)$$

где N' – требуемое усилие гидроцилиндра;

a', b', c' – плечо, $a' = 344$ мм, $b' = 700$ мм, $c' = 1671$ мм.

$$N' = \frac{Gc' + Pb'}{a'}; \quad (3.4)$$

$$N' = \frac{5000 \cdot 1671 + 1937 \cdot 700}{344} = 28229,4 \text{ Н.}$$

Точка 3 (рисунок 4.8) рычаг находится в крайнем верхнем положении:

$$Gc'' + Pb'' = N''a'', \quad (3.5)$$

где N'' – требуемое усилие гидроцилиндра;

a'', b'', c'' – плечо, $a'' = 280$ мм, $b'' = 510$ мм, $c'' = 1481$ мм.

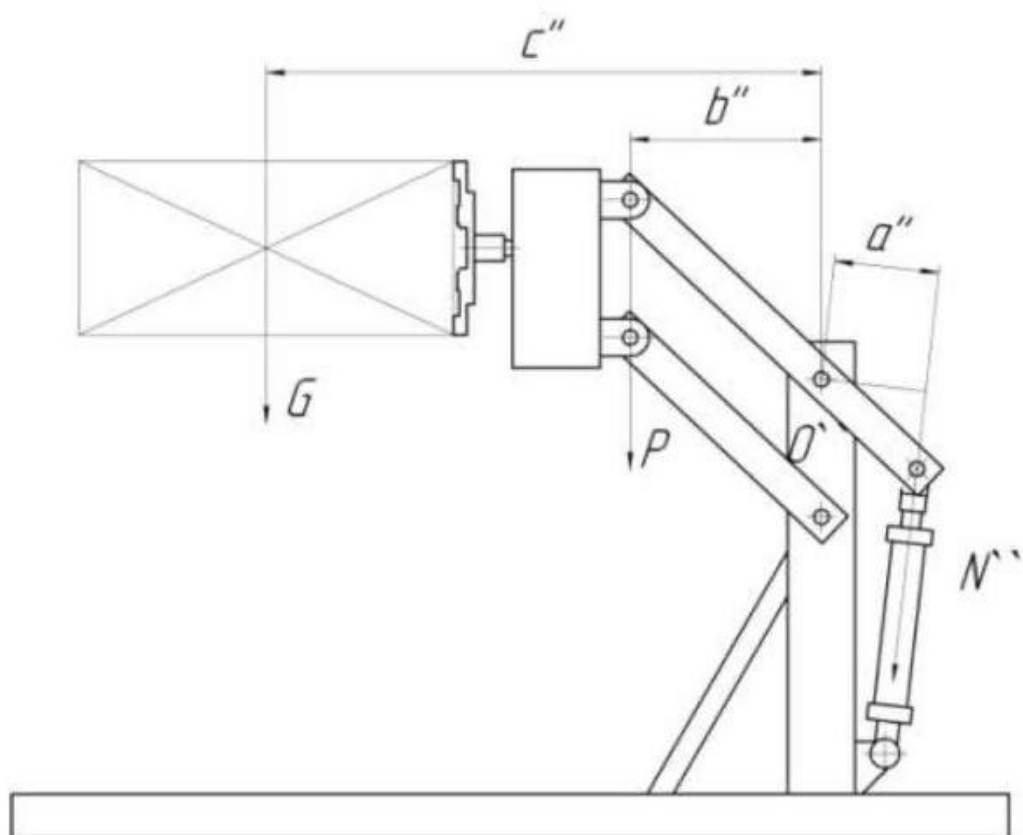


Рисунок 3.4 – Схема усилий в крайнем верхнем положении.

$$N'' = \frac{Gc'' + Pb''}{a''}; \quad (3.6)$$

$$N = \frac{5000 \cdot 1481 + 1937 \cdot 510}{280} = 29974,5 \text{ Н.}$$

Примем требуемое усилие гидроцилиндра $N = 31498,5 \text{ Н} = 3149,9 \text{ кг}$.

Примем гидроцилиндр ЦПГ 2–80.50.400.765.16.11.1 М .1.00.00 [].

Технические характеристики гидроцилиндра:

Рабочее давление 16 МПа

Усилие тянущее 48900 Н

Усилие толкающее 83800 Н

3.2.2 Расчёт ведомого вала на изгиб

Определение реакций опор

Сумма моментов вокруг точки А (рисунок 4.9) $\sum M_A = 0$:

$$R_b \cdot s - G(s + s') = 0; \quad (3.7)$$

$$R_b = \frac{G(s + s')}{s}; \quad (3.8)$$

$$R_b = \frac{5000(177 + 645)}{177} = 23220,3 \text{ Н.}$$

Сумма моментов вокруг точки В (рисунок 4.9) $\sum M_B = 0$:

$$-R_a \cdot s + Gs' = 0; \quad (3.9)$$

$$R_a = \frac{Gs'}{s}; \quad (3.10)$$

$$R_a = \frac{5000 \cdot 645}{177} = 18220,3 \text{ Н.}$$

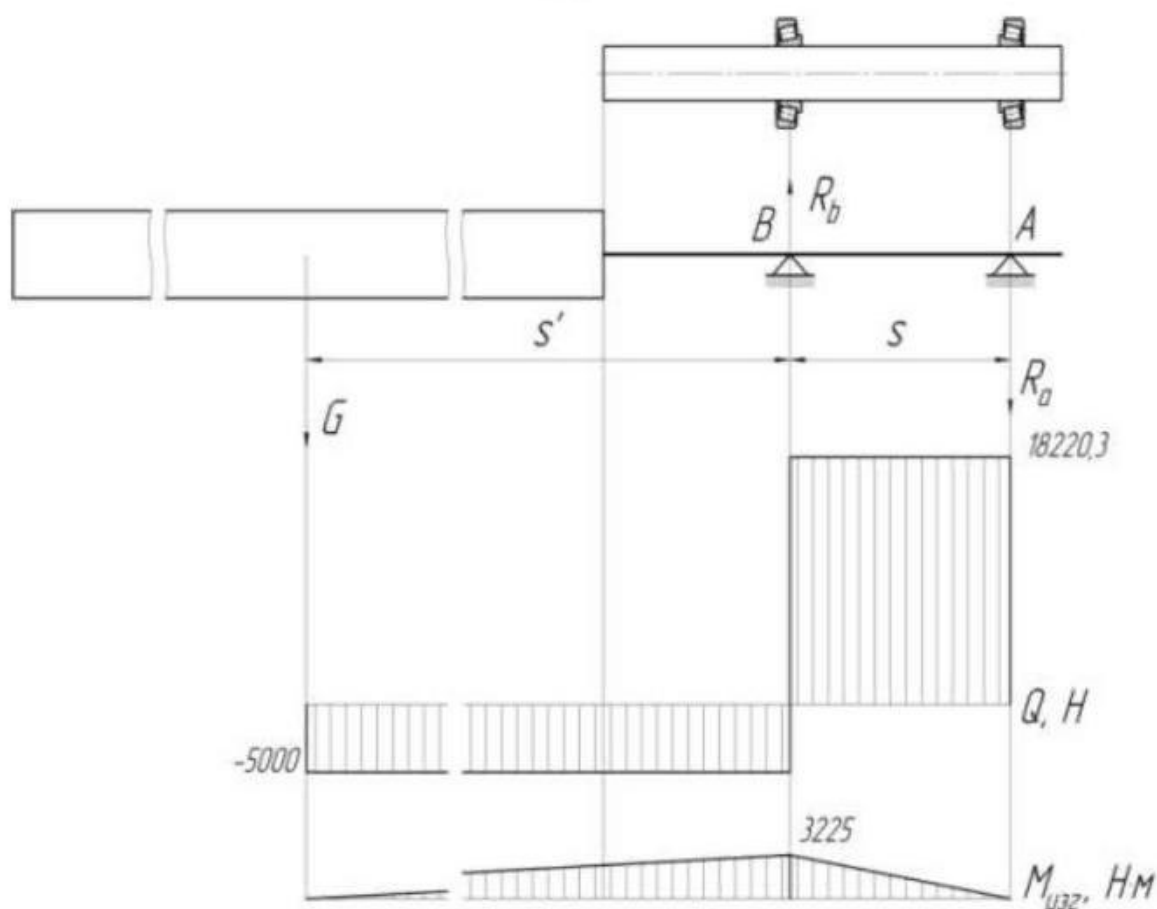


Рисунок 3.5 – Расчётная схема.

Для проверки спроецируем все силы на ось Y:

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0; -R_a + R_b - G_m; \\ -5000 + 23220,3 - 18220,3 &= 0.\end{aligned}\quad (3.11)$$

Реакции найдены верно.

3.2.3 Проектный расчет вала

Максимальный изгибающий момент будет в точке В:

$$\begin{aligned}M_B &= R_A \cdot s; \\ M_B &= 18220,3 \cdot 0,177 = 3225 \text{ Н} \cdot \text{м}.\end{aligned}\quad (3.12)$$

Допускаемое нормальное напряжение:

$$[\sigma_m] = \frac{M_B}{W}, \quad (3.13)$$

где $[\sigma_m]$ – предел текучести для стали 40Х $[\sigma_m] = 570 \text{ МПа}$ [];

$$W \text{ – момент сопротивления круга } W = \frac{\pi d^3}{32} = 0,1 d^3.$$

Диаметр вала:

$$\begin{aligned}d_B &= \sqrt[3]{\frac{M_B}{0,1[\sigma]}}; \\ d &= \sqrt[3]{\frac{3225}{0,1 \cdot 570 \cdot 10^6}} = 0,038 \text{ м.} \approx 38 \text{ мм}.\end{aligned}\quad (3.14)$$

Из конструктивных соображений (согласно нормальному ряду подшипников) примем вал диаметром $d_a = 40 \text{ мм}$.

3.2.4 Расчёт червячной передачи

Примем, в качестве примера, что на стенде вместо ремонтируемого предмета закреплён сплошной цилиндр массой m и радиусом вращения R . Минимальный момент вращения необходимый для начала вращения равен:

$$M_{\text{вр}} = 0,23J, \quad (3.15)$$

где J – момент вращения.

$$J = \frac{mr^2}{2} \quad (3.16)$$

где m – масса ремонтируемого предмета, $m = 5000$ Н;

r – радиус вращения, $r = 0,650$ м.

Подставляя формулу 3.6 в формулу 3.5 получим:

$$M_{\text{вр}} = 0,23 \cdot \frac{mr^2}{2}. \quad (3.17)$$

Получим:

$$M_{\text{вр}} = 0,23 \cdot \frac{5000 \cdot 0,650^2}{2} = 243 \text{ Н} \cdot \text{м};$$
$$M_{\text{вр}} = T_2 = 243 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (4.18)$$

где $\dot{O}_2$ – момент вращения червячного колеса редуктора, Н·м.

Частоту вращения вала червячного колеса, примем равную $n_2 = 1 \text{ мин}^{-1}$, а червяка – $n_1 = 32 \text{ мин}^{-1}$.

Тогда, передаточное отношение редуктора равно:

$$u = \frac{n_2}{n_1}; \quad (3.19)$$

$$u = \frac{32}{1} = 32.$$

Момент вращения вала червяка равен:

$$T_1 = \frac{T_2}{i\eta}, \quad (3.20)$$

где η – КПД червячной передачи, $\eta = 0,75$ [].

$$T_1 = \frac{243}{32 \cdot 0,75} = 10,13 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Угловая скорость вращения ведущего вала:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30}; \quad (3.21)$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 32}{30} = 3,4 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30}; \quad (3.22)$$

$$\omega_2 = \frac{3,14 \cdot 1}{30} = 0,1 \text{ рад/с}.$$

Для венца червячного колеса примем бронзу БрО10Н1Ф1, отлитая с помощью центробежной отливки; для червяка – углеродистую сталь HRC>45. В этом случае основное допускаемое контактное напряжение $[\sigma_H]' = 246 \text{ МПа}$ [].

Расчётное допускаемое напряжение:

$$[\sigma_H] = [\sigma_H]' \cdot K_{HL}, \quad (3.23)$$

где K_{HL} – коэффициент долговечности (примем по его минимальному значению $K_{HL} = 0,67$) [].

Тогда

$$[\sigma_H] = 246 \cdot 0,67 = 165 \text{ МПа}.$$

Число витков червяка z_1 принимаем в зависимости от передаточного числа: при $i = 32$ принимаем $z_1 = 1$ [].

Число зубьев червячного колеса:

$$z_2 = z_1 i; \quad (3.24)$$

$$z_2 = 1 \cdot 32 = 32.$$

Принимаем предварительно коэффициент диаметра червяка $q=8$ и коэффициент нагрузки $K=1,2$ [].

Определяем межосевое расстояние из условия контактной прочности

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{\frac{z_2}{q} [\sigma_H]} \right)^2 T_2 K }; \quad (3.25)$$

$$a_w = \left(\frac{32}{8} + 1 \right) \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{\frac{32}{8} \cdot 165} \right)^2 \cdot 486 \cdot 10^3 \cdot 1,2 } = 169,2 \text{ мм.}$$

Модуль:

$$m = \frac{2a_w}{z_2 + q}; \quad (3.26)$$

$$m = \frac{2 \cdot 169}{32 + 8} = 8,46 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 2144–76 стандартные $m=10$ мм и $q=8$, а так же $z_2=32$ и $z_1=1$ [].

Тогда пересчитываем межосевое расстояние по стандартным значениям m , q и z_2 :

$$a_w = \frac{m(z_2 + q)}{2}; \quad (3.27)$$

$$a_w = \frac{10(32 + 8)}{2} = 200 \text{ мм.}$$

Межосевое расстояние $a_w=200$ тоже получилось стандартным.

Основные размеры червяка:

Делительный диаметр червяка:

$$d_1 = qm; \quad (3.28)$$

$$d_1 = 8 \cdot 10 = 80 \text{ мм.}$$

Диаметр вершин витков червяка:

$$d_{a1} = d_1 + 2m; \quad (3.29)$$

$$d_{a1} = 80 + 2 \cdot 10 = 100 \text{ мм.}$$

Диаметр впадин витков червяка:

$$d_{f1} = d_1 - 2,4m; \quad (3.30)$$

$$d_{f1} = 80 - 2,4 \cdot 10 = 56 \text{ мм.}$$

Длина нарезанной части шлифованного червяка:

$$b_1 = (11 + 0,06z_2)m + 35; \quad (3.31)$$

$$b_1 = (11 + 0,06 \cdot 32) \cdot 10 + 35 = 164 \text{ мм.}$$

Делительный угол подъема γ : при $z_1 = 1$ и $q = 8$ угол $\gamma = 7^\circ 07'$ [].

Основные размеры венца червячного колеса.

Делительный диаметр червячного колеса:

$$d_2 = z_2 m; \quad (3.32)$$

$$d_2 = 32 \cdot 10 = 320 \text{ мм.}$$

Диаметр вершин витков червячного колеса:

$$d_{a2} = d_2 + 2m; \quad (4.33)$$

$$d_{a2} = 320 + 2 \cdot 10 = 340 \text{ мм.}$$

Диаметр впадин витков червячного колеса:

$$d_{f2} = d_2 - 2,4m; \quad (3.34)$$

$$d_{f1} = 320 - 2,4 \cdot 10 = 296 \text{ мм.}$$

Наибольший диаметр червячного колеса:

$$d_{aM2} \leq d_{a2} + \frac{6m}{z_1 + 2}; \quad (3.35)$$

$$d_{aM2} \leq 340 + \frac{6 \cdot 10}{1 + 2} = 360 \text{ мм.}$$

Ширина венца червячного колеса:

$$b_2 \leq 0,75d_{a1}; \quad (3.36)$$

$$b_2 = 0,75 \cdot 100 = 75 \text{ мм.}$$

Окружная скорость червяка:

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}; \quad (3.37)$$

$$v_1 = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 10^{-3} \cdot 32}{60} = 0,13 \text{ м/с.}$$

Скорость скольжения:

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma}; \quad (3.38)$$

$$v_s = \frac{0,13}{\cos 7^\circ 07'} \approx 0,14 \text{ м/с.}$$

Уточняем КПД редуктора.

При скорости $v_s = 0,14 \text{ м/с}$ при шлифованном червяке приведенный угол трения $p' = 4^\circ 30' [\quad]$.

КПД редуктора с учетом потерь в опорах, потерь на разбрызгивание, и перемешивание масла:

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + p')}; \quad (3.39)$$

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} 7^\circ 07'}{\operatorname{tg}(7^\circ 07' + 4^\circ 30')} = 0,58.$$

Выбираем 7-ю степень точности передачи и находим значение коэффициента динамичности $K_v = 1 [\quad]$.

Коэффициент неравномерности распределения нагрузки

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{z_2}{\Theta} \right)^3 (1 - x), \quad (3.40)$$

где Θ – коэффициент деформации червяка, (в зависимости от $q=8$ и $z_1=1$)
 $\Theta = 72$ [].

При незначительных колебаниях нагрузки вспомогательный коэффициент
 $x = 0,6$ [];

$$K_\beta = 1 + \left(\frac{32}{72} \right)^3 (1 - 0,6) = 1,04.$$

Коэффициент нагрузки

$$K = K_\beta K_v; \quad (3.41)$$

$$K = 1,04 \cdot 1 = 1,04.$$

Проверяем контактное напряжение:

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{z_2}{q}} \sqrt{\frac{T_2 K \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right)^3}{a_w^3}}; \quad (3.42)$$

$$\sigma_H = \frac{170}{\frac{32}{8}} \sqrt{\frac{486 \cdot 10^3 \cdot 1,04 \left(\frac{32}{8} + 1 \right)^3}{200^3}} = 119 \text{ МПа} < [\sigma_H] = 165 \text{ МПа}.$$

Проверяем прочность зубьев червячного колеса на изгиб.

Эквивалентное число зубьев:

$$z_v = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma}; \quad (3.43)$$

$$z_v = \frac{32}{\cos^3 7^\circ 07'} = 32,8.$$

Коэффициент формы зуба $Y_F = 2,374$ [].

Напряжение изгиба:

$$\sigma_F = \frac{1,2 T_2 K Y_F}{z_2 b_2 m^2}; \quad (4.44)$$

$$\sigma_F = \frac{1,2 \cdot 486 \cdot 10^3 \cdot 1,04 \cdot 2,374}{32 \cdot 75 \cdot 10^2} = 5,97 \text{ МПа.}$$

Основное допускаемое напряжение изгиба для реверсивной работы $[\sigma_{-1F}]' = 56 \text{ МПа}$ [].

Расчётное допускаемое напряжение $[\sigma_{-1F}] = [\sigma_{-1F}]' K_{FL}$. Коэффициент долговечности примем по его минимальному значению $K_{FL} = 0,543$ [].

Таким образом $[\sigma_{-1F}] = 56 \cdot 0,543 = 30,4 \text{ МПа}$. Прочность обеспечена, так как $\sigma_F = 5,97 < [\sigma_{-1F}] = 56,0$ [].

Предварительный расчёт валов редуктора и конструирование червяка и червячного колеса

Витки червяка выполнены за одно целое с валом.

Диаметр выходного конца ведущего вала по расчёту на кручение при $[\tau_k] = 80 \text{ МПа}$:

$$d_{d1} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{K1}}{0,2[\tau_k]}}; \quad (3.45)$$

$$d_{d1} \geq \sqrt[3]{\frac{10,13 \cdot 10^3}{0,2[80]}} = 8,6 \text{ мм} \approx 10 \text{ мм.}$$

3.2.5 Расчет рукоятки

Вращающий момент на ведущем валу равен $T_1 = 10,13 \text{ Н} \cdot \text{м}$., расчетная схема представлена на рисунке 4.10.

$$T_1 = N_{yc} \cdot l_{рыч} \quad (3.46)$$

где $N_{ош}$ – усилие прикладываемое к рычагу, Н;

$l_{ош}$ – длина рычага рукоятки, примем м.

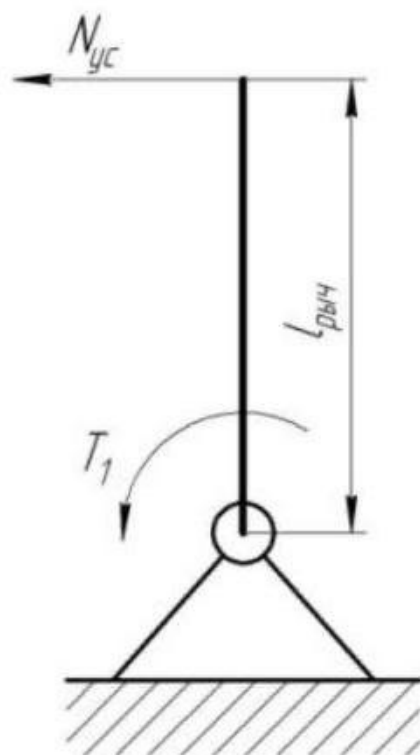


Рисунок 3.6 – Схема сил рукоятки

$$N_{yc} = \frac{T_1}{l_{рыч}}; \quad (3.47)$$

$$N_{от} = \frac{10,13}{0,2} = 50,7 \text{ Н} = 5,07 \text{ кг. } N_{yc} = \frac{T_1}{l_{рыч}}$$

3.3 Техника безопасности при работе на стенде для ремонта двигателей

При эксплуатации предлагаемой конструкции должны соблюдаться следующие требования:

- к работе с данным стендом для ремонта двигателей допускаются слесари 4 разряда, прошедшие инструктаж по технике безопасности и знающие устройство и принцип работы стенда;
- нахождение посторонних рядом со стендом категорически запрещено;
- перед включением стенда для ремонта двигателей в работу проверить герметичность соединений маслопроводов;

– в случае обнаружения подтекания жидкости, немедленно остановить стенд, и устранить неисправность;

–при монтажных, демонтажных работах необходимо обязательно использовать каску.

–при подъёме опускании следить, чтобы ремонтируемый узел или стенд не задевал другие предметы;

– при работе гидроцилиндра обращать внимание на его положение;

–ремонт и техническое обслуживание стенда для ремонта двигателей с установленным на него ремонтируемым механизмом строго запрещено;

–использование стенда без гидрозамка строго запрещено;

–если с узла установленного на стенде снимается тяжёлая деталь, необходимо применение вспомогательного оборудования кран балки или лебедки;

–выполнение сварочных работ на стенде запрещено;

–при больших консольных нагрузках на стенд использовать вспомогательные подставки;

– вытекание масла из поддон на пола запрещено;

–сливать масло с поддона только в специальные емкости для хранения отработанного масла.

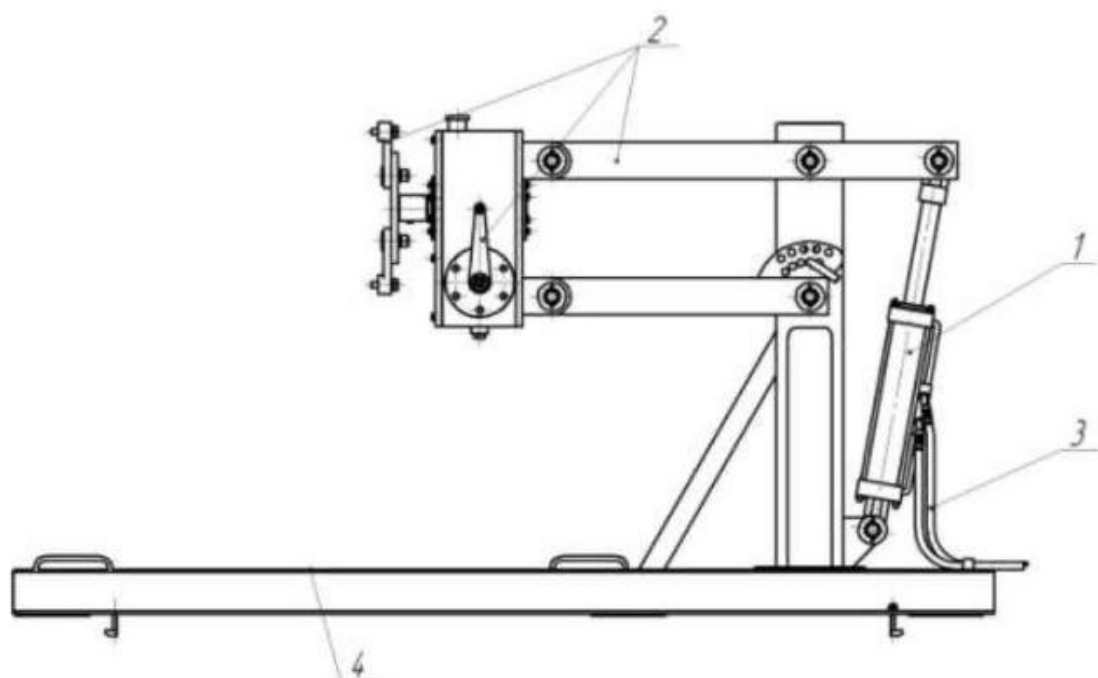
–по окончании работ вымыть лицо и руки теплой водой с мылом, принять душ.

При работе стенда для ремонта двигателей имеются опасные и вредные производственные факторы, которые представлены на рисунке 3.7.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.427.20 СРД.00.00.00.ПЗ

Лист



1 – шум; 2 – подвижный механизм; 3 – высокое давление. 4–скользящая поверхность.

Рисунок 3.7 – Опасные и вредные производственные факторы при работе со стендом для ремонта двигателей.

3.4 Экономическое обоснование конструкции

Экономическое обоснование разрабатываемого стенда для разборки ведущего вала приведена в приложении 2.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.427.20 СРД.00.00.00.ПЗ

Лист

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе разработаны мероприятия по организации ремонта автотракторных двигателей в условиях предприятий Республики Татарстан.

Разработанная технология восстановления коленчатого вала двигателя КАМАЗ позволит снизить затраты на ремонт. Этому способствует также разработанная конструкция стенда для ремонта двигателей для разборки и сборки двигателей. Все технологические и конструктивные решения основаны на инженерных расчетах.

Предлагаемые мероприятия по обеспечению безопасных условий труда производства способствуют улучшению работы производственных рабочих.

Технико-экономические расчеты показали целесообразность разрабатываемых мероприятий. Окупаемость капитальных вложений на изготовление и внедрение стенда для ремонта двигателей для разборки и сборки двигателей составляет 2,7 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов, Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.-60с.
2. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа,2009. - С 616.
5. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. - С 392.
6. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков.// М.: Колос, 2000. - С 256.
7. Власов В.М. и другие. Учебник. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.; издательский центр «Академия»; 2013.-321с.
8. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // .2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
9. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов - 4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. - С 496.
10. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.

11. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: ФОРУМ: ИНФРА - М, 2009. - С 280.
12. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.
13. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. - С 216.
14. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. - С 232.
15. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. - С 309.
16. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ», 2015.- С 44.
17. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004.
18. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
19. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
20. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

21. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
22. Паспорт универсального обкаточного станда ОР-6877-ГОСНИТИ - М.: ГОСНИТИ, 1993.
23. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
24. Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д., Устройство и эксплуатация автотранспортных средств, Учебник. - М.: “Транспорт” 2011. - С 430.
25. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. - С 227.
26. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
27. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.
28. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005. - С 472.
29. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
30. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.