

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль: Технические системы в агробизнесе

Кафедра: Общеинженерные дисциплины

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/_____
«_____» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Мифтахову А.Т.

Тема ВКР: Проект организации ремонта двигателей КАМАЗ с разработкой стенда для разборки и сборки двигателей

утверждена приказом по вузу от «_____» _____ 20__ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

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

4. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Обзор существующих конструкций стенда для ремонта двигателей; 2. Разработать отделение по ремонту двигателей КАМАЗ; 3. Разработать стенда для разборки и сборки двигателей; 4. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку конструкции.

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – Обзор существующих конструкций стенда для ремонта двигателей. Лист 2 – Планировка отделения по ремонту двигателей. Лист 3 – График ремонтного цикла. Лист 4 – Сборочный чертеж стенда для разборки и сборки двигателей. Лист 5,6 – Рабочие чертежи деталей.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Доцент Гаязиев И.Н.
Конструктивная часть	Доцент Марданов Р.Х

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

Студент _____ (Мифтахов А.Т.)

Руководитель ВКР _____ (Мустафин А.А.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Мифтахова А.Т. на тему «Проект организации ремонта двигателей КАМАЗ с разработкой стенда для разборки и сборки двигателей».

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

Записка состоит из введения, шести разделов, заключения и включает — рисунков и таблиц. Список использованной литературы содержит 28 наименований.

В первом разделе проведен обзор существующих конструкций стенда для ремонта двигателей и обоснование конструкторской разработки.

Во втором разделе, обоснованы основные параметры отделения по ремонту двигателей, произведен расчет общей трудоемкости ремонта и необходимого технологического оборудования.

В третьем разделе разработан стенд для разборки и сборки двигателей, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности подсчитано экономическое обоснование стенда для ремонта двигателей.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

for the final qualifying work of Miftakhov A. T. on the theme "The project of the organization of repair of engines KAMAZ with the development of the stand for disassembly and Assembly of engines."

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

The note consists of an introduction, six sections, conclusion and includes ___ figures and tables. The list of references contains 28 titles.

In the first section, an overview of the existing designs of the stand for engine repair and justification of design development.

In the second section, the basic parameters of the engine repair Department are justified, the calculation of the total complexity of the repair and the necessary technological equipment.

In the third section, a stand for disassembly and Assembly of engines was developed, life safety measures were developed, the economic justification of the stand for engine repair was calculated.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	
1.1 Обоснование конструкторской разработки.....	
1.2 Обзор существующих конструкций стенда для ремонта двигателей.....	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ.....	
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 Организация ремонта двигателей.....	
2.5 Совершенствование технологии и организации ремонта двигателей.....	
2.6 Реконструкция цеха.....	
2.6.1 Состав цеха.....	
2.6.2 Технология ремонта двигателей.....	
2.6.3 Расчет штата цеха.....	
2.6.4 Расчет в потребности и подбор основного технологического оборудования.....	
2.6.5 Расчет производственных площадей.....	
2.7 Организация технического контроля.....	
2.8 Анализ вредных производственных факторов, влияющих на человека.....	
2.9 Техника безопасности при техническом обслуживании и ремонте машин и агрегатов.....	
2.10 Физическая культура на производстве.....	
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Устройство и принцип работы кантователя.....	
3.2 Прочностные расчёты стенда.....	

3.2.1	Расчёт требуемого усилия гидроцилиндра.....
3.3.2	Расчёт ведомого вала на изгиб.....
3.3.3	Проектный расчет вала.....
3.3.4	Расчёт червячной передачи.....
3.3.5	Расчет рукоятки.....
3.4	Техника безопасности при работе на стенде.....
3.5	Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях.....
3.6	Экономическое обоснование конструкции.....
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в отрасль сельского хозяйства Республики Татарстан вводятся инновации по переработке, хранению сельскохозяйственных угодий, модернизируется ремонтно-технологическая база, повышается уровень технологического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. Чтобы не отставать от технического прогресса, в хозяйства РТ необходимо внедрить современные технологии, перевооружить уже имеющуюся технику и оборудование. Естественно внедрение инноваций требует немалых капиталовложений, вследствие чего повышается балансовая стоимость сельскохозяйственной техники, что в свою очередь ведет к повышению затрат на обслуживание и ремонт. В связи с этим предлагается ряд мероприятий:

- 1) повышение качества изготовления деталей;
- 2) использование современного диагностического оборудования;
- 3) увеличение производительности труда

Это позволит в дальнейшем сократить расходы на ремонт.

Эффективность ремонта сельскохозяйственной техники определяется ремонтом и восстановлением сломанных и изношенных деталей. И этим решается основной вопрос снабжения эксплуатируемых машин запасными частями, то есть по другому восстановление деталей – крупный резерв для экономии материальных и энергетических ресурсов.

1 ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Обоснование конструкторской разработки

В хозяйстве при техническом обслуживании и ремонте часто приходится сталкиваться с крупногабаритными узлами машин и тракторов такими как: двигатели, коробки перемены передач, мосты, редукторы и т.д. Ввиду их большой массы и габаритных размеров при ремонте в ремонтной мастерской, часто возникает необходимость их осмотра со всех сторон, и обеспечить полный доступ ко всем узлам и механизмам ремонтируемого объекта, вручную или при помощи подручных средств это сделать трудно и очень опасно. Поэтому в данных случаях для этого применяются кантователи. Применение кантователя позволяет слесарю по ремонту работать в удобном для него положении, все это способствует резкому снижению затрат ручного труда и повышает производительность процессов в среднем на 20—25% [], что в свою очередь уменьшает себестоимость ремонта.

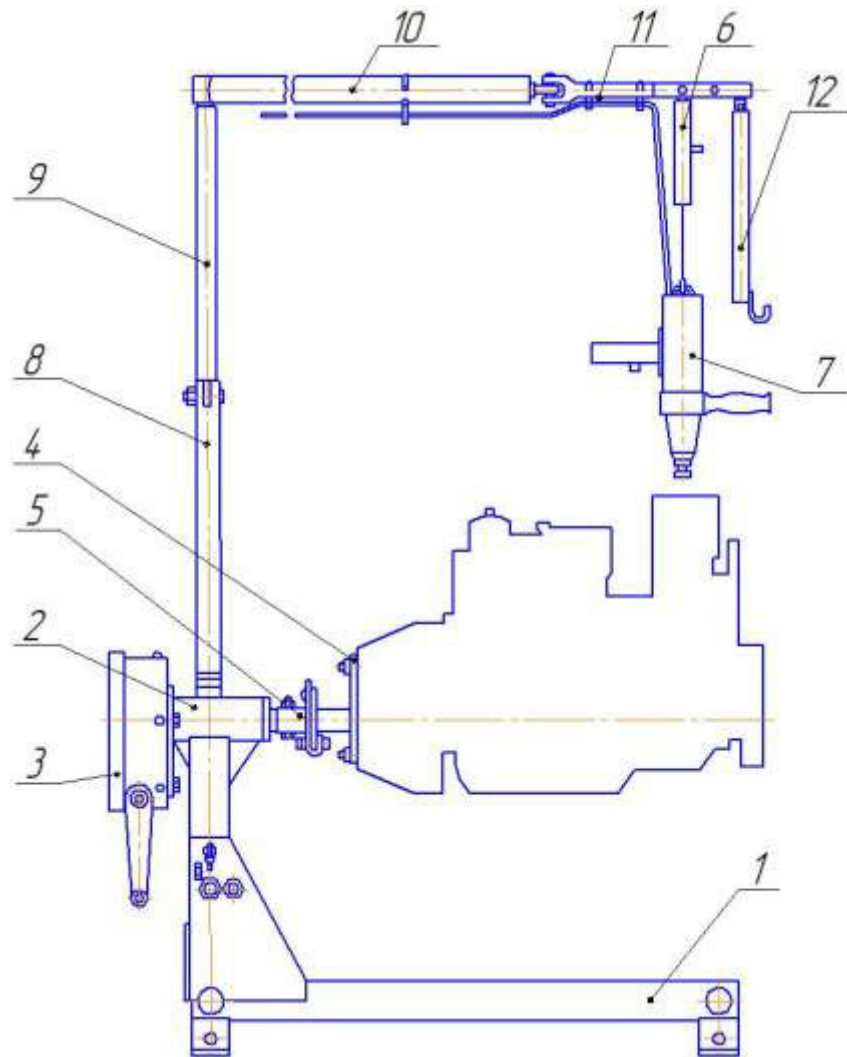
Так же применение кантователя положительно влияет на уменьшение утомляемости слесаря при ремонте, а так же на снижение уровня травматизма и уменьшению ряда опасных и вредных производственных факторов.

1.2 Обзор существующих конструкций стенда для ремонта двигателей

Существует стенд по А.с. №1698109 для разборки и сборки двигателей грузовых автомобилей.

Стенд состоит из основания 1, опоры подшипниковой 2, червячного редуктора 3, фланца съемного 4 для крепления его на двигатель и фланца 5 стенда, кран-укосины, состоящей из опоры 8, стойки 9, колена 10, стрелы 11 и рычага 12. На кран-укосине подвешен балансир 6 с электрогайковертом 7. Данный стенд позволяет проводить ремонтные работы с возможностью поворота его на 360° вокруг оси двигателя и фиксацией его в любом положении. Недостатком данного стенда является то, что двигатель крепится на фланец за картер сцепления. Так как двигатель автомобиля КамАЗ тяжелый, то

это создает большой изгибающий момент в подшипниковой опоре, что потребует изготовления громоздкой подшипниковой опоры и фланца.

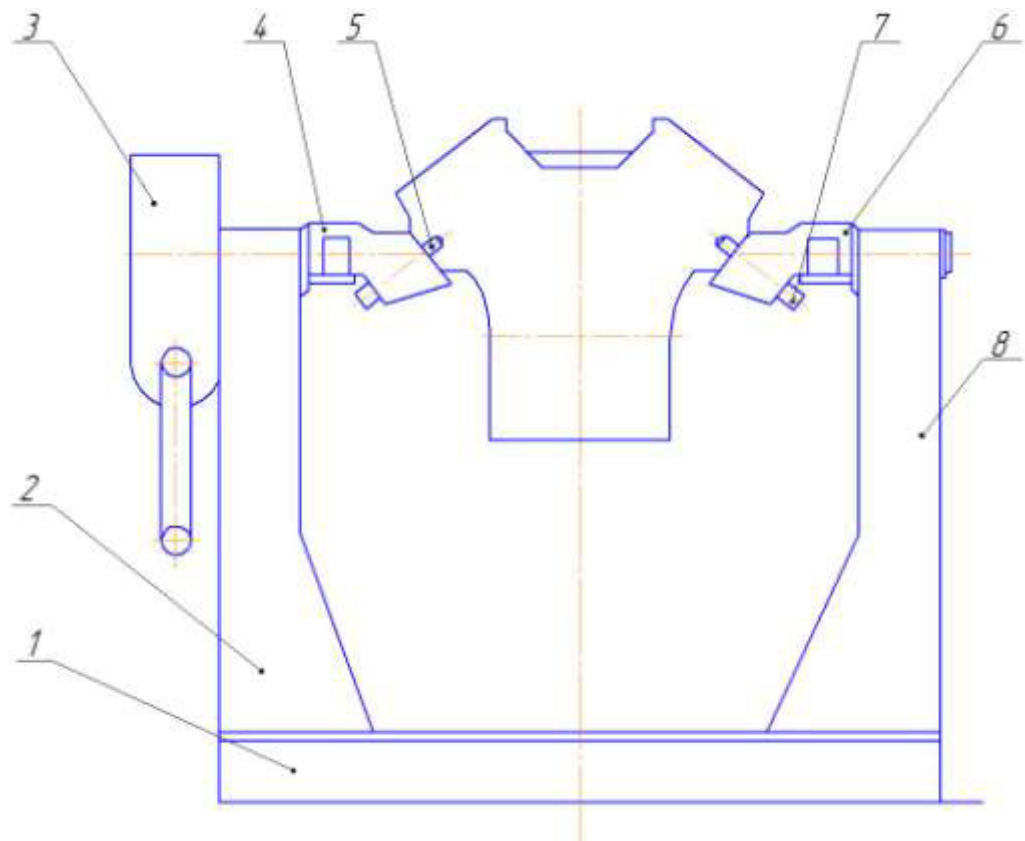


1 - основание; 2 - опора подшипниковая; 3 - редуктор червячный; 4 - фланец съемный; 5 - фланец станда; 6 - балансир; 7 - электрогайковерт; 8 - опора; 9 - стойка; 10 - колено; 11 - стрела; 12 - рычаг.

Рисунок 1.1 - Стенд по А.с. №1698109 для разборки и сборки двигателей грузовых автомобилей

Существует стенд Р-776 предназначенный для сборки и разборки двигателей КамАЗ. Стенд состоит из основания 1, стоек 2 и 8, червячного редуктора 3, поворотных балок 4 и 6, установочных пальцев 5 и 7. Двигатель крепится за специальные технологические отверстия в блоке цилиндров, расположенных по бокам. На нем можно поворачивать двигатель на 360° в

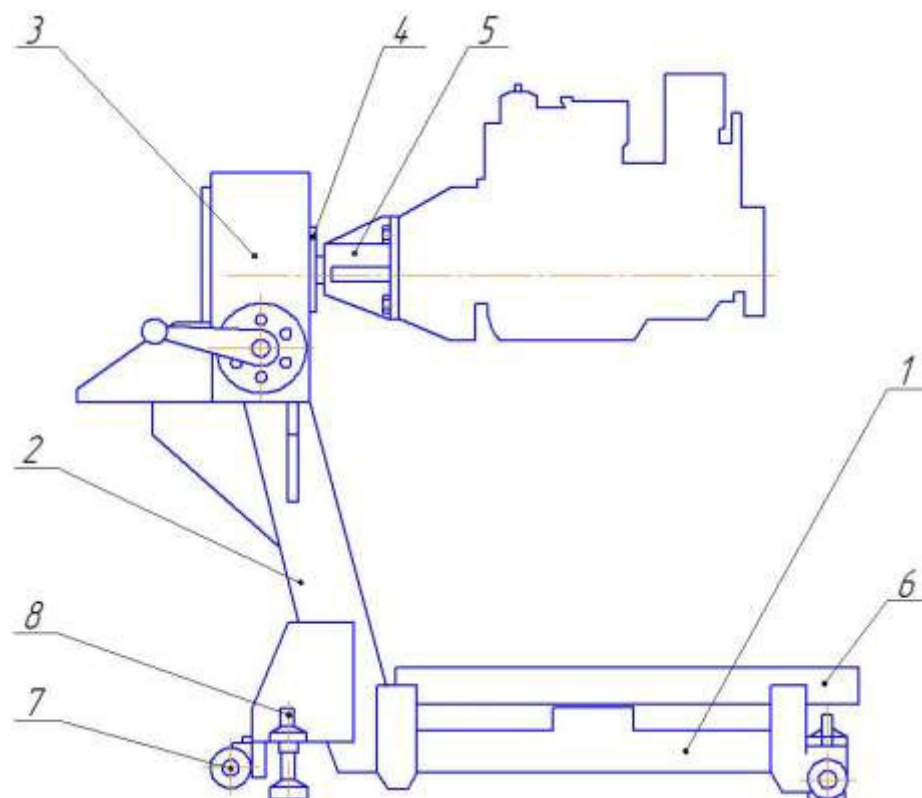
плоскости перпендикулярной оси коленчатого вала. Достоинство данного стенда заключается в том, что крепления не нагружены большими крутящими моментами.



1 - основание; 2, 8 - стойки; 3 - червячный редуктор; 4,6 - поворотные балки; 5,7 - установочные пальцы.

Рисунок 1.2 - Стенд Р-776 для разборки и сборки двигателей КамАЗ

Существует стенд Р-500 предназначенный для ремонта двигателей грузовых автомобилей. Стенд состоит из основания 1, стойки 2, червячного редуктора 3, подшипниковой опоры 4 и фланца 5. Данный стенд позволяет проводить ремонтные работы с возможностью поворота его на 360° вокруг оси двигателя и фиксацией его в любом положении.

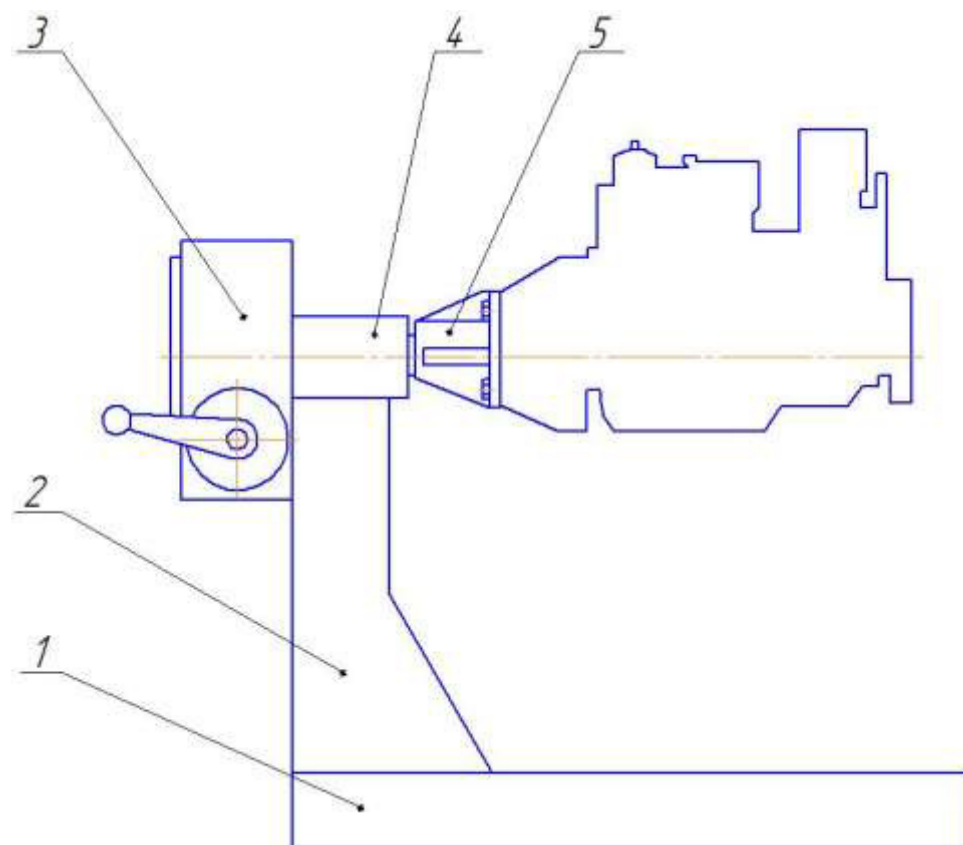


1 - основание; 2 - стойка; 3 - редуктор червячный; 4 - опора подшипниковая; 5 - фланец; 6 - поддон; 7 - роликовые опоры; 8 - ножки.

Рисунок 1.3 - Стенд Р-500 для разборки и сборки двигателей

Недостатком данного стенда так же является то, что двигатель крепится на фланец за картер сцепления. Так как двигатель автомобиля КамАЗ тяжелый, то это создает большой изгибающий момент в подшипниковой опоре, что потребует изготовления громоздкой подшипниковой опоры и фланца.

Существует стенд Р-642М предназначенный для ремонта двигателей грузовых автомобилей.



1 - основание; 2 - стойка; 3 - червячный редуктор; 4 - подшипниковая опора; 5 - фланец.

Рисунок 1.4 - Стенд Р-642М для разборки и сборки двигателей.

Стенд состоит из основания 1, стойки 2, червячного редуктора 3, фланца 4. Станина 1 может быть установлена на неподвижные опоры 5 или на роликовые опоры 6. Данный стенд позволяет проводить ремонтные работы с возможностью поворота его на 360° вокруг оси двигателя и фиксацией его в любом положении. Недостатком данного стенда, как и в предыдущих стендах, является то что, двигатель крепится на фланец за картер сцепления. Так как двигатель автомобиля КамАЗ тяжелый, то это создает большой изгибающий момент в подшипниковой опоре, что потребует изготовления громоздкой подшипниковой опоры и фланца.

Особенности кантователь АЕ&Т Т63005 (см. рисунок 1.5) 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 стенда за счет поворотных колес.



Рисунок 1.5 – Кантователь AE&T T63005

Технические характеристики кантователя AE&T T63005 представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – 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.

Кантователь OMCN 219 (см. рисунок 1.6) 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 1.6 – Кантователь OMCN 219

Технические характеристики кантователя OMCN 219 представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – 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 наличии поддона для сбора отработанного масла.

Кантователь «Сорокин» T26801 (см. рисунок 1.7) одностоечный складной, предназначен для вешивания узлов тракторов и автомобилей с

дальнейшим проведением работ по их диагностике и ремонту. Возможна транспортировка узлов внутри помещения. Н-образная рама. Механический привод.



Рисунок 1.7 – Кантователь «Сорокин» Т26801

Технические характеристики кантователя «Сорокин» Т26801 представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – 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.

Учитывая все положительные стороны применения данного устройства, в выпускной работе произведем конструкторский расчет и проектирование кантователя, учитывая недостатки и преимущества аналогичных существующих устройств производимых на территории Российской Федерации а так же зарубежными производителями.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ПО РЕМОНТУ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ КАМАЗ

2.1 Обоснование производственной программы цеха по ремонту двигателей

В настоящее время объем ремонта двигателей не соответствует потенциальным возможностям предприятия.

Это говорит о том, что стоимость ремонта высокая, а качество ремонта низкое, поэтому предприятие имеет так мало заказов. Реконструкция цеха по ремонту двигателей, применение диагностирования и восстановление деталей, позволит повысить качество ремонта и снизить его себестоимость, что приведет к увеличению заказов на ремонт двигателей. Запланируем на 2016 г для повышения общей рентабельности предприятия количество отремонтированных двигателей 200 шт.

Годовую трудоемкость ремонта двигателей рассчитываем по формуле

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

где $t_{\text{дв}} = 69$ – 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

Режим работы цеха по ремонту двигателей выбираем следующий:

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

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

$$\Phi_{\text{н.о}} = [T_{\text{см}} \cdot (D_K - D_{\text{п}} - D_B) - D_{\text{п.п}}] \cdot Z = [8 \cdot (365 - 15 - 104) - 15] \cdot 1 = 1953 \text{ ч.} \quad (2.2)$$

$$\Phi_{\text{н.р}} = T_{\text{см}} \cdot (D_K - D_{\text{п}} - D_B) - D_{\text{п.п}} = 8 \cdot (365 - 15 - 104) - 15 = 1953 \text{ ч.} \quad (2.3)$$

где $T_{\text{см}} = 8$ – продолжительность смены, ч.;

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

$D_{II} = 15$ – 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:

$$\Phi_{Д.О} = \Phi_{Н.О} \cdot \eta_O \quad (2.4)$$

$$\Phi_{Д.Р} = T_{см} \cdot (D_K - D_{II} - D_B - D_O) \cdot Z \cdot \eta_P - D_{III} \cdot \eta_P \quad (2.5)$$

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 стандов 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

Общий такт ремонта двигателя определяем по формуле

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

где $\Phi_{Н.О}$ – номинальный фонд времени цеха, ч.;

N – программа цеха по ремонту двигателей, шт.

2.4 Организация ремонта двигателей

Так как предприятие специализированное, то целесообразно применить обезличенный метод ремонта. При этом методе не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия.

Обезличенный ремонт получил распространение на специализированных предприятиях и наиболее соответствует поточной форме организации производства. При этом упрощается учет, отпадает необходимость составления ведомостей дефектов на каждый объект и т. д. Данный метод позволяет повысить производительность труда, уменьшить время пребывания объекта в ремонте и соответственно снизить стоимость ремонта двигателя.

Недостаток метода – нарушение годных для дальнейшей эксплуатации соединений деталей и, как следствие, снижение их после-ремонтного ресурса.

2.5 Совершенствование технологии и организации ремонта двигателей

Изучив существующую технологию и организацию ремонта двигателей на предприятии можно выделить следующие существенные недостатки:

- отсутствуют специальные универсальные приспособления, облегчающие условия труда и обеспечивающие необходимую безопасность работ и соответствующее качество;
- разборка, сборка, дефектация производится в одном помещении одними и теми же рабочими;
- не выдерживается технология ремонта, рекомендуемая производителями;
- планировка помещения цеха нерациональна, так как происходит неоднократное пересечение грузопотоков при ремонте двигателей.

Для повышения качества ремонта двигателей и улучшения условий труда рабочих необходимо:

- разработать типовую технологию ремонта двигателей для данного цеха с учетом рекомендаций производителей и опыта передовых предприятий по

ремонту двигателей. Строго следить за соблюдением принятой технологии ремонта.

- доукомплектовать необходимыми приспособлениями и оборудованием, обеспечивающих полную механизацию всех производственных процессов и безопасность труда;
- на участке дефектации необходимо обеспечить работников необходимыми измерительными приборами;
- после ремонта двигателя необходимо производить холодную и горячую обкатку двигателей с применением присадок в масле для ускорения приработки деталей;
- выделить в отдельные помещения следующие технологические процессы: разборку и мойку, дефектацию и комплектацию, сборку, слесарно-механические, испытание и обкатка.

2.6 Реконструкция цеха

2.6.1 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.

2.6.2 Технология ремонта двигателей

Ремонтируемый двигатель завозят на тележке с постов разборки машин и подают на разборочно-моечный участок. Здесь двигатель предварительно очищают от грязи в моечной машине для наружной очистки двигателей, затем

разбирают на детали, и детали моют в моечной машине периодического действия. Очищенные детали подают на участок дефектации и комплектации. Дефектовщик сортирует детали на три основные группы: годные к дальнейшей сборке без ремонта, негодные и подлежащие восстановлению. Для перемещения громоздких деталей по кратчайшему пути участок дефектации и комплектации расположен компактно, вдоль линии грузопотока. Детали, годные к дальнейшей эксплуатации без ремонта, подают на участок сборки двигателей. Детали, подлежащие восстановлению, подают на соответствующие участки восстановления деталей (кузнечно-термический, сварочно-наплавочный и токарный). После восстановления детали поступают на участок сборки. Детали, не подлежащие восстановлению, отправляются в утиль.

Собранный двигатель подают на участок испытания и обкатки, где двигатель обкатывают и производят необходимые регулировки. Так же на этом участке производится контроль качества ремонта. Затем обкатанный и отрегулированный двигатель отправляют на участок сборки машин, а если необходима покраска, то его направляют в малярный цех.

2.6.3 Расчет штата цеха

Число основных производственных рабочих по участкам цеха рассчитывается по формулам

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

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

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

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

$\Phi_{н.р.}$ и $\Phi_{д.р.}$ – соответственно номинальный и действительный фонды времени рабочего, 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_{Γ}	$T_{уч.}$, 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 формуле

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

Общее число производственных рабочих определим по формуле:

$$P_{пп} = P_{сп} + P_{вс} = 12 + 1 = 13 \text{ чел.} \quad (2.10)$$

Распределение производственных рабочих по разрядам можно определить по следующему процентному соотношению []. 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

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

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

$P_{ПР}$ – число производственных рабочих.

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

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

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

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

Следовательно, число работающих в цеху составит

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

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	-	-

2.6.4 Расчет в потребности и подбор основного технологического оборудования

Расчет оборудования ведем на основании источника /1/. Рассчитаем число 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:

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

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

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.

Кроме этого выбираем одну стационарную пневматическую установку для наружной шланговой мойки двигателей.

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:

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

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

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

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

$\eta_c = 0,9$ – коэффициент использования времени станда, [].

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	P-2153-1М	1	1560×530	0,83
2	Моечная камерная машина	P-196М	1	2300×1200	2,76
3	Стенд для разборки двигателя	Разработанный	1	1290×660	0,85
4	Стол для подраборки	Нестандартный	1	1200×800	0,96
5	Верстак слесарный	ОРГ-1468-01-06	1	1200×800	0,96
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

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
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 под сборки	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
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

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
29	Станок круглошлифовальный	3423	1	3060×2000	6,12
30	Тумбочка для инструмента	ОРГ-1468-07	1	600×400	0,24
31	Станок точильно-	3Б630	1	790×640	0,51

	шлифовальный				
32	Станок хонинговальный	3Г833	1	1400×1200	1,68
	ИТОГО		34		43,87

2.6.5 Расчет производственных площадей

Площади производственных участков определяем расчетным методом по формуле:

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

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	8,9	3,5	31,15	30
II. Дефектации и комплектации	5,23	3	15,69	15
III. Сборки двигателей	6,72	4	26,88	24
IV. Испытания и обкатки	9,22	4	36,88	36
V. Слесарно-механический	13,8	3	41,4	42
Всего, $F_{пр}$	43,87		153,02	147

Таким образом, общая площадь цеха по ремонту двигателей составляет $F = 147 \text{ м}^2$.

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

2.7 Организация технического контроля

Основная задача технического контроля – своевременная проверка соблюдения на предприятии требований стандартов, чертежей, технических

условий, технологических процессов и другой нормативно-технической документации с целью предупреждения появления брака, повышения качества выполняемых работ и обеспечения безопасных условий труда.

Ответственным за организацию технического контроля в цеху возложить на заведующего мастерской, а непосредственным исполнителем назначить мастера. В их обязанности входит:

- проверка соответствия стандартам и техническим условиям поступающих запасных частей, комплектующих изделий (входной контроль), прием двигателей в ремонт;
- проверка качества восстановленных и изготовленных деталей, контроль качества сборки изделий (операционный, приемочный);
- проведение мероприятий, связанных с введением в пределах прав предприятия новых стандартов, технических условий и норм;
- наблюдение за условиями хранения ремонтного фонда, запчастей и готовой продукции;
- анализ состава моечных растворов, топливо смазочных материалов;
- выявление причин производственных и эксплуатационных дефектов отремонтированных объектов, разработка и контроль за выполнением мероприятий по улучшению качества ремонта объектов.

2.8 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.

При проведении сварочных работ выделяются вредные газы, которые в различной степени влияют на дыхательные пути человека. А свет от электросварки сильно влияет на зрение. Вредные газы выделяются при пайке, с использованием солей соляной кислоты.

При работе в зоне ТО и ТР человеку может угрожать возможность обрыва и падения тяжестей, а также срыва ключа с гайки, при использовании недоброкачественного инструмента, поломка инструмента. Попадание в глаза и в лицо грязи и осколков. При работе с техникой неизбежен шум в течение смены оказывает угнетающее воздействие на психику человека. В работе по ремонту агрегатов и узлов автомобиля используется бензин и другие растворители, которые пожароопасные, вредно влияют на кожу и дыхательные пути.

В слесарно–механических участках работа ведется при помощи станочного оборудования, вращающие части которого несут потенциальную опасность травмы.

В ремонтных мастерских имеется большое количество оборудования с электрическим приводом и может привести к поражению электрическим током и привести к смертельному исходу. На пол проливается смазка, образующие масляные лужи, которые если вовремя не засыпать могут привести к травме.

Основными элементами производства являются рабочая зона и рабочее место. Опасные и вредные условия труда и производственные факторы создает окружающая человека среда.

Основными причинами травматизма при техническом обслуживании и ремонте средств и их агрегатов являются:

- неисправности ручного инструмента (могут привести к ушибам и ссадинам);
- недостаток ремонтного оборудования и приспособлений, их предельный износ, использование имеющегося оборудования не по назначению (возможны тяжелые травмы);
- отсутствие вентиляции в ремонтных помещениях, особенно в кузнечном и сварочном (возможны отравления, повышенная утомляемость и профессиональные заболевания рабочих);
- недостаточное освещение, чрезмерный шум и вибрация (профессиональные заболевания);

- несоблюдение правил безопасности при работе с сосудами под давлением (возможны ожоги, травмы различной тяжести);
- несоблюдение правил при использовании подъемно–транспортных средств (возможны травмы, в том числе и смертельные);
- неисправности электроинструмента и нарушение правил работы с ним (поражения электрическим током различной тяжести);
- несоблюдение правил хранения и транспортировки горюче–смазочных материалов.

Вышеперечисленные причины не исчерпывают весь список, поэтому задачей руководителей ремонтных служб или других ответственных за охрану труда является постоянное выявление вредных и опасных производственных факторов, и принятие мер по их нейтрализации.

2.9 Техника безопасности при техническом обслуживании и ремонте машин и агрегатов

На основе анализа условий труда разрабатывается комплекс мероприятий, устраняющих действие вредных и опасных производственных факторов.

Оборудование и приспособления в течении всего срока эксплуатации должны отвечать требованиям безопасности согласно ГОСТ 12.2.203–85 Требования безопасности и правила по охране труда в ремонтной мастерской.

Эти требования включают в себя следующие пункты:

- инструмент всегда должен находиться в исправном состоянии, быть чистым и сухим. Раздвижные механизмы необходимо содержать в полной исправности, периодически смазывать трущиеся поверхности;
- управление оборудованием должно быть удобным и легким, все обозначения и надписи поясняющие управление должны быть типовыми, легкими для понимания. Все ограждения должны иметь электрическую или другую блокировку, отключающие механизмы оборудования. Поворотные

стенды должны иметь фиксирующие приспособления для остановки их в удобном положении;

- стационарное оборудование необходимо на фундаменте надежно крепить болтами. Фундаменты рассчитываются в соответствии со СНиП II–19–89 [19];

- техническое обслуживание и ремонт автотракторного парка следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.03.17–89 «Ремонт и техническое обслуживание автотракторного парка. Общие требования безопасности.».

- ширина проездов на территории предприятия должна соответствовать СНиП 11–2–82.

Инженер по технике безопасности и мастера должны проводить все необходимые инструктажи, особое внимание уделяя работе на новом оборудовании и выполнению новых операций. Необходимо проводить разбор всех несчастных случаев, произошедших на предприятии, указывая все нарушения повлекшие за собой данное происшествие.

2.10 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;

- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

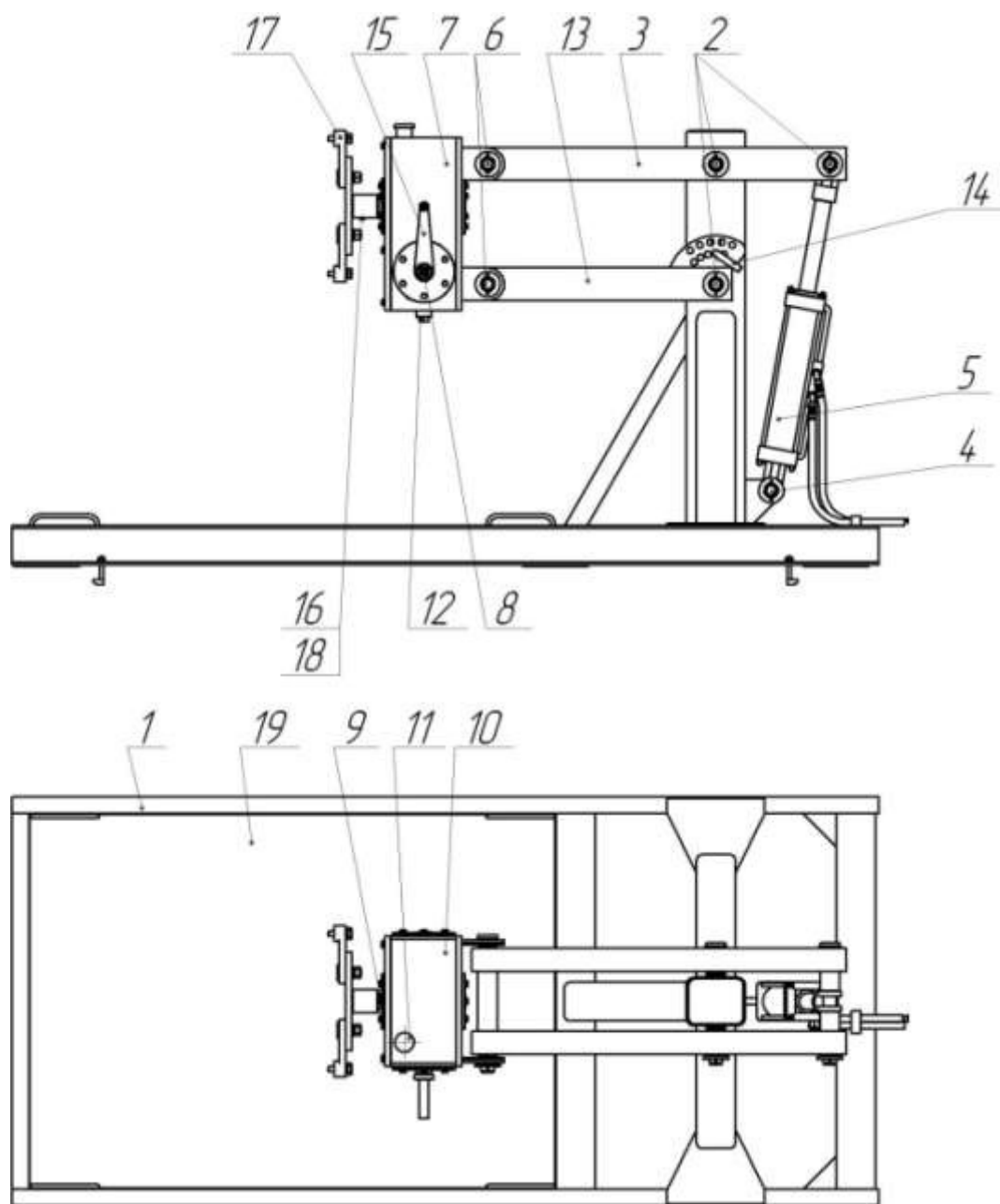
3.1 Устройство и принцип работы стенда для разборки и сборки двигателей

Стенд состоит из основания 1 в верхней части которого при помощи пальца 2 присоединена рама верхняя 3. В нижней части основания 1 при помощи гидроцилиндра (штоковый) при помощи второго пальца 2 прикреплен к одному концу рамы верхней 3. К противоположному концу рамы верхней 3 при помощи пальца удлиненного 6 прикреплен редуктор 7, основными элементами которого являются: ведущий вал 8, ведомый вал 9, корпус 10, щуп 11, болт сливной 12. Так же редуктор 7 соединен с основанием 1 при помощи рамы нижней 13, которая к редуктору 7 крепится пальцем удлиненным 6, а к основанию 1 при помощи третьего пальца 2, а так же относительно основания 1 фиксируется стопорным пальцем 14. На ведущем валу 8 при помощи гайки закреплена рукоятка 15, на ведомом валу при помощи шпонки 16 закреплена крестовина 17, которая от осевого смещения фиксируется болтом 18. От предотвращения растекания масла из ремонтируемого агрегата, и для его сбора для последующей утилизации в нижней части основания 1 имеется поддон 19.

Принцип работы установки 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 приступать 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.



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 – щуп; 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 разборки и сборки двигателей

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 с кантователя. После чего, масло находящееся в поддоне 19 сливается в специальную емкость для транспортировки и транспортируется на территорию где имеются емкости для хранения отработанного топлива.

3.2 Прочностные расчёты стенда

3.2.1 Расчёт требуемого усилия гидроцилиндра

Посчитаем усилие гидроцилиндра в 3-х характерных точках:

Точка 1 (рисунок 3.2) рычаг находится в крайнем нижнем положении

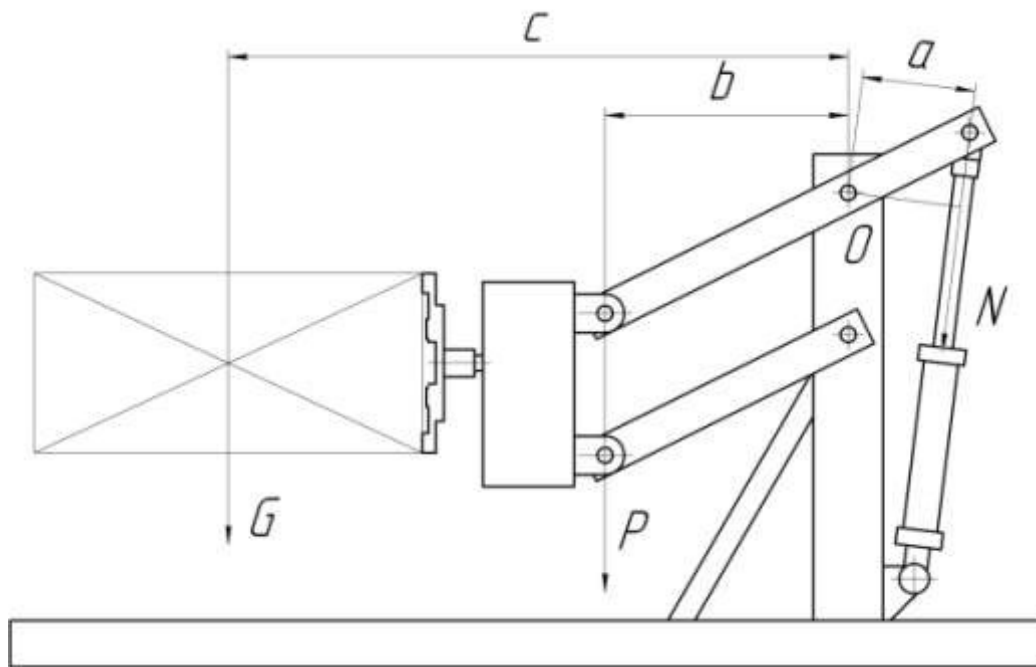


Рисунок 3.2 – Схема усилий в крайнем нижнем положении.

Сумма моментов относительно точки O 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 3.3) рычаг находится в положении параллельно земли.

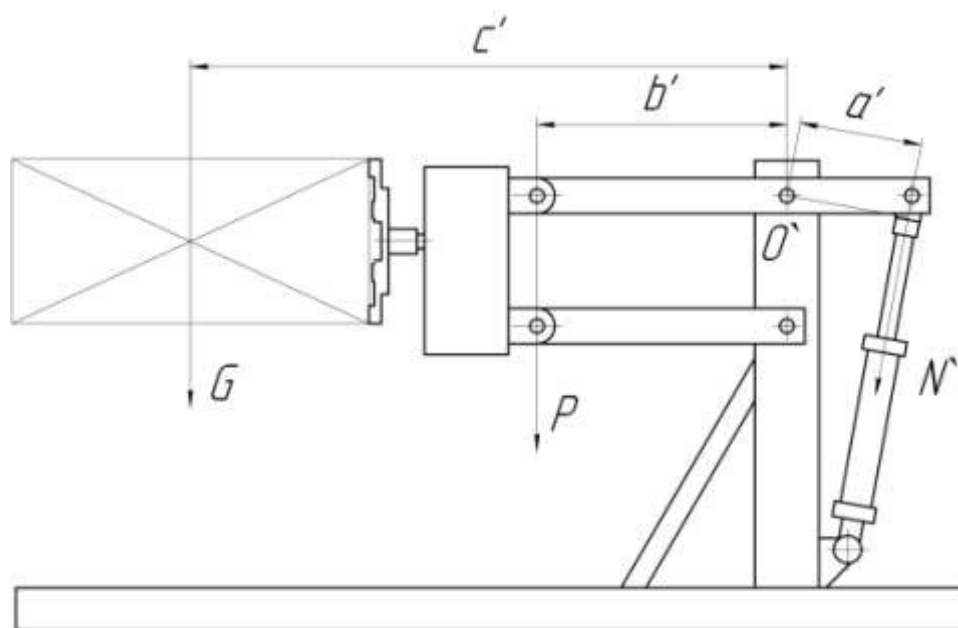


Рисунок 3.3 – Схема усилий в положении рычага параллельно земли.

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

где N' – требуемое усилие гидроцилиндра;

a', b', c' – плечо, $a' = 344_{\text{мм}}$, $b' = 700_{\text{мм}}$, $c' = 1671_{\text{мм}}$.

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

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

Точка 3 (рисунок 3.4)рычаг находится в крайнем верхнем положении:

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

где N'' – требуемое усилие гидроцилиндра;

a'', b'', c'' – плечо, $a'' = 280_{\text{мм}}$, $b'' = 510_{\text{мм}}$, $c'' = 1481_{\text{мм}}$.

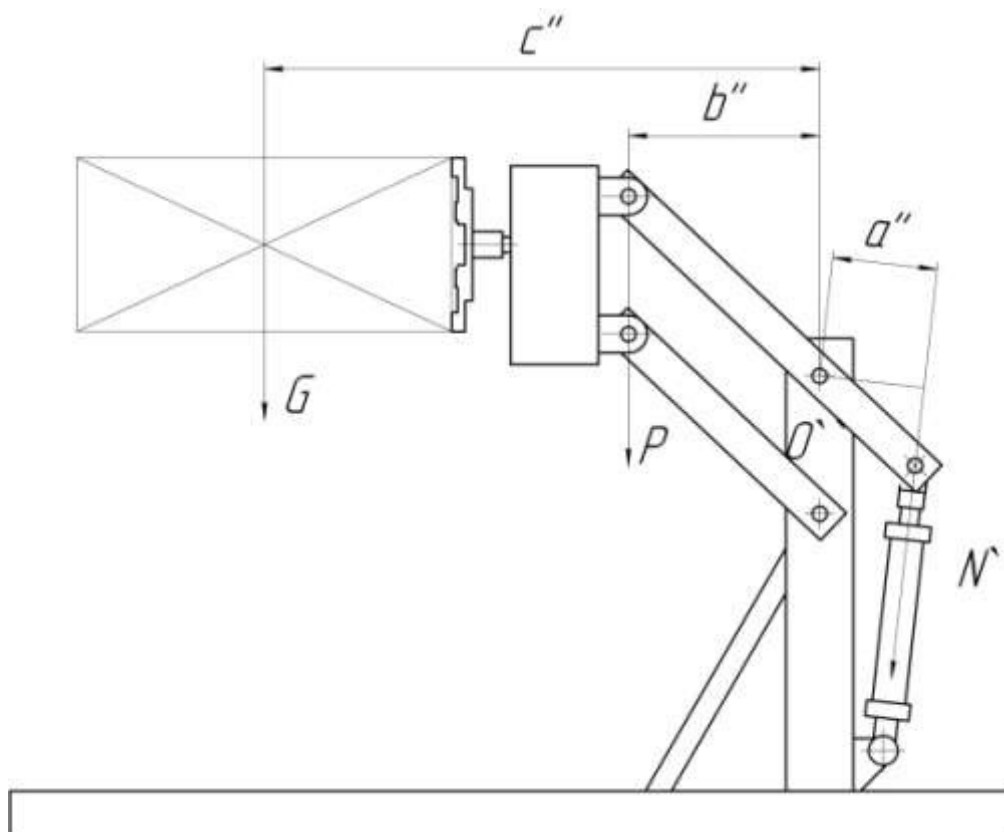


Рисунок 3.4 – Схема усилий в крайнем верхнем положении.

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

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

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

3.3.2 Расчёт ведомого вала на изгиб

Определение реакций опор

Сумма моментов вокруг точки А (рисунок 3.5) $\sum M_A = 0$:

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

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

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

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

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

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

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

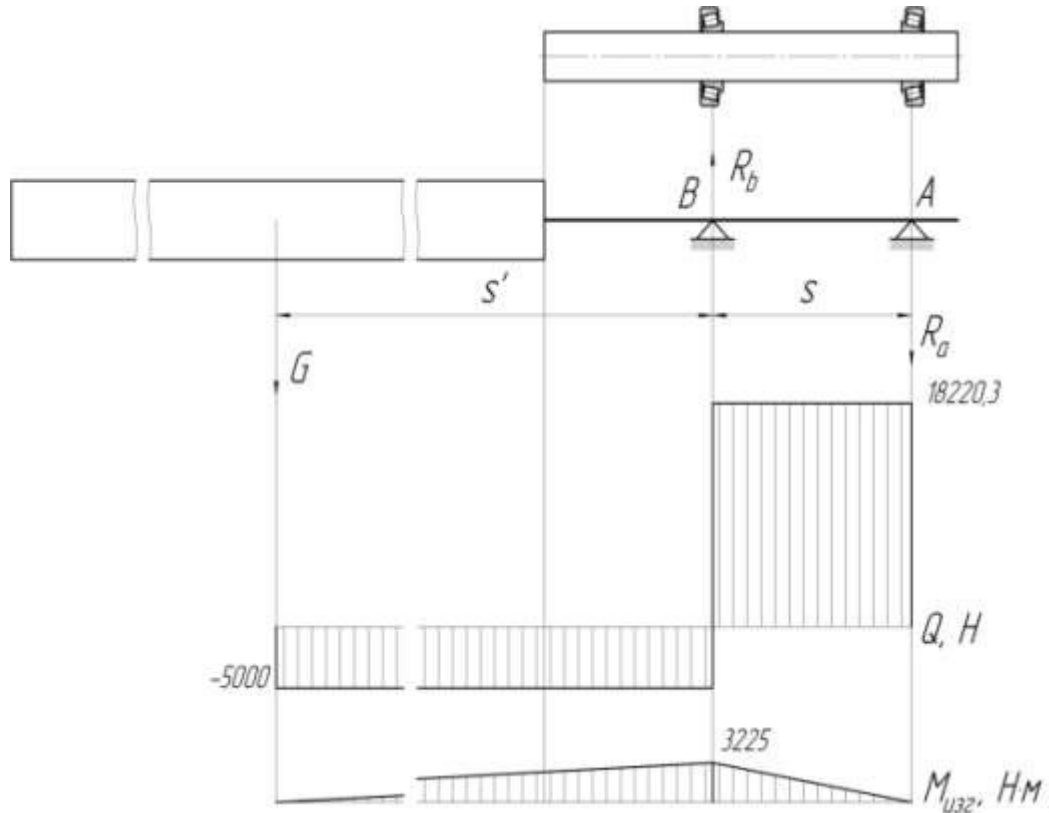


Рисунок 3.5 – Расчётная схема.

Для проверки спроецируем все силы на ось Y:

$$\sum F_y = 0; -R_a + R_b - G_m; \quad (3.11)$$

$$-5000 + 23220,3 - 18220,3 = 0$$

Реакции найдены верно.

3.3.3 Проектный расчет вала

Максимальный изгибающий момент будет в точке В:

$$M_B = R_A \cdot s; \quad (3.12)$$

$$M_B = 18220,3 \cdot 0,177 = 3225 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Допускаемое нормальное напряжение:

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

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

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

Диаметр вала:

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{M_B}{0,1 \sigma}}; \quad (3.14)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{3225}{0,1 \cdot 570 \cdot 10^6}} = 0,038 \text{ м.} \approx 38 \text{ мм}.$$

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

3.3.4 Расчёт червячной передачи

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

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

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:

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

Получим:

$$M_{\text{вп}} = 0,23 \cdot \frac{5000 \cdot 0,650^2}{2} = 243 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{вп}} = T_2 = 243 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.18)$$

где T_2 – момент вращения червячного колеса редуктора, Н·м.

Частоту вращения вала червячного колеса, примем равную $n_2 = 1$ мин⁻¹, а червяка – $n_2 = 32$ 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:

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

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:

$$w_1 = \frac{\pi n_1}{30}; \quad (3.21)$$

$$w_1 = \frac{3,14 \cdot 32}{30} = 3,4 \text{ рад/с;}$$

$$w_2 = \frac{\pi n_2}{30}; \quad (3.22)$$

$$w_2 = \frac{3,14 \cdot 1}{30} = 0,1 \text{ рад/с.}$$

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 $\sigma_H' = 246$ 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 $u = 32$ принимаем $z_1 = 1$ [].

Число зубьев червячного колеса:

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

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

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

Определяем межосевое расстояние из условия контактной прочности

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

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

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 :

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

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

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 подъёма 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:

$$d_{a2} = d_2 + 2m; \quad (3.33)$$

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

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:

$$v_s = \frac{v_1}{\cos \gamma} ; \quad (4.38)$$

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

Уточняем КПД редуктора.

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

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 $K_v = 1$ [].

Коэффициент неравномерности распределения нагрузки

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

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

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

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

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:

$$\sigma_F = \frac{1,2 T_2 K Y_F}{z_2 b_2 m^2}; \quad (3.44)$$

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

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

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 $\tau_k = 80$ МПа:

$$d_{d1} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{k1}}{0,2 \tau_k}}; \quad (3.45)$$

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

3.3.5 Расчет рукоятки

Вращающий момент на ведущем валу равен $T_1 = 10,13$ Н·м., расчетная схема представлена на рисунке 3.6.

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

где — усилие прикладываемое к рычагу, Н;

— длина рычага рукоятки, примем м.

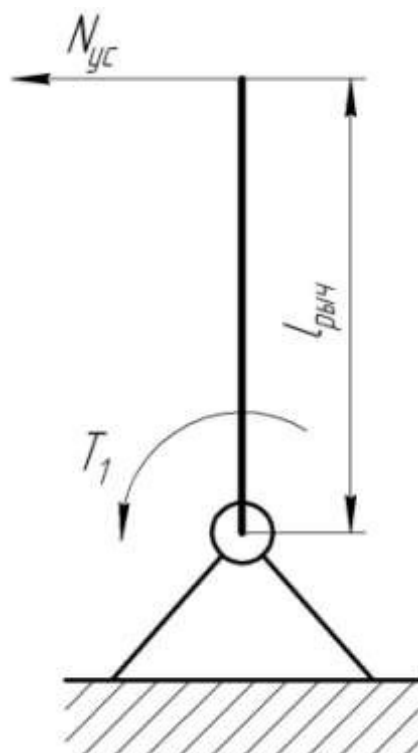


Рисунок 3.6 – Схема сил рукоятки

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

$$N_{yc} = \frac{10,13}{0,2} = 50,7 \quad H = 5,07 \text{ кг.}$$

3.4 Техника безопасности при работе на стенде

При эксплуатации предлагаемой конструкции должны соблюдаться следующие требования:

- к работе с данным кантователем 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 кантователя 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 кантователя 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;

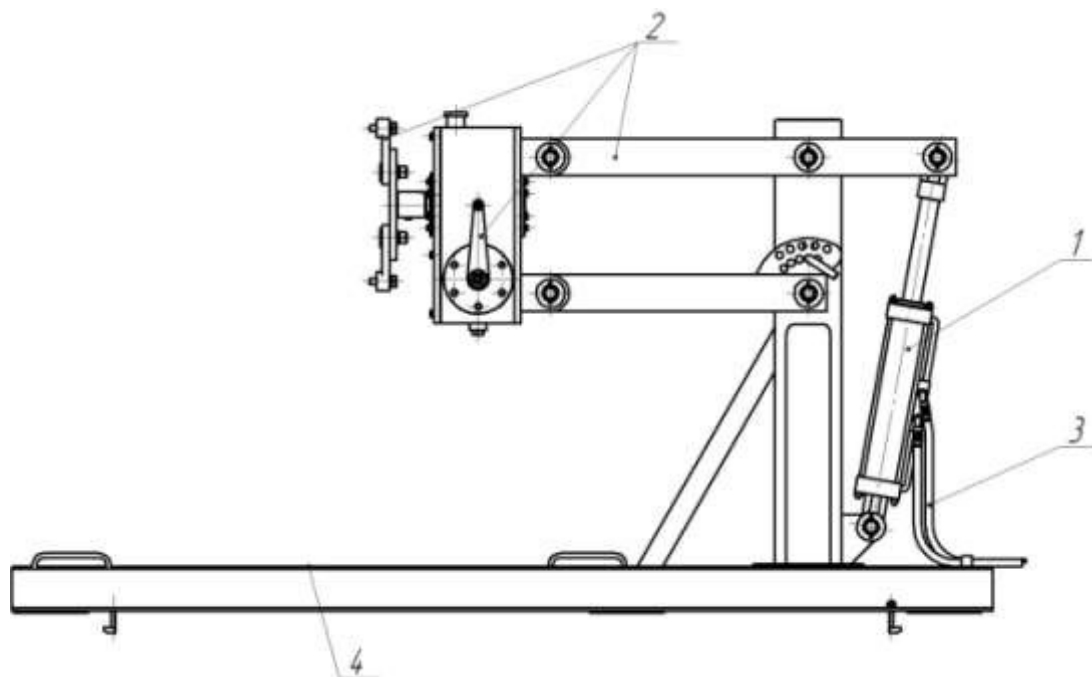
–при больших консольных нагрузках на стенд использовать вспомогательные подставки;

– 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 кантователя имеются опасные и вредные производственные факторы, которые представлены на рисунке 3.7.



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

Рисунок 3.7 – Опасные и вредные производственные факторы при работе с кантователем.

3.5 Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – это внезапно возникшая в том или ином месте обстановка, характеризующаяся неопределённостью и сложностью принятия решения, стрессовым состоянием населения, значительным социально–экологическим и экономическим ущербом и, прежде всего, человеческими жертвами, вследствие чего требуются большие затраты на проведение эвакуационно–спасательных работ и ликвидацию негативных последствий.

Для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в хозяйстве разработан план мобилизации служб хозяйства, в котором указаны способ оповещения, место сбора, действия соответствующих служб и прочее.

В качестве средств оповещения на случай возможных чрезвычайных ситуаций используется телефонная и радио связь, звуковая сигнализация вызова пожарной охраны.

Для работы в условиях чрезвычайных ситуаций создается орган управления ГО и ЧС, который разрабатывает план, включающий в себя все действия, необходимые для быстрой эвакуации населения и работников и координации действий специальных служб при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Создаются группы эвакуации, группа аварийно-восстановительных работ, групп оказания медицинской помощи, группа пожаротушения, группа бытового обеспечения. Группу эвакуации людей из зоны чрезвычайной ситуации возглавляет заведующий автогаражом.

В ее состав входят: водители с закрепленными за ними автомобилями, механики, слесари. Задачей этой группы является эвакуация населения и доставка его в безопасное место.

Группу по аварийно-восстановительным работам возглавляет прораб хозяйства. В состав группы входят: электрики, строители, трактористы, с закрепленными за ними энергонасыщенными тракторами и бульдозерами. В задачу этого формирования входит расчистка завалов, восстановление дорог, объектов первой необходимости и восстановление низковольтных линий электропередач.

Группу по оказанию медицинской помощи возглавляет старший врач медпункта. В состав группы входят: персонал медпункта, санитары и другие работники хозяйства, обученные приему оказания доврачебной помощи. Группа оснащается автобусами с водителями, чтобы при необходимости отвозить пострадавших в ближайшую больницу.

Группа пожаротушения организуется на базе имеющейся службы пожарного надзора. В задачу этой группы входит ликвидация пожаров, предупреждение их возникновения и распространения. Для усиления этой группы в хозяйстве создаётся добровольная пожарная дружина. При необходимости привлекаются дополнительные силы из соседних хозяйств.

Группу бытового обеспечения возглавляет заместитель директора по административно-хозяйственной части. В состав группы входят: работники

службы материального обеспечения, работники столовой. Группа оснащается автомобилями, запасом продуктов питания и питьевой воды.

Таким образом, разработанные меры позволят защитить население и материальные ценности в условиях чрезвычайных ситуаций.

3.6 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле:

$$C_{\text{ц.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (3.48)$$

где $C_{\text{к}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{\text{сб.п}}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{\text{оп}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

$C_{\text{накл}}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{\text{нац}}=1,4 \dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле:

$$C_{\text{к}} = Q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{к.д}}, \quad (3.49)$$

где $Q_{\text{п}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг.;

$\Pi_{\text{к.д}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб.

$$C_{\text{к}} = 560 \times 34,20 = 19152 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле:

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (3.50)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.;

C_m – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Заработную плату производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле:

$$C_{зп} = C_{пр} + C_{доп} + C_{соц}, \quad (3.51)$$

где $C_{пр}$ – основная заработная плата, руб.;

C_d – дополнительная заработная плата, руб.;

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{пр} = Z_{ч} \cdot T_{ср} \cdot K_t, \quad (3.52)$$

где $T_{ср}$ – средняя трудоемкость на изготовление оригинальных деталей, чел.·час;

$Z_{ч}$ – часовая ставка рабочих, руб.;

K_t – коэффициент учитывающий доплаты к основной зарплате, ($K_t=1,025\dots1,03$).

$$C_{пр} = 110 \times 28 \times 1,03 = 3172 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{доп} = \frac{5\dots12 \cdot C_{пр}}{100}. \quad (3.53)$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц} = \frac{4,4 \cdot C_{пр} + C_d}{100}. \quad (3.54)$$

$$C_{\text{зп}} = 3172 + 317 + 154 = 3643 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = Ц \cdot Q_3, \quad (3.55)$$

где Ц – цена 1 кг материала заготовок, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (3.56)$$

где $Q_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$$C_{\text{м}} = 131 \times 34,80 = 4559 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 3643 + 4559 = 8202 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3 = 0,29 \dots 0,99$).

Зарботную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции определяют по формуле:

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (3.57)$$

где $C_{\text{сб}}$, $C_{\text{д.сб}}$, $C_{\text{соц.сб}}$ – соответственно, основная и дополнительная зарплата, начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке определяют по формуле:

$$C_{\text{сб}} = T_{\text{сб}} \cdot C_{\text{т}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (3.58)$$

где $T_{\text{сб}}$ – трудоемкость на сборку конструкции, чел.·час.

$$C_{\text{сб}} = 8 \times 110 \times 1,03 = 906 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{д.сб}} = \frac{5 \dots 12}{100} C_{\text{сб}}. \quad (3.59)$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{\text{соц.сб}} = \frac{4,4 \cdot C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}}}{100} . \quad (3.60)$$

$$C_{\text{зп.сб.п}} = 906 + 91 + 44 = 1041 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяют по формуле:

$$C_{\text{оп}} = \frac{C_{\text{пр}}^1 \cdot P_{\text{оп}}}{100} , \quad (3.61)$$

где $C_{\text{пр}}^1$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$P_{\text{оп}}$ – процент общепроизводственных расходов, ($P_{\text{оп}} = 69,5$).

$$C_{\text{констр}} = 19152 + 8202 + 9000 \times 1,5 + 1041 + 2204 = 44099 \text{ руб.}$$

Таблица 3.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции.

№ п / п	Наименование	Ед.изме рения	Знач. показателя	
			исхо дный	про ект ир.
1	Масса конструкции	кг	540	676
2	Балансовая стоимость	руб.	3820 0	440 99

3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел. ч	100	100
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка конструкции	ч	300	300
9	Время 1 цикла	ч	13	9

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в такой последовательности:

на стационарных работах периодического действия:

$$W_q = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (3.62)$$

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

τ – коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = ,60 \dots 0,95$).

_____ .

_____ .

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.63)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.64)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (3.65)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$— \quad (3.66)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.67)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_{\text{е}}, \quad (3.68)$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \mathcal{E}_{\text{е}}, \quad (3.69)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.70)$$

где $N_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.71)$$

где a – норма амортизации %.

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k, \quad (3.72)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (3.73)$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}.$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.74)$$

где $C_{\text{б1}}$ – балансовая стоимость спроектированной конструкции, руб.

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (3.75)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{16380}{44099} - 0,4.$$

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций.

/п	Наименование показателей	Баз овый	Проект
	Часовая производительность, ед./ч.	0,0 7	0,10
	Фондоемкость процесса, руб./ед.	181 9	1470
	Металлоемкость процесса, кг./ед.	2,6	2,2
	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	14, 3	10
	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	195 5	1409
	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	222 8	1629
	Годовая экономия, руб.	-	16380
	Годовой экономический эффект, руб.	-	17970
	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	2,7
0	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной работы произведено совершенствование работы отделения по ремонту двигателей на примере рядовых хозяйств. С учетом результатов расчетов разработан план отделения по ремонту двигателей.

Основываясь на типовую технологию разработан технологический процесс восстановления коленчатого вала применительно к условиям данного отделения по ремонту двигателей.

Предложена конструкция стенда для ремонта двигателей и проведен инженерный расчет ее элементов. Использование оборудования такого типа позволяет снизить трудоемкость выполнения этой операции и повысить ее безопасность, а, следовательно, увеличивает производительность работ.

В выпускной работе проведена технико–экономическая оценка предлагаемой конструкции.

В процессе выполнения выпускной работы разработаны мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности при ремонтных работах и охране труда в хозяйстве. Даны рекомендации по поддержанию экологической безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. 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.
3. Булгариев Г.Г., Методические указания по выполнению экономической части дипломного проекта для студентов-очников специальности 110304 – «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК» [Текст] / Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев // - Казань «Казанский ГАУ», 2006.
4. 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.-44с.
5. 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
6. 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
7. 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.
8. 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.

9. 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.
10. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
11. Берлинов М.В. Расчет оснований и фундаментов [Текст] / М.В. Берлинов, Б.А.Ягупов. // (ЭБС «Лань», 2011, 1-е изд.-288 с.).
12. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
13. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. С309.
14. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.
15. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005.-472 С.
16. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. С 227.
17. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
18. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. С392.
19. 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.
20. 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.
21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. 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.

26. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов -4-е издание перераб. и доп. // – М.: Форум, 2009. С 496.

27. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. С 216.

28. 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.