

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление подготовки 23.03.03

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность подготовки: Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра: Общетеchnические дисциплины

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

Тема: Проект организации ремонта автотранспортной техники с разработкой конструкции подъемника

Шифр ВКР 23.03.03.031.18 ПЭ.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3361

Салихов Р.Р.

подпись

Руководитель профессор

Яхин С.М.

подпись

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол №___ от _____ 2018 г.)

Зав. кафедрой ____ профессор_____

ученое звание

подпись

Яхин С.М.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление подготовки 23.03.03

Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность подготовки: Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра: Общественные дисциплины

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____
« ____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Салихову Р.Р.

Тема ВКР: Проект организации ремонта автотранспортной техники с разработкой конструкции подъемника

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. Анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности заднего моста автомобиля ГАЗ - 53 и анализ существующих конструкций автомобильных подъёмников; 2. Разработать организацию технологического процесса ремонта грузовых автомобилей; 3. Разработать технологический процесс восстановления картера главной передачи заднего моста ГАЗ - 53; 4. Разработать конструкцию подъемника; 5. Разработать мероприятия по безопасности жизнедеятельности; 6. Произвести технико-экономическую оценку конструкции.

5. Перечень графических материалов: Лист 1 – План проектируемой мастерской. Лист 2 – Ремонтный чертеж картера главной передачи заднего моста ГАЗ - 53. Лист 3 – Технологические карты на восстановление. Лист 4 – Сборочный чертеж подъемника. Лист 5 – 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		
4	4 раздел выпускной работы		
5	5 раздел выпускной работы		
6	6 раздел выпускной работы		

Студент _____ (Салихов Р.Р.)

Руководитель ВКР _____ (Яхин С.М.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Салихова Р. Р. на тему «Проект организации ремонта автотранспортной техники с разработкой конструкции подъемника».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

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

В первом разделе дан описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности заднего моста автомобиля ГАЗ - 53 и анализ существующих конструкций автомобильных подъёмников.

Во втором разделе, обоснованы основные параметры ремонтной мастерской, рассчитана годовая программа ремонта грузовых автомобилей в мастерской, количество производственных. Представлен расчет площадей и количество необходимого технологического оборудования в ремонтной мастерской.

В третьем разделе разработан технологический процесс восстановления картера главной передачи заднего моста ГАЗ - 53, подобрано необходимое оборудование и инструмент, предложена технология восстановления картера.

В четвертом разделе разработана конструкция подъемника.

В пятом разделе спроектированы мероприятия по безопасности труда.

В шестом разделе подсчитаны экономическое обоснование разработанного подъемника.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

to the final qualifying work of Salikhov R. R. on " project of organization of repair of motor vehicles with the development of the design of the lift."

The final qualifying work consists of an explanatory note on the sheets of typewritten text and graphic part on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, six sections, conclusion and includes 444 figures and tables. The list of references contains 28 titles.

The first section describes the device, analysis of the work and characterization of the reasons for the loss of performance of the rear axle of the GAZ-53 and analysis of existing designs of car lifts.

In the second section, the basic parameters of the repair shop, calculated the annual program of repair of trucks in the workshop, the number of production. The calculation of the area and the amount of necessary technological equipment in the repair shop.

In the third section, the technological process of restoring the crankcase of the main transmission of the rear bridge GAZ - 53 was developed, the necessary equipment and tools were selected, and the technology of crankcase recovery was proposed.

In the fourth section, the design of the lift.

In the fifth section, measures for occupational safety are designed.

In the sixth section, the economic feasibility of the developed lift is calculated.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	
1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности заднего моста автомобиля ГАЗ - 53.....	
1.2 Анализ существующих конструкций автомобильных подъёмников.....	
2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	
2.1 Исходные данные.....	
2.2 Определение производственной программы мастерской по капитальному ремонту.....	
2.3 Составление блок – схемы технологического процесса.....	
2.4 Планирование ремонтных работ по отделениям цеха.....	
2.5 Количество и состав работающих по отделениям в цехе.....	
2.6 Расчет и подбор оборудования.....	
2.7 Расчет производственной площади мастерской.....	
2.8 Компоновка отделений мастерской.....	
2.9 Составление графика согласования технологических операций на ремонт автомобиля.....	
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАРТЕРА ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЗАДНЕГО МОСТА ГАЗ-53.....	
3.1 Перечень дефектов рассматриваемой детали.....	
3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов сборочной единицы или агрегата.....	
3.3 Расчет и выбор режимов нанесения покрытий на деталь.....	
3.4 Техническое нормирование ремонтных работ.....	
4 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
4.1 Исходные технические данные для разработки Исходные технические данные для разработки.....	
4.2 Устройство и принцип работы подъёмника.....	

4.3 Требования к технической эксплуатации и ТО подъемника.....	
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	
5.1 Особенности обеспечения безопасности труда при работе на стенде.....	
5.2 Инструкция по охране труда при техническом обслуживании и ремонте машинотракторного парка.....	
5.3 Мероприятия по защите населения и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях.....	
5.4 Физическая культура на производстве.....	
6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

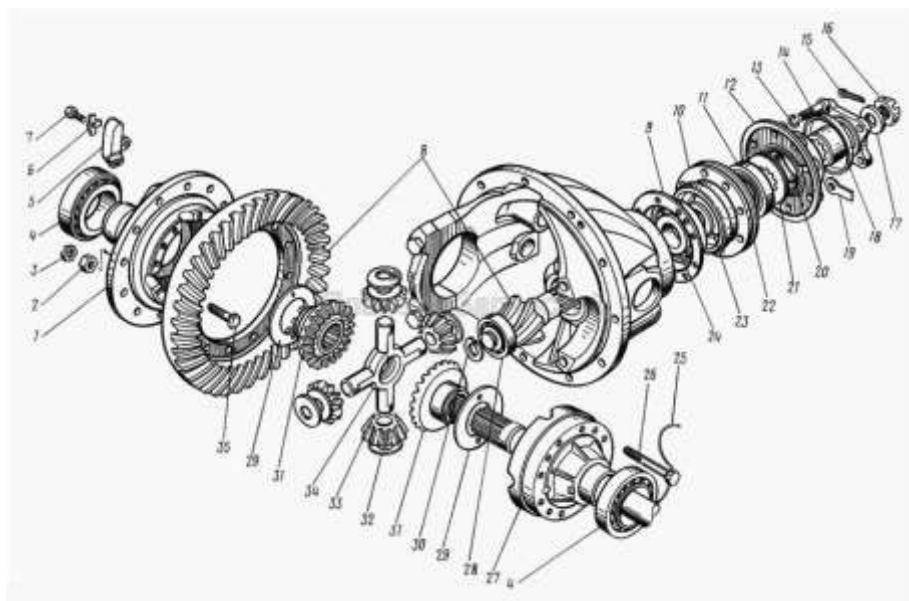
В настоящее время основную долю парка техники в сельском хозяйстве составляют отремонтированные машины и лишь незначительную часть — новые. Важным звеном обеспечения качественного ремонта техники является соблюдение технологии его проведения. На сегодняшний день во многих предприятиях ремонт производится с нарушениями технологического процесса мойки, дефектации деталей и обкатки. Все это приводит к снижению срока эксплуатации отремонтированной техники, и как следствие, повышению затрат производителей сельскохозяйственной продукции. Также, поскольку ремонт агрегатов сводится главным образом к замене их неисправных деталей на годные, наибольшие затраты (до 60% и более) в себестоимости ремонта составляет стоимость израсходованных запасных частей.

Разрабатываемый нами ВКР направлена на расширение производственной деятельности аграрных предприятий. С этой целью рассмотрены вопросы организации ремонта грузовых автомобилей, разработана технология ремонта и конструкция подъемника.

1 ЛИТЕРАТУРНО ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Описание устройства, анализ работы и характеристика причин потерь работоспособности заднего моста автомобиля ГАЗ - 53

Задний мост на ГАЗ-53 — это один из самых важных узлов, от которого зависит работоспособность автомобиля. Поэтому нужно периодически устраивать осмотр деталей заднего моста и производить его регулировку.



1 - Коробка сателлитов левая; 2 - Гайка; 3 - Гайка стопорная; 4 - Подшипник; 5 - Маслоулавливатель; 6 - Шайба; 7 - Болт; 8 - Шестерни ведущая и ведомая главной пары заднего моста (комплект после притирки); 9 - Прокладка регулировочная; 10 - Муфта подшипников ведущей шестерни главной пары заднего моста; 11 - Подшипник; 12 - Крышка картера заднего моста передняя; 13 - Шайба; 14 - Болт; 15 - Шплинт; 16 - Гайка; 17 - Шайба ведущей шестерни главной пары заднего моста; 18 - Фланец с отражателем в сборе; 19 - Пластина маркировочная; 20 - Сальник ведущей шестерни главной пары заднего моста с пружиной в сборе; 21 - Кольцо маслоотгонное сальника ведущей шестерни заднего моста; 22 - Прокладка муфты подшипников ведущей шестерни заднего моста; 23 - Кольцо регулировочное толщиной 12,10 мм; 24 - Подшипник; 25 - Шплинт-проволока; 26 - Болт коробки сателлитов дифференциала заднего моста; 27 - Коробка сателлитов правая; 28 - Подшипник направляющего конца ведущей шестерни; 29 - Шайба опорная шестерни полуоси заднего моста; 30 - Кольцо стопорное; 31 - Шестерня полуоси заднего моста; 32 - Шайба опорная сателлита дифференциала заднего моста; 33 - Сателлит дифференциала заднего моста; 34 - Крестовина сателлитов дифференциала; 35 - Болт крепления ведомой шестерни;

Рисунок 1.1 - Мост задний ГАЗ - 53

Для повышения долговечности в мосты устанавливают главную передачу гипоидного типа. Ведущая шестерня относительно ведомой смещена вниз на 32 мм. Для предотвращения больших деформаций ведомой шестерни главная передача снабжена регулируемым упором. Главная передача и дифференциал смонтированы в отдельный картер редуктора, который свободно вставляют в отверстие картера моста и закрепляют болтами.

В состав заднего моста ГАЗ 53 входят следующие детали:

Корпус (или картер). Штампованный, представляет собой сварную конструкцию. Внешне напоминает вытянутый чулок с утолщением в середине. В центре есть широкое отверстие для крепления редуктора, с обратной стороны отверстия с картером сварен штампованный колпак. При установке редуктора заднего моста конструкция становится герметичной, между редуктором и картером для герметичности необходимо наличие прокладки (из картона или паронита);

Редуктор в сборе. Состоит из своего, отдельного корпуса, шестерен главной пары (ведущей и ведомой), дифференциала в сборе;

Вот так выглядит редуктор заднего моста.



Рисунок 1.2 - Разобранный редуктор ГАЗ - 53

Вес его составляет 69 кг.

Дифференциал. В его состав входят левая и правая коробка дифференциала, крестовина, шестерни полуосей (2 шт.) и четыре сателлитта. Все части находятся внутри коробок;

Полуоси (2 шт.). Фиксируются внутри корпуса в шестернях дифференциала на шлицах. Снаружи на фланцы полуосей крепятся фланцы ступицы. С каждой стороны в основном картере («чулке») устанавливается сальник полуоси, предотвращающий вытекание масла из заднего моста. Полуоси сделаны из высокопрочной легированной стали, а поверхность закалена ТВЧ;

Цапфы (2 шт.).

В картер заднего моста заливается 8,2 литра трансмиссионного масла. С правой стороны корпуса редуктора заворачивается контрольная пробка. Отвернув пробку, проверяют уровень масла в мосту, через это же отверстие заливают или доливают масло до необходимого уровня. Мост считается заправленным, когда из контрольного отверстия при заливке масло начинает вытекать обратно.

Для заправки моста заводом предусмотрено масло марки ТСП-14ГИП, но в наше время оно практически нигде не встречается. В качестве замены рекомендуется применять ТАД-17 или ТАп-15. В «чулке» моста устанавливается сапун, который играет роль воздушного клапана. Если сапун забит, за счет избыточного давления воздуха может начать течь масло из сальников полуосей. В нижней части картера находится сливная пробка.

Технические характеристики

Передаточное число – 6,83 (количество зубьев на ведомой шестерне – 41, на ведущей шестерне – 6);

Вес моста в собранном состоянии – 270 кг;

Шестерни главной пары – гипоидного типа;

Дифференциал – шестеренчатый, конического типа;

Колея задних колес (расстояние от центра спаренных колес одной стороны до центра другой) – 1,69 м.

Осмотр заднего моста

Для того чтобы осмотреть все детали заднего моста, нужно сначала эти детали замочить в моющем растворе. Это не относится к подшипникам. Далее детали необходимо тщательно промыть и осмотреть. Те детали, на которых вы обнаружите трещины необходимо в обязательном порядке заменить.

Теперь приступим к осмотру ведущих и ведомых шестерен. Здесь мы ищем наличие износов или задиров. Если есть хоть один изъян, лучше сразу меняйте шестерню, не нужно ее пытаться отремонтировать. Эффект будет не долгий.

После этого можно приступить к кольцам подшипников. Здесь их нужно осмотреть на наличие задира и неравномерного износа. Особое внимание следует уделить торцам роликов.

Чтобы проверить ввертывание гаек, нужно установить крышку подшипников, и завинтить гайки. Если гайки проворачиваются без особых проблем, то значит, все нормально. Сразу же следует осмотреть и торец фланца карданного вала, который соединяется с подшипником ведущей шестерни. Торец должен быть идеально гладким. Если этого нет, то отшлифуйте его.

На муфте подшипников нужно периодически прочищать масляные каналы. Осматривайте ее на повреждения, на наличие заусенцев и прочее.

Обращайте внимание на то, чтобы подшипники плотно прилегали ко всем опорным поверхностям, это будет гарантией того, что ваш дифференциал прослужит еще долгое время. Также следует проверить биение ведомой шестерни. Если биение не соответствует норме, то причину этого ищите в шестерне, которая возможно деформировалась. А может, повредилась коробка дифференциала или изнашивался подшипник заднего моста.

Неисправности заднего моста

Есть определенные признаки, по которым можно определить, что задний мост нуждается в регулировке, ремонте или замене. Самым заметным и банальным является признак, если автомобиль не трогается с места, и у него не крутятся задние колеса. Такое может случиться, если мост работал некоторое

время вообще без смазки. Но это бывает довольно редко – не все водители доводят свою машину до такого плачевного состояния. Также автомобиль не поедет, если лопнет полуось.

Признаком неисправного моста является

При наборе скорости с нагрузкой вой в районе заднего моста. Бывает, что посторонний звук возникает при сбросе оборотов на определенном скоростном режиме. Причиной может быть неправильно отрегулированный зазор в главной паре, износ зубьев шестерен в ней.

Звук в мосту очень похож на вой в коробке передач, поэтому желательно кого-нибудь попросить забраться в кузов послушать, откуда идет шум;

Течь масла с хвостовика редуктора или в районе ступиц задних колес. Причиной течи могут быть сальники, забитый сапун. Если подтекание происходит в районе крепления редуктора моста к картеру, то, вероятнее всего, негерметична паронитовая прокладка или не затянуты крепления.

Шум сзади может происходить не только по причине неисправной главной передачи, часто шумят подшипники ступицы. Но характер звука здесь несколько другой – он постоянно присутствует на любой скорости, и если идет вой, то на более низкой частоте. Проверить гудящий подшипник несложно – нужно поднять любое заднее колесо на домкрате и покрутить его руками. Шум подшипника будет слышен при прокручивании. подшипник и редуктор ГАЗ - 53. Поломки могут быть разные, разные бывают и их причины:

Жесткие условия эксплуатации;

Низкое качество трансмиссионного масла или его несоответствие техническим нормам;

Плохое качество запасных частей;

Несвоевременно проводимое техническое обслуживание.

От недостаточного количества масла или его низкого качества в первую очередь страдают шестерни главной передачи и конические подшипники в редукторе заднего моста. Хорошо достается и сателлитам в дифференциале – зубья теряют зеркальную поверхность, порой частично выкрашиваются.

Меняют шестерни главной передачи обязательно в паре – на заводе они «прикатываются» друг к другу. Если поменять только ведущую или ведомую шестерню, то хорошо отрегулировать зазор не получится, и мост все равно будет выть.

Регулировка зазора заднего моста ГАЗ - 53

А вот какой его ресурс с повышенным шумом – это уже другой вопрос.

В практике встречались случаи, когда с воющим задним мостом ГАЗ проезжать до 100 тыс. км (конечно, в условиях бережной эксплуатации и соответствующего ухода). Но мост не предсказуем – он может заклинить и через 50 км.

Если мост внезапно загудел, в первую очередь необходимо проверить состояние и уровень масла. Если в масло попадает вода, то на эмульсии мост также может зашуметь, особенно гул будет замечен на скоростях выше 60 км/час. Часто советуют в шумящий мост добавить опилки, как бы этот способ позволяет устранить гул. Но это метод сомнительный – вряд ли изношенные зубья главной передачи восстановятся от этого.

1.2 Анализ существующих конструкций автомобильных подъёмников

Автомобильные подъёмники по конструкции опорных элементов разделяются на стоечные, ножничные и плунжерные, а по типу привода – на электромеханические, электрогидравлические, пневматические, пневмогидравлические и ручные гидравлические.

Подъёмники выпускаются для легковых и грузовых автомобилей, для мотоциклов и для квадроциклов.

У каждого типа подъёмника есть свои «минусы» и «плюсы» в зависимости от области их применения – от вида сервисных работ и типом обслуживаемого транспортного средства.

Чаще всего в настоящее время используются электрогидравлические подъёмники, так как у них есть ряд преимуществ перед

электромеханическими. Ведь у них нет быстро изнашивающихся механических частей, есть возможность легко опустить автомобиль, и они надёжнее, имеют больший ресурс, плавность хода, меньше потребляют электроэнергию, мало шумят и просты в техобслуживании. У электрогидравлических подъёмников дополнительно имеются механические опоры, повышающие уровень их безопасности.

Стоечные подъёмники бывают одностоечными (стационарными и мобильными), двухстоечными и четырёхстоечными, в основном, с электромеханическим и электрогидравлическим приводом. Основная нагрузка стоечных автомобильных подъёмников приходится на стальную вертикальную стойку. Нижняя часть стационарного подъёмника обычно монтируется анкерными болтами в бетонный пол. На боковой стороне стойки установлен электромеханический или электрогидравлический подъёмный механизм и крепятся подхваты.

Одностоечные мобильные (подкатные) подъёмные колонны с электромеханическим приводом позволяют, работая синхронно по четыре, шесть, поднимать грузовые автомобили и автобусы.

Двухстоечные подъёмники с нижней синхронизацией подходят для большинства сервисов и имеют сравнительно низкую цену. Двухстоечные подъёмники с верхней синхронизацией дороже, но обеспечивают свободный доступ к автомобилю, и делятся на симметричные и асимметричные. Симметричные – это когда стойки подъёмника расположены параллельно друг другу, а асимметричные – стойки повернуты так, что обеспечивают свободный доступ в салон и открытие дверей автомобиля.

Автомобильным подъёмникам с электромеханическим приводом не требуются дополнительных стопоров, служащих для предотвращения аварийных ситуаций и падения автомобиля. У двухстоечных подъёмников с электромеханическим приводом могут быть один или два электродвигателя. Если у подъёмника один двигатель, то от колонны с электродвигателем вращающий момент передается второй колонне ременной или цепной

передачей. Но лучше когда передаётся через трансмиссионный вал. Такие подъёмники надёжнее и не требуют ежедневного ухода. Электромеханические автомобильные подъёмники обычно дешевле электрогидравлических.

У электрогидравлических подъёмников имеется один электродвигатель с гидравлическим насосом, передающим давление по гидравлическим шлангам, и два гидравлических цилиндра. Синхронизируют высоту подъёма стальными тросами.

Четырёхстоечные подъёмники имеют четыре попарно связанные трапами (две продольные платформы) стойки. Такие подъёмники устойчивее двухстоечных и имеют большую грузоподъёмность. Они позволяют обслуживать как легковые, так и грузовые автомобили, в том числе тяжёлый автотранспорт и автомобили с длинной базой. Четырёхстоечные подъёмники отличаются простотой и надёжностью конструкции при относительно невысокой цене. Привод у них может быть как гидравлическим, так и электромеханическим.

Платформы четырёхстоечных подъёмников снабжены дополнительными приспособлениями для контроля углов установки колёс и для их регулировки («развал–схождение»). Они оборудованы джеками – домкратами для вывешивания осей автомобиля при регулировке углов установки колес, а также нишами под поворотные круги (платформы) в передней части и скользящими платформами под задние колёса – в задней.

Для проведения шиномонтажных и кузовных работ в СТО удобнее всего использовать ножничные подъёмники с небольшой высотой подъёма: как стационарные, так и мобильные. Вертикальный ход платформы ножничного подъёмника обеспечивается механизмом подъёма, состоящим из системы складных рычагов, соединённых шарнирами крестообразно.

Современные автомобильные ножничные подъёмники позволяют проводить осмотр, диагностику, ремонт и техническое обслуживание автомобилей. С их помощью можно проводить слесарные, кузовные работы, ремонт и обслуживание ходовой части, отладку «развал–схождение» и тюнинг на

поднятом автомобиле. Кроме того, при работах с двигателем и электропроводкой, лучше использовать подъёмники, нежели смотровую яму, что обусловлено удобством эксплуатации.

Некоторые модели ножничных подъёмников имеют люфт–детекторы, что позволяет проводить диагностику подвески, её ремонт и ремонт рулевого управления.

Портативные версии ножничных гидравлических подъёмников применяются для оперативного техобслуживания вне помещений, так как они могут иметь ручной гидравлический механизм подъёма.

Плунжерные подъёмники предназначены тоже для технического обслуживания и ремонта легковых и грузовых автомобилей. Несущие элементы таких подъёмников размещены на верхних торцах плунжеров, что обеспечивает беспрепятственный подход к автомобилю со всех сторон для работ по его обслуживанию.

Эти подъёмники бывают одноплунжерными, двухплунжерными и четырёхплунжерными. Различаются плунжерные подъёмники платформенные, с «лапами» и напольного монтажа. Больше всего распространены плунжерные подъёмники с заглублением в пол.

Производится большое количество подъёмников разного типа. Выбирать нужно в зависимости от вида работ, ведь подъёмники серьёзно отличаются друг от друга характеристиками: грузоподъёмностью, скоростью и высотой подъёма, клиренсом и типом конструкции.

Грузоподъёмность измеряется массой автомобиля, которую можно безопасно поднимать. Эта масса для легковых и небольших грузовых автомобилей обычно от полутора до восьми тонн.

Скорость – время подъёма, составляющее примерно одну–две минуты у разных типов подъёмников. Скорость электромеханических подъёмников сравнительно выше, чем у электрогидравлических.

Высота подъёма – высота, на которую можно поднять автомобиль. Обычно она не превышает двух метров. Общая же высота подъёмника

означает максимальную высоту, до которой может достичь крыша автомобиля. В среднем она не превышает трёх с половиной метров. Правда, максимальная высота при обслуживании минивэнов с высокой крышей должна быть чуть больше четырёх метров. А вот у специальных подъёмников для шиномонтажных работ высота подъёма может быть небольшой, причём, как у стационарных, так и у мобильных.

Клиренс – минимальная высота опускания лап при установке. Стандартно эта высота – в пределах десяти сантиметров, но у специальных низкопрофильных подъёмников клиренс может быть 75 – 90 мм.

Ниже рассмотрены существующие подъёмники отечественного и импортного производства.

Подъёмник «Сорокининструмент»

Двухстоечный автомобильный подъёмник с нижней синхронизацией обеспечивает надёжный подъём–опускание практически всех марок легковых автомобилей. Ассиметричные раздвижные лапы гарантируют надёжную фиксацию автомобиля и удобство в работе. 2–х стоечный автоподъёмник оборудован двумя гидроцилиндрами с тросовой синхронизацией и автоматической системой блокировки кареток на каждой стойке.



Рисунок – 1.3 Подъёмник «Сорокининструмент»

Питание от сети, 380 вольт, время подъема 45 секунд, время опускания 20 секунд, грузоподъемность 4 т, высота подхвата 101 мм, высота подъема 1800 мм, мощность 2,2 кВт.

Подъемники для грузовых автомобилей 527 R

Подъемник автомобильный четырехстоечный 527 R, электрогидравлический со стандартной гладкой платформой, предназначен для подъема грузовых автомобилей массой до 4 т. База 2970 мм. Ширина платформы 565 мм, длина 4800 мм.



Рисунок 1.4 – Подъемники для грузовых автомобилей 527 R

Ножничный подъемник STD–8250

Подъемник STD–8250 предназначен для легковых и грузовых автомобилей. Это оптимальное и удобное решение для измерения и регулировки геометрии колес. Подъемник подходит для установки как на поверхность земли так и под землю. Гидравлическая синхронизация с защитным устройством во избежание колебания платформ. Автоматическая блокировка при максимальной высоте поднятия. Автоматическая блокировка при поднятии на высоту 400 мм. В течение последней фазы при спуске раздается предупреждающий звук. Оборудован клапаном, предохраняющим от чрезмерной нагрузки. Управлять подъемником очень просто и абсолютно

безопасно, управление осуществляется с помощью кнопок на панели управления. Обучение оператора требует несколько минут.



Рисунок 1.5 – Ножничный подъемник STD–8250

Технические характеристики:

Грузоподъёмность 5000кг, максимальная высота подъёма 2160 мм, минимальная высота – 290 мм, длина платформы 5000 мм, время подъема 60 с, напряжение 380 в, вес 2500 кг, габаритные размеры 5000×2070×2160мм

Плунжерный электрогидравлический подъемник Ravaglioli

Электрогидравлический подъемник 2-х плунжерный с 2-х ступенчатыми лапами с квадратным профилем цилиндров, грузоподъёмностью 3500 кг, расстояние между цилиндрами 2162 мм. Пульт управления на стене. Ориентирован для кузовных работ.



Рисунок 1.6 – Плунжерный электрогидравлический подъемник Ravaglioli

Применение подъемника существенно облегчает доступ к обслуживанию автомобиля. В хозяйствах имеются смотровая яма и эстакада, при ремонте на которых есть определённые неудобства, одной из главных является, постоянная высота, что часто бывает неудобно. Постоянная ширина, так же затрудняет доступ к определённым частям ремонтируемого объекта. Так же в хозяйстве зафиксирован случай падение автомобиля с эстакады, что привело к его повреждению. Для устранения перечисленных недостатков, в конструкторской части выпускной работы разрабатываем подъемник для грузовых автомобилей.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

2.1 Исходные данные

Для расчета возьмем 9 грузовых автомобилей марок ГАЗ и КамАЗ.

Ремонтно - техническая база автотранспортного участка должна позволять проводить техническое обслуживание и текущий ремонт техники, а также выполнять полнокомплектный капитальный ремонт.

Таблица 2.1 - Исходные данные для расчета.

Марка автомобиля	Количество, шт.	Среднесуточный пробег, км.
КамАЗ	4	1160
ГАЗ	5	1380
Итого	9	2540

2.2 Определение производственной программы мастерской по капитальному ремонту

Программа ремонтного предприятия характеризуется номенклатурой ремонтируемых объектов и объемом ремонтных работ. Ее определяют по формуле

$$П_r = \sum N_{Гi} \cdot T_i, \quad (2.1)$$

где $П_r$ – годовая программа ремонтного предприятия, чел. ч;

$N_{Гi}$ - количество ремонтируемых объектов i -того наименования;

T_i – трудоемкость ремонта объекта i -того наименования, чел. ч.

Годовое количество ремонтов объектов складывается из капитальных полнокомплектных ремонтов автомобилей N_k и капитальных ремонтов его агрегатов

$$N_{Гi} = \sum N_k + \sum N_{АГi}, \quad (2.2)$$

Количество капитальных ремонтов автомобилей в регионе обслуживания ремонтным предприятием определяют по формуле

$$N_k = N \cdot \alpha_k, \quad (2.3)$$

где N – количество автомобилей эксплуатируемых в регионе, шт.

α_k - коэффициент, характеризующий охват капитальным ремонтом автомобилей в регионе обслуживания.

$$\alpha_k = \frac{1}{\eta * T} * \left(\frac{\ell * T}{K_1 * K_2 * j} - 1 \right), \quad (2.4)$$

где ℓ – среднегодовой пробег автомобиля, км;

T – ресурс автомобиля до выбраковки, лет;

η – коэффициент полноты восстановления ресурса при капитальном ремонте;

K_1 – нормативный ресурс до первого капитального ремонта, км;

K_2 – коэффициент корректировки нормативного ресурса, в зависимости от условий эксплуатации;

j – коэффициент реализации нормативного ресурса.

Таблица 2.2 - Нормативные показатели.

Марка Автомобил я	Коэф. полноты восстановлени я η	Коэф. реализации нормативного ресурса γ	Среднегодов ой пробег, тыс. км L	Нормативный пробег до первого капремонта, тыс.км
КамАЗ	0,80	1,25	50	300
ГАЗ	0,80	1,25	40	160

$$\alpha_{k \text{ КамАЗ}} = 1 / (0,8 \cdot 10,0) \cdot [(50 \cdot 10^3 \cdot 10,0) / (300 \cdot 10^3 \cdot 0,80 \cdot 1,25 \cdot 0,8) - 1] = 0,19$$

$$\alpha_{k \text{ ГАЗ}} = 0,37$$

$$N_{k \text{ КамАЗ}} = 4 \cdot 0,19 = 15 \text{ шт.}$$

$$N_{k \text{ ГАЗ}} = 5 \cdot 0,37 = 2 \text{ шт.}$$

Принимая во внимание то, что часть автомобилей, принадлежащих МТС Тамбовская будет ремонтироваться в других ремонтных мастерских, ожидаемое количество автомобилей поступающих на ремонт составит $N_{ai} = N_{ki}$

Помимо капитальных ремонтов цех будет выполнять ремонты агрегатов, а именно: двигателя, коробки перемены передач, ведущих мостов, поступающих в оборотный склад запасных частей после текущего ремонта.

$$N'_{\text{аг}i} = (N_k - N_a) \cdot Q_{\text{аг}i}. \quad (2.5)$$

$$N_a = N_k \cdot Q_a. \quad (2.6)$$

$$N_a = 4 \cdot 0,85 = 3,4 \text{ шт.}$$

$$N'_{\text{ДВС КамАЗ}} = (4 - 3,4) \cdot 0,80 = 0,48 = 1 \text{ шт.}$$

Результаты сводим в таблицу 2.3

Таблица 2.3 - Количество агрегатов ожидаемых в ремонт.

Марка	N_k	ДВС		КПП		Задний мост	
		$Q_{\text{аг}}$	$N'_{\text{аг}}$	$Q_{\text{аг}}$	$N'_{\text{аг}}$	$Q_{\text{аг}}$	$N'_{\text{аг}}$
КамАЗ	4	0,80	1	0,50	1	0,50	1
ГАЗ	5	0,80	1	0,50	1	0,50	1

$$N''_{\text{аг}i} = 2,5 \cdot N_k \cdot \alpha_T \cdot Q_{\text{аг}}, \quad (2.7)$$

где $Q_{\text{аг}}$ – доля агрегатов i – того наименования, ожидаемых на завод для капитального и текущего ремонта проводимого в хозяйствах региона,

α_T – коэффициент, учитывающий долю текущих ремонтов, проводимых в хозяйствах от общего количества автомобилей в регионе.

Таблица 2.4 - Расчет количества агрегатов, поступающих от текущего ремонта.

Марка	N_k	ДВС		КПП		Задний мост	
		$Q_{\text{аг}}$	$N''_{\text{аг}}$	$Q_{\text{аг}}$	$N''_{\text{аг}}$	$Q_{\text{аг}}$	$N''_{\text{аг}}$
КамАЗ	4	0,80	7	0,50	5	0,50	5
ГАЗ	5	0,80	7	0,50	5	0,50	5

Общая программа цеха с учетом ремонта агрегатов составит:

$$\Pi_r = N_a \cdot T_a + \sum (N'_{\text{аг}i} + N''_{\text{аг}i}) \cdot T_{\text{аг}}, \quad (2.8)$$

где $T_{\text{аг}}$, $T_{\text{аг}i}$ – трудоемкость ремонта автомобиля и его агрегатов, чел.ч.

$$T_{\text{аКамАЗ}} = 285,4 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{аГАЗ}} = 190,0 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{ДВС}} \text{КамАЗ} = 69,7 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{ДВС}} \text{ГАЗ} = 57,2 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{КПП}} \text{КамАЗ} = 12,1 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{КПП}} \text{ГАЗ} = 10,5 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{ЗМ}} \text{КамАЗ} = 15,3 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{ЗМ}} \text{ГАЗ} = 13,1 \text{ чел. ч}$$

$$\Pi_{\text{Г КамАЗ}} = 4 \cdot 285,4 + (7 \cdot 69,7 + 5 \cdot 10,5 + 5 \cdot 15,3) = 1766,5 \text{ чел.ч.}$$

$$\Pi_{\text{Г ГАЗ}} = 1468,4 \text{ чел.ч.}$$

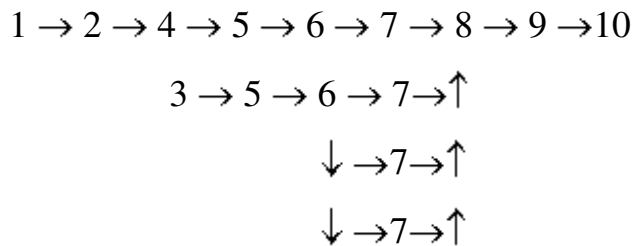
Годовая программа цеха составит:

$$\Pi_{\text{Г}} = 1766,5 + 1468,4 = 3234,9 \text{ чел.ч.}$$

2.3 Составление блок – схемы технологического процесса

В авторемонтном цехе используется тупиковый метод ремонта. Использование конвейерной линии является нецелесообразно из-за малой годовой программы и большой разности в трудоемкостях полнокомплектного ремонта автомобилей КамАЗ и ГАЗ.

На рисунке 3.1 представлена примерная взаимосвязь отделений завода при полнокомплектном ремонте автомобиля.



1 – доставка, наружная мойка, 2 – разборка автомобиля на агрегаты, 3- мойка рам, 4 – дефектация и ремонт рамы, 5 – мойка агрегатов, 6 – разборка агрегатов, 7 – мойка деталей, 8 – дефектация деталей, 9 – комплектация и сборка агрегатов, 10 - сборка автомобиля из агрегатов, 11 - обкатка, испытание, 12 – постановка на хранение.

Рисунок 2. 1 - Блок – схема технологического процесса.

2.4 Планирование ремонтных работ по отделениям цеха

В соответствии с блок – схемой технологического процесса производят расчет трудоемкости по отделениям цеха

Расчет загрузки отделений цеха:

$$P_{\text{отд}} = N_{\text{ари}} \cdot T_{\text{ар}}, \quad (2.9)$$

где $P_{\text{отд}}$ – программа работ i – того отделения, чел · ч.,

$N_{\text{ари}}$ – количество агрегатов ремонта i – того наименования, шт.,

$T_{\text{ар}}$ – трудоемкость ремонта агрегатов i –того наименования, чел·ч.

Программа ремонтных работ отделения включает ремонт объектов поступающих с конвейерной линии:

$$N_{\text{ари}} = N'_{\text{ари}} + N''_{\text{ари}} + N'''_{\text{ари}}, \quad (2.10)$$

где $N'_{\text{ари}}$ – количество агрегатов поступающих с конвейера разборочно-сборочного цеха, шт;

$N''_{\text{ари}}, N'''_{\text{ари}}$ – количество агрегатов i -того наименования необходимых для капитального и текущего ремонтов проводимых в хозяйствах.

Общая трудоемкость отделения доставки, наружной мойки автомобилей КамАЗ составит:

$$P_{\text{отд КамАЗ}} = 26 \cdot 7,33 = 190,58 \text{ чел} \cdot \text{ч.}$$

Результаты сведены в таблицу 3.5, 3.6, 3.7.

Таблица 2.5 - Распределение ремонтных работ для автомобилей КамАЗ.

№ п/п	Наименование отделения	Количе ство	Удельная труд., чел·ч	Общая труд., чел·ч
1	2	3	4	5
1	Доставка, наружная очистка	4	7,33	29,32
2	Разборка на агрегаты	4	18,60	74,4
3	Мойка агрегатов	21	0,4	8,4

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5
4	Разборка на агрегаты			
	ДВС	7	8,62	60,34
	КПП	5	1,4	7,0
	ЗМ	5	2,73	13,65

5	Мойка деталей	21	0,9	18,9
6	Дефектация деталей			
	ДВС	7	1	7,0
	КПП	5	0,33	1,65
	ЗМ	5	0,62	3,1
7	Комплектование и сборка агрегатов			
	ДВС	7	21,2	148,4
	КПП	5	3,9	19,5
	ЗМ	5	5,11	25,55
8	Мойка, дефектация и ремонт рамы	4	3,2	12,8
9	Сборка автомобиля	4	38,3	153,2
10	Обкатка и испытание	4	3,16	12,64
11	Постановка на хранение	4	0,75	3,0

Таблица 2.6 - Распределение ремонтных работ для автомобилей ГАЗ.

	Наименование отделения	Количес тво	Удельная труд, чел·ч	Общая труд, чел·ч
1	2	3	4	5
1	Доставка, наружная очистка	5	2,5	12,5
2	Разборка на агрегаты	5	18,6	93
3	Мойка агрегатов	22	5,0	110

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
4	Разборка на агрегаты			
	ДВС	7	10,5	73,5
	КПП	5	1,7	8,5
	ЗМ	5	2,5	12,5
5	Мойка деталей	22	9,6	211,2

6	Дефектация деталей			
	ДВС	7	2,6	18,2
	КПП	5	1,1	5,5
	ЗМ	5	1,2	6,0
7	Комплектование и сборка агрегатов			
	ДВС	7	2,6	18,2
	КПП	5	1,1	5,5
	ЗМ	5	1,2	6,0
8	Мойка, дефектация и ремонт рамы	5	9,9	49,5
9	Сборка автомобиля	5	18,4	92
10	Обкатка и испытание	5	7,2	36
11	Постановка на хранение	5	0,9	4,5

2.5 Количество и состав работающих по отделениям в цехе

Основной категорией работающих на заводе, являются основные производственные рабочие. Количество основных производственных рабочих определяют по формуле:

$$P_{o.pr.} = \Pi_r / \Phi_{д.р.}, \quad (2.11)$$

где Π_r – заводская производственная программа, чел. ч;

$\Phi_{д.р.}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч.

$$\Phi_{д.р.} = (d_k - d_v - d_{п.} - d_o) t_{см} \cdot \eta_r, \quad (2.12)$$

где $d_k, d_v, d_{п.}, d_o$ – количество календарных, выходных, праздничных и отпускных дней в году;

$i_{см}$ – продолжительность смены;

η – коэффициент, учитывающий невыход на работу по уважительным причинам.

$$\Phi_{др.} = (365 - 104 - 11 - 30) \cdot 8 \cdot 0,95 = 1672,0 \text{ ч.}$$

$$P_{опр} = 419,08 / 1672,0 = 0,25 \text{ человек (отделение мойки)}$$

Таблица 2.7 - Количество работающих по отделениям цеха

Наименование отделения	Количество рабочих, чел.
Доставка, наружная очистка	0,25
Разборка на агрегаты	0,74
Мойка агрегатов	0,17
Разборка агрегатов	0,25
Дефектация деталей	0,04
Мойка деталей	0,32
Комплектование и сборка	0,35
Дефектация и ремонт рам	0,23
Сборка автомобиля	1,32
Обкатка и испытание	0,24
Постановка на хранение	0,03

Количество работающих других категорий принимают:

- вспомогательные производственные рабочие $P_{всп} = (10 - 15\%) P_{опр}$
- инженерно – технические работники $P_{итр} = (13 - 15\%) (P_{опр} + P_{всп})$
- служащие и конторские работники $P_{скл} = (3 - 5\%) (P_{опр} + P_{всп})$

$P_{всп} = 1$ человек,

$P_{итр} = 1$ человек,

$P_{скл} = 1$ человек.

2.6 Расчет и подбор оборудования

Расчет и подбор ведем только по количеству потребного металлорежущего оборудования, оснастку подбираем согласно технологическим операциям из таблицы.

Количество металлорежущих станков определяем по формуле:

$$N_{ст} = \frac{1,05 \cdot T_{ст}}{\Phi_{до} \cdot \eta_{см}}, \quad (2.13)$$

$N_{ст}$ – количество металлорежущих станков, шт.;

$T_{ст}$ – годовая трудоемкость видов станочных работ;

$\Phi_{до}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

η_{cm} - коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки станочного оборудования ($\eta_{cm} = 0,8$).

Действительный фонд времени работы оборудования при 5-ти дневной рабочей неделе определяем по формуле:

$$\Phi_{до} = (d_k - d_v - d_n) \cdot t_c \cdot \eta_o \cdot z, \quad (2.14)$$

d_k, d_v, d_n – количество календарных, выходных и праздничных дней в году, дн.;

t_c – продолжительность смены, ч.;

η_o - коэффициент, учитывающий простой оборудования на техническом обслуживании и ремонта. В расчетах принимаем $\eta_o = 0,98$;

z – количество смен, шт.

$$\Phi_{до} = (365 - 104 - 11) \cdot 8,0 \cdot 1,0 \cdot 0,98 = 1960 \text{ ч.}$$

$$N_{cm} = \frac{1,05 \cdot 1680}{1960 \cdot 0,8} = 1,13 \text{ шт.}$$

Принимаем общее количество станков 3 шт. Рассчитанное количество распределяем по группам:

- | | |
|------------------------|---------|
| а) токарно-винторезные | 35-60 % |
| б) сверлильные | 15-20 % |
| в) фрезерные | 15-20 % |

Общее количество станков:

1. токарно-винторезные – 1 станок
2. сверлильные – 1 станок
3. фрезерные - 1 станок

Рассчитанное и подобранное оборудование и оснастку сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Штатная ведомость технологического оборудования и организационной оснастки.

№ участка	Наименование участка	Марка, тип, модель.	Кол-во	Габаритные размеры, мм	Площадь, занимаемая оборудованием, m^2
-----------	----------------------	---------------------	--------	------------------------	--

1	2	3	4	5	6
1	Ремонтно-монтажный участок	43. Ванна для мойки двигателей	1	1000×500	0,5
		44. Подставка для хранения двигателей	1	2400×800	1,92
		45. Моечная машина ОРГ-4990	1	1000×1000	1
		46. Стеллаж для хранения деталей ОРГ- 1019-51 0-00	2	2000×456	1,824
		47. Стенд для разборки и сборки подвески тракторов ОПР-1402М	1	1000×1350	1,35
		48. Шкаф для материалов и измерительного инструмента	1	800×400	0,32
		49. Передвижной монтажный стол ОРГ-1468-01-030А	2	1200×800	1,92
		50. Кран подвесной 1АЗ 4,2 220/380 <i>Q_{пл} = 3,2 т</i>	1		
		51. Устройство для перемещения тракторов ОПТ-1326А	1		
		ИТОГО			8,834
2	Участок мойки деталей и агрегатов	31. Установка моечная ОМ-1366Г-01	1	4000×2000	8
		ИТОГО			8
3	Участок ремонта агрегатов	32. Верстак на одно рабочее место ОРГ-1468-01-060А	1	1200×800	0,96
		33. Вертикально-сверлильный станок 2Н135-1	1	1240×810	1,004
		34. Пресс гидравлический ОКС-1671М	1	1500×670	1,005
4	Участок шиномонтажный	35. Подъемник	1	1880×1980	0,96
		36. Установка для проверки камер ПКШ-2	1	1000×400	0,4
		37. Электровулканизатор 6140	1	670×550	0,37
		ИТОГО			1,73
5	Участок ремонта СХМ	38. Верстак на одно рабочее место ОРГ-1468-01-060А	1	1200×800	0,96
		39. Универсальный стенд для ремонта и регулировки молотильных барабанов ОПР-278А	1	1710×730	1,248
		40. Стеллаж для деталей	3	1500×500	2,25
		41. Индикатор производительности вакуумных насосов 8719	1	1800×1000	1,8
		42. Приспособление для разборки, сборки и ремонта дисковых сошников	1	1420×320	0,454
		ИТОГО			6,71
6	Кузнечно-сварочный участок	1. Преобразователь сварочный ПСО	1	1015×590	0,599
		2. Стол для электросварочных работ	1	1100×750	0,825
		3. Ванна для закаливания	1	650×400	0,26
		4. Пневматический молот	1	1375×805	1,107
		5. Кузнечный горн	1	1100×1000	1,1
		6. Ванна для проверки сердцевин водяных радиаторов	1	1820×640	1,164

№	Наименование участка	Марка, тип, модель.	Кол-во	Габаритные размеры, мм	Площадь, занимаемая оборудованием, м ²
1	2	3	4	5	6
		ИТОГО			5,055
7	Слесарно-механический участок	7. Тумбочка для инструмента	1	800×400	0,32
		8. Токарно-винторезный станок	1	2380×1093	2,4
		9. Верстак на одно рабочее место ОРГ-1468-01-060А	1	1200×800	0,96
		10. Комбинированный станок	1	2520×1480	3,73
		ИТОГО			7,41
8	Участок ремонта электрооборудования, заряда и хранения аккумуляторных батарей	11. Шкаф 2268 для зарядки аккумуляторных батарей	1	2020×800	1,616
		12. Подставка под оборудование	1	1200×800	0,96
		13. Селеновый выпрямитель ВСА-5М	1		
		14. Электродистиллятор	1	440×400	0,176
		15. Верстак для ремонта электрооборудования	1	1850×750	1,338
		16. Стенд для проверки электрооборудования КИ-968	1	1150×540	0,62
		ИТОГО			4,71
9	Участок регулировки топливной аппаратуры	17. Универсальный стенд для испытания топливной аппаратуры КИ-5278	1	1665×1020	1,698
		18. Верстак для разборки и сборки топливной аппаратуры СО-1604	1	1850×750	1,338
		19. Ванна для мойки деталей	1	1000×500	0,5
		20. Стеллаж для деталей и узлов топливной аппаратуры	1	1000×500	0,5
		ИТОГО			4,036
10	Склад запасных частей и инструментально-раздаточная кладовая	21. Стеллаж для деталей	1	1500×500	0,75
		22. Стол ответственного за склад	1	1200×640	0,768
		ИТОГО			1,518

№	Наименование участка	Марка, тип, модель.	Кол-во	Габаритные размеры, мм	Площадь, занимаемая оборудованием, м ²
1	2	3	4	5	6
11	Участок технического обслуживания и диагностик и машин	23. Установка для заправки машин смазочными материалами ОЗ-4967 24. Электромеханическийкий солидолонагнетатель 25. Маслораздаточный бак 26. Установка для мойки деталей комплекта оснастки рабочего места мастера-наладчика 27. Верстак комплекта оснастки рабочего места мастера-наладчика 28. Шкаф для комплекта оснастки рабочего места	1 1 1 1 1 1	1400×400 900×400 600×400 800×400 1850×750 800×400	1,68 0,36 0,24 0,32 1,698 0,32
		ИТОГО			4,618
12	Участок наружной мойки	29. Моечная машина ОМ-4610	1	1400×600	0,84
		ИТОГО			0,84
13	Помещение для компрессор а	30. Компрессор ГСВ 0,6\12	1	2500·1000	2,5
14	Служебное помещение				12
15	Санбыт узел				3

2.7 Расчет производственной площади мастерской

Площадь мастерской состоит из основной производственной площади, то есть площади участков отделений, рабочих постановочных мест и вспомогательной площади.

Основную производственную площадь определяем по формуле:

$$F_{\text{отд}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}) \cdot K_p, \quad (2.15)$$

где: $F_{\text{отд}}$ – площадь отделения, участка, м²;

$F_{\text{об}}$ – площадь, занятая оборудованием, м²;

$F_{\text{м}}$ – площадь, занятая ремонтируемым объектом, её определяем суммированием площадей объектов, находящихся в отделении. $F_{\text{м}}$ принимаем из таблицы 2.9.

K_p – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Таблица 2.9 - Сводная ведомость производственной площади мастерской.

2.8 Компонировка отделений мастерской

Наименование участка	Fм , м2	Fоб м2	σ	Площадь участка, м2	
				Расчетная	Принятая после планировки
Наружной очистки и мойки	16,75	0,84	3,0...3,5	61,565	66
Участок мойки деталей и агрегатов	-	8	3,5...4,0	32	36
Ремонта электрооборудования, Заряда и хранения АКБ	-	4,71	3,5...4,0	18,84	24
Участок регулировки топливной аппаратуры	-	4,036	3,5...4,0	16,144	20
Шиномонтажный	-	1,73	3,0...3,5	6,055	10
Кузнечно-сварочный	-	5,055	5,0...5,5	27,8025	40
Слесарно-механический	-	7,41	3,0...3,5	25,935	36
Ремонтно-монтажный участок	100,5	8,834	4,0...4,5	437,336	533
Инструментально-раздаточная кладовая	-	1,518	3,0...4,5	6,072	10
Ремонта сельхозмашин	4,5	6,71	4,0...4,5	50,445	72
Диагностика и ТО	16,75	4,618	4,0...4,5	85,472	90
Ремонт агрегатов	-	2,969	8,5...9,5	27	36
Помещение для компрессора	-	2,5	3,5...4,0	10	15
Служебное помещение				15	15
санбытузел				5	5
Всего	824,66	1008			

огического процесса и рассчитанными площадями располагаем отделения на общий план мастерской. Полученный план мастерской изображен на листе в графической части.

2.9 Составление графика согласования технологических операций на ремонт автомобиля

а) определяют такт ремонта автомобиля:

$$\tau = \Phi_{\pi} / N_a \quad (2.16)$$

где Φ_{π} - годовой фонд времени предприятия, ч.,

N_a - программа ремонта автомобиля, шт.,

Годовой фонд времени предприятия составляет

$$\Phi_{д.р} = (d_k + d_v + d_{п}) i_{см} \cdot z, \quad (2.17)$$

где d_k , d_v , $d_{п}$ - количество календарных, выходных, праздничных дней в году

$i_{см}$ - длительность смены

z – количество смен.

$$\Phi_{п} = (365 - 104 - 11) \cdot 8 \cdot 1,0 = 2000,0 \text{ ч.}$$

$$\tau = 2000,0 / 690,0 = 2,48 \text{ ч/шт.}$$

б) Составляют укрупненный перечень технологических операций.

в) определяют расчетное количество рабочих по каждой технологической операции

$$m_p = T_{оп} / \tau, \quad (2.18)$$

где $T_{оп}$ – трудоемкость технологической операции, чел.ч

τ - такт ремонта автомобиля.

$$m_p = 2,5 / 2,48 = 1,01 \text{ чел}$$

$$m_{п} = 1 \text{ чел}$$

г) определяют загрузку рабочего на каждом рабочем месте:

$$З_p = m_p / m_{п} \cdot 100\%, \quad (2.19)$$

где $З_p$ - загрузка рабочего, %

m_p - расчетное количество рабочих, чел.,

$m_{п}$ - принятое количество рабочих, чел.

$$З_p = (1,01 / 1) \cdot 100\% = 101 \%$$

Результаты сводим в таблицу 2.10, 2.11.

Таблица 2.10 - Укрупненный список операций автомобилей КамАЗ.

	Наименование технолог. операции	$T_{оп}$	M_p	$M_{п}$	$З_p$
1	Доставка, наружная мойка	2,5	1,01	1	101
2	Разборка автомобиля	12,25	4,94	5	99
3	Мойка, ремонт рамы	3,22	1,30	1	130
4	Мойка агрегатов	5	2,02	2	101
5	Разборка агрегатов	-	-	-	-

5.1	Разборка двигателя	12,56	5,06	5	101
5.2	Разборка заднего моста	6,2	2,50	3	83
5.3	Разборка КПП	3,96	1,60	2	80
6	Мойка деталей	10,5	4,23	4	106
7	Дефектация деталей	5,9	2,38	2	119
8	Комплектация и ремонт агрегатов	-	-	-	-
8.1	Ремонт двигателя	3,2	1,29	1	129
8.2	Ремонт заднего моста	1,5	0,60	1	60
8.3	Ремонт КПП	1,3	0,52	1	52
9	Сборка агрегатов	-	-	-	-
9.1	Сборка двигателя	17,3	6,98	7	100
9.2	Сборка заднего моста	9,14	3,69	4	92
9.3	Сборка КПП	6,98	2,81	3	94
10	Сборка автомобиля	58,8	23,71	24	99
11	Обкатка и испытание автомобиля	3,33	1,34	1	134
12	Постановка на хранение	0,9	0,36	1	36

Таблица 2.11 - Укрупненный список операций автомобилей ГАЗ.

	Наименование технолог. операции	T _{оп}	M _р	M _п	З _р
1	Доставка, наружная мойка	2,5	1,01	1	101
2	Разборка автомобиля	18,6	7,50	8	94
3	Мойка, ремонт рамы	7,1	2,86	3	95
4	Мойка агрегатов	3,8	1,53	2	77
5	Разборка агрегатов	-	-	-	-
5.1	Разборка двигателя	10,5	4,23	4	106
5.2	Разборка заднего моста	2,5	1,01	1	101
5.3	Разборка КПП	1,7	0,69	1	69
6	Мойка деталей	6,1	2,46	2	123
7	Дефектация деталей	4,3	1,73	2	87
8	Комплектация и ремонт агрегатов	-	-	-	-

8.1	Ремонт двигателя	2,6	1,05	1	105
8.2	Ремонт заднего моста	1,2	0,48	1	48
8.3	Ремонт КПП	1,1	0,44	1	44
9	Сборка агрегатов	-	-	-	-
9.1	Сборка двигателя	18,7	7,54	8	94
9.2	Сборка заднего моста	3,6	1,45	2	73
9.3	Сборка КПП	3,2	1,29	1	129
10	Сборка автомобиля	18,4	7,42	7	106
11	Обкатка и испытание автомобиля	7,2	2,90	3	97
12	Постановка на хранение	0,9	0,36	1	36

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ КАРТЕРА ГЛАВНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЗАДНЕГО МОСТА ГАЗ-53

3.1 Перечень дефектов рассматриваемой детали

1. Повреждение резьбы
2. Износ отверстия под подшипник дифференциала
3. Износ отверстия под роликподшипник
4. Износ отверстия под подшипник задней опоры
5. Трещины и изломы

В качестве оборудования для дефектации принимаем стол для дефектации ОРГ-14-68-01-090 А ГОСНИТИ.

Для контроля размеров при дефектации выбирают средства измерения. При выборе средств измерения руководствуются следующими положениями:

точность измерительного средства должна быть достаточно высокой по сравнению с заданной точностью

трудоемкость измерений и их стоимость должны быть по возможности наиболее низкими

Выбор средств измерения производится следующим образом:

1. По известному номинальному размеру и величине допуска контролируемого размера детали по ГОСТ 8.051-81 определяют допускаемую предельную погрешность измерения;
2. По литературе выбирают измерительные средства для измерения размера.

При выборе средства измерения должно соблюдаться следующее условие: предельная погрешность средств измерения должна быть меньше допустимой погрешности измерения, то есть

$$\Delta_{\text{lim}} \leq \delta, \quad (3.1)$$

где δ – допускаемая погрешность измерения;

Δ_{lim} – предельная погрешность измерительного средства.

Для дефекта 1 выбираем средство измерения калибр резьбовой (ГОСТ 24851-81).

По известному номинальному размеру для контроля дефекта 2 определяем предельную погрешность измерения $\delta = 32$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (1) – Индикаторный нитрометр (ГОСТ 868-82), предельная погрешность которого $\Delta_{\text{lim}} = \pm 1$ мкм.

По известному номинальному размеру для контроля дефекта 3 определяем предельную погрешность измерения $\delta = 18$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (1) – Индикаторный нитрометр (ГОСТ 868-82), предельная погрешность которого $\Delta_{\text{lim}} = \pm 1$ мкм.

По известному номинальному размеру для контроля дефекта 4 определяем предельную погрешность измерения $\delta = 16$ мкм. Выбираем средство измерения с учетом выполнения условия (1) – Индикаторный нитрометр (ГОСТ 868-82), предельная погрешность которого $\Delta_{\text{lim}} = \pm 1$ мкм.

Для контроля дефекта 5 выбираем средство определения дефекта «лупа 3-100 ГОСТ 25706-83»

3.2 Выбор рационального способа восстановления дефектов сборочной единицы или агрегата

Выбор рационального способа восстановления осуществляется с целью обеспечения необходимых заданных технических характеристик после восстановления детали при необходимом минимуме материальных и трудовых затрат.

Для каждого выбранного способа дают комплексную качественную оценку по значению коэффициента долговечности (КД), которое определяют по формуле:

$$K_D = K_i \cdot K_B \cdot K_C \cdot K_{\Pi}, \quad (3.2)$$

где K_i , K_B , K_C , – коэффициенты износостойкости, выносливости и сцепляемости покрытий соответственно;

КП – поправочный коэффициент, учитывающий фактическую работоспособность восстановленной детали в условиях эксплуатации, КП = 0,8...0,9.

Технико-экономический критерий связывает стоимость восстановления детали с ее долговечностью после устранения дефектов. Условие технико-экономической характеристики эффективности способа восстановления детали предложено профессором Казарцевым В. И.:

$$C_B \leq K_D \times C_H, \quad (3.3)$$

где СВ – стоимость восстановления детали, руб.

СН – стоимость новой детали, руб.

Если известна стоимость новой детали, критерий оценивают по формуле профессора В. А. Шадричева:

$$K_T = C_B / K_D, \quad (3.4)$$

где КТ – коэффициент технико-экономической эффективности;

СВ – себестоимость восстановления 1 м² изношенной поверхности детали, руб/м².

Эффективным будет считаться способ, у которого $K_T \rightarrow \min$. Если КТ будет больше стоимости 1 м² новой детали, необходимо решить вопрос о целесообразности восстановления детали.

Примем для дефекта 3 в качестве возможных способов восстановления детали хромирование и осталивание и рассчитаем для каждого из способов технический и технико-экономический критерии. Значение коэффициента КП примем равным 0,8.

1. Хромирование

$$K_i = 1,67; K_B = 0,97; K_C = 1,82;$$

$$K_D = 1,67 \cdot 0,97 \cdot 0,65 \cdot 1,82 = 1,91$$

2. Осталивание

$$K_i = 0,81; K_B = 0,61; K_C = 0,65;$$

$$K_D = 0,81 \cdot 0,61 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,25$$

Исходя из условия $KД \rightarrow \max$, наиболее эффективным способом является хромирование

Рассмотрим технико-экономические критерии способов восстановления, используя формулу (4). Значения СВ также принимаем 1772 руб/м².

1. Хромирование

$$СВ = 1772 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = 1772/1,912=926,7$$

2. Осталивание

$$СВ = 540 \text{ руб/м}^2;$$

$$K_T = 540/0,38=1421,0$$

Исходя из условия $КТ \rightarrow \min$, наиболее эффективным способом является хромирование

Таким образом, на основе анализа технологического, технического и технико-экономического критериев, делаем вывод, что наиболее рациональным способом восстановления дефекта 3 детали является хромирование. Допустимым методом восстановления детали – осталивание.

Для устранения дефекта 1 основной способ восстановления –нарезка ремонтной резьбы; допустимый – ручная электродуговая сварка с последующим нарезанием резьбы.

Для устранения дефекта 2 основной способ восстановления – сварка наплавка в среде CO₂; допустимый – ручная электродуговая сварка

Для устранения дефекта 3 основной способ восстановления – метод хромирование; допустимый – метод осталивание.

Для устранения дефекта 4 основной способ восстановления – метод хромирование; метод осталивание.

Для устранения дефекта 5 основной способ восстановления – сварка наплавка в среде CO₂ ; допустимый – полимерными материалами.

3.3 Расчет и выбор режимов нанесения покрытий на деталь

Технологический процесс хромирования

Технологические операции при ремонте (восстановлении) деталей хромированием выполняют в следующей последовательности.

Механическая обработка. Поверхности деталей, подлежащие хромированию, шлифуют до выведения следов износа и получения необходимой геометрической формы.

Промывка деталей в органических растворителях и протирка ветошью. В качестве растворителей применяют бензин, керосин, трихлорэтан, бензол и др.

Монтаж деталей на подвеску. Необходимо следить, чтобы детали одинаково отстояли от поверхности анода. Ванну следует загружать однородными деталями, укрепленными на одинаковых подвесках. Подвески и контакты должны быть изготовлены из одинаковых материалов. Контактные крючки рекомендуется изготавливать из бронзы и меди. В качестве материала для подвесок, применяют сталь, сечения подвесок рассчитывают, исходя из плотности тока 0,7... 1,0 А/мм². Ежедневно аноды очищают от окислов и налета электролита.

Обезжиривание. Рекомендуется применять электролитическое обезжиривание в растворе следующего состава: едкий натр (NaOH)—30... 50 г/л; кальцинированная сода (Na_2CO_3)—25...30 г/л и жидкое стекло (Na_2SiO_3) — 10 ... 20 г/л.

Температура электролита — 60... 70°, плотность тока — 5...15 А/дм². Время выдержки на катоде — 2... 3 мин, а на аноде — 1...2 мин. После обезжиривания детали сначала промывают горячей водой (60... 80°), а затем холодной. Обезжиривание считается законченным, если после промывки вода равномерно смачивает поверхность. После обезжиривания производится изоляция¹ поверхностей, не подлежащих хромированию. Для изоляции можно применять перхлорвиниловый лак, лак АК-20, целлулоид, винипласт, плексиглас, хлорвиниловые трубки или хлорвиниловую изоляционную ленту.

Декапирование — это процесс обработки деталей в хромовом* электролите, состоящем из 100 г хромового ангидрида (CrO_3) и 2...3 г серной кислоты (H_2SO_4) на 1 л воды.

Декапирование (травление) стальных деталей проводят в течение 30... 90 с при плотности тока 25... 40 А/дм². А для деталей из серого чугуна лучшие результаты, в смысле прочности сцепления, достигаются при плотности тока 20... 25 А/дм² и продолжительности декапирования 25... 30 сек. Температура электролита во всех случаях должна быть 55... 60 °С.

Процесс хромирования. После анодного декапирования детали загружают в ванну хромирования и прогревают их при выключенном токе в течение 5... 6 мин, а затем дают полный ток согласно режиму хромирования. При хромировании чугунных деталей вначале в течение 3... 5 мин дают «толчок тока» при плотности, в 2...2,5 раза превышающей выбранную по режиму. Колебания температуры электролита могут быть в пределах ± 1 °С. Не допускаются перерывы тока в процессе электролиза, так как они вызывают отслаивание хромового покрытия. Продолжить процесс после перерыва тока можно, если хромируемую поверхность подвергнуть анодному травлению при плотности тока 25... 30 А/дм² в течение 30... 40 с, а затем изменить направление тока. В этом случае осаждение хрома следует начинать при катодной плотности тока 20... 25 А/дм² и постепенно увеличивать до нормальной.

Аноды для хромирования изготавливают из чистого свинца или сплава, состоящего из 92...93% свинца и 7... 8% сурьмы. Аноды из чистого свинца в большей степени покрываются нерастворимой и непроводящей пленкой хромовокислого свинца, чем аноды из сплава свинца и сурьмы. В большинстве случаев аноды изготавливают плоскими и цилиндрическими. При хромировании деталей сложной конфигурации очертания анода определяются формой катода. Расстояние между анодами и деталями рекомендуется делать 30... 35 мм, но не более 50 мм. Расстояние деталей от дна ванны должно составлять не менее 100... 150 мм, а от верхнего уровня электролита — не менее 50... 80 мм. Уровень электролита должен быть ниже верхних кромок

ванны на 100...150 мм. При заведении деталей в ванну необходимо, чтобы все участки анодов были одинаково удалены от противоположных участков катода. При этом толщина слоя хрома откладывается равномерно по всей поверхности детали.

Глубина погружения анодов и деталей (катодов) в ванну должна быть одинаковой, так как при различной глубине на краях хромируемых деталей образуются утолщения, искажающие форму. Скорость осаждения слоя хрома при плотности тока 40... 100 А/дм² составляет 0,03... 0,06 мм/ч.

По окончании процесса хромирования детали выгружают из ванны и вместе с подвесками промывают в холодной воде (в сборнике электролита) 15... 20 с. Окончательно детали моют в холодной проточной воде.

Обработка после покрытия. Промытые и очищенные от изоляции детали иногда подвергают термической обработке при температуре 150—200°С в течение 2...3 ч, а затем механической.

Для шлифования применяют круги мягкие или средней твердости с размером зерна от 60 до 120. Шлифование ведут при интенсивном охлаждении жидкостью и при скорости круга 20...30 м/с и выше. Скорость вращения детали—12...20 м/мин.

Режимы электролиза. Процесс осаждения хрома и свойства хромовых покрытий зависят от режима, при котором осаждается хром на поверхности металла, т. е. от катодной плотности тока и температуры электролита. Наиболее ясное представление о примерных границах режимов электролиза, обеспечивающих получение серого, блестящего и молочного осадков хрома, дает диаграмма плотности тока и температуры ($DK—t$), изображенная на рисунке 19.

Серый осадок хрома появляется на катоде при низких температурах электролиза (35...50 °С) и широком диапазоне плотностей тока. Осадки блестящего* хрома обладают высокой твердостью (6000... 9000 Н/мм²), высокой износостойкостью и меньшей хрупкостью.

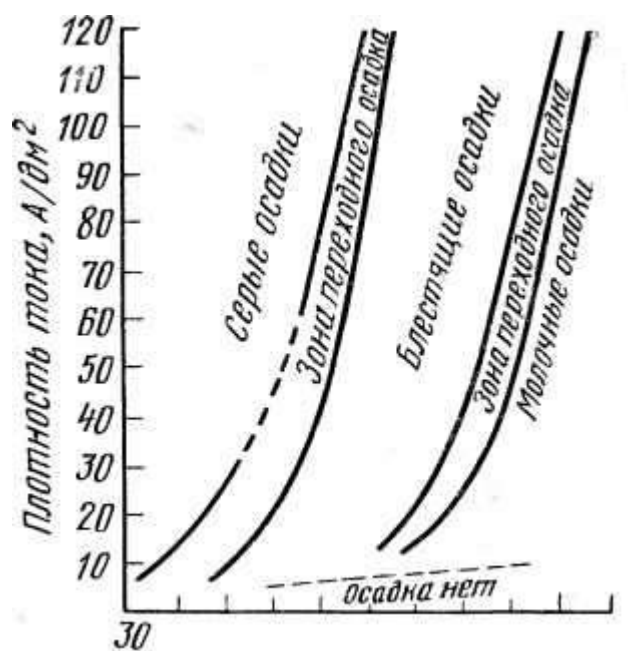


Рисунок 3.1 - Зоны хромовых осадков.

Молочный хром получается при более высоких температурах, электролита (выше 70 °C) и широком интервале плотностей тока. Молочные осадки отличаются пониженной твердостью (4400...6000 Н/мм²), пластичностью и повышенной коррозионной стойкостью.

Пористое хромирование. Пористое хромирование применяется при ремонте деталей, работающих на трение в паре с различными металлами и сплавами при высоких удельных давлениях и окружных скоростях или при повышенных температурах. К таким деталям относятся гильзы цилиндров двигателей внутреннего сгорания, коленчатые валы и др.

Пористые хромовые покрытия можно получать механическим, химическим и электрохимическим способами.

При механическом способе на поверхность детали до хромирования наносят углубления в виде пор или каналов. Такую подготовку обеспечивают накаткой специальным роликом, дробеструйной обработкой и другими способами. После хромирования воспроизводятся неровности, полученные при подготовке.

Химическим способом получают пористость путем травления поверхности в соляной кислоте.

Наибольшее распространение получил электрохимический способ получения пористого хрома. Этот способ заключается в анодной обработке хромированных деталей в электролите того же состава. В зависимости от режимов хромирования пористость хромовых покрытий бывает двух типов — канальчатая и точечная.. При ремонте гильз цилиндров, втулок, коленчатых валов и подобных им деталей применяется канальчатый тип пористости. Так как пористость и наименьший износ в условиях трения можно получить при хромировании в электролите, состоящем из 250 г CrO_3 и 2,5 г H_2SO_4 на 1 л воды, при температуре электролита 60 ± 1 °С и катодной плотности тока 55... 60 А/дм². Травление ведут при плотности анодного тока 35 ...45 А/дм² в течение 8 мин в том же электролите.

Точечная пористость образуется при хромировании в универсальном электролите при плотности тока 45... 55 А/дм² и температуре 50... 55 °С. Анодную обработку проводят так же, как и при канальчатой пористости, т. е. при плотности тока 35... 45 А/дм² в течение 8 мин.

Хромирование в саморегулирующемся электролите. В последнее время разработан новый хромовый электролит, называемый скоростным саморегулирующимся, его состав: хромовый ангидрид — 225... 300 г/л, кремнефтористый калий — 20 г/л и сернокислый стронций — 6 г/л.

В таком электролите выход по току при хромировании составляет 17... 22%. Саморегулирующимся он назван потому, что при электролизе в нем автоматически поддерживается необходимая концентрация анионов, вводимых в хромовый электролит. Это происходит в результате избыточного количества труднорастворимых солей кремнефтористого калия и сернокислого стронция, растворимость которых изменяется в зависимости от концентрации хромового ангидрида и температуры электролита.

Чтобы получить износостойкое покрытие в саморегулирующемся электролите, рекомендуют соблюдать следующие режимы хромирования: плотность тока 50... 100 А/дм², температура электролита 45... 55°С. Молочные осадки можно получить при температуре электролита 55... 70 °С и плотности

тока 20... 35 А/дм². Микротвердость покрытий из саморегулирующегося электролита составляет 3000... 13 000 Н/мм².

Недостаток такого электролита — сильное взаимодействие его со сталью и другими металлами, в результате чего происходит растравливание обрабатываемых поверхностей. Поэтому загружать детали в ванну необходимо только при включенном токе. Аноды для хромирования в саморегулирующемся электролите рекомендуется применять из сплава: 90% свинца и 10% олово. Чтобы приготовить саморегулирующийся электролит, в ванне хромирования растворяют нужное количество хромового ангидрида и доливают воду до рабочего уровня. Предварительно хромовый ангидрид подвергают анализу на содержание серной кислоты, которую удаляют из электролита путем добавления в него углекислого бария или стронция. На 1 г серной кислоты вводят 2,2... 2,3 г углекислого бария или 1,53 г углекислого стронция. После осаждения серной кислоты в электролит вводят нужное количество сернокислого стронция и кремнефтористого калия и нагревают до температуры 50...60°C. Нагревание длится 15... 16 ч при периодическом перемешивании через каждые 2... 3 ч. После этого электролит готов к эксплуатации.

Корректируют электролит путем систематического добавления хромового ангидрида. Вместе с хромовым ангидридом вводят углекислый стронций. Кремнефторид калия и сернокислый стронций в количестве 1 г/л добавляют, когда поверхность отхромированных деталей приближается к 1 м².

Контроль хромовых покрытий. В производственных условиях качество покрытий следует проверять внешним осмотром и замером размеров хромированных поверхностей. При внешнем осмотре необходимо обращать внимание на блеск, отслоение и плотность осадка, равномерность и отсутствие шелушения и другие видимые дефекты. Дефекты покрытий получаются в результате неисправностей в работе ванн хромирования, например отслаивание покрытия возникает в результате недостаточного обезжиривания и декапирования, а также при наличии перерывов тока в процессе хромирования. Шелушение осадков появляется при недостаточном контакте детали с

подвеской или при повышенной плотности тока. Неравномерное покрытие может быть при образовании пленки хроматов свинца на анодах, недостатке серной кислоты, избытке трехвалентного хрома. Во избежание перечисленных выше дефектов, необходимо откорректировать электролит и устранить другие неполадки в работе ванн хромирования.

Оборудование. Схема расположения оборудования участка восстановления деталей хромированием приведена на рисунке 20.

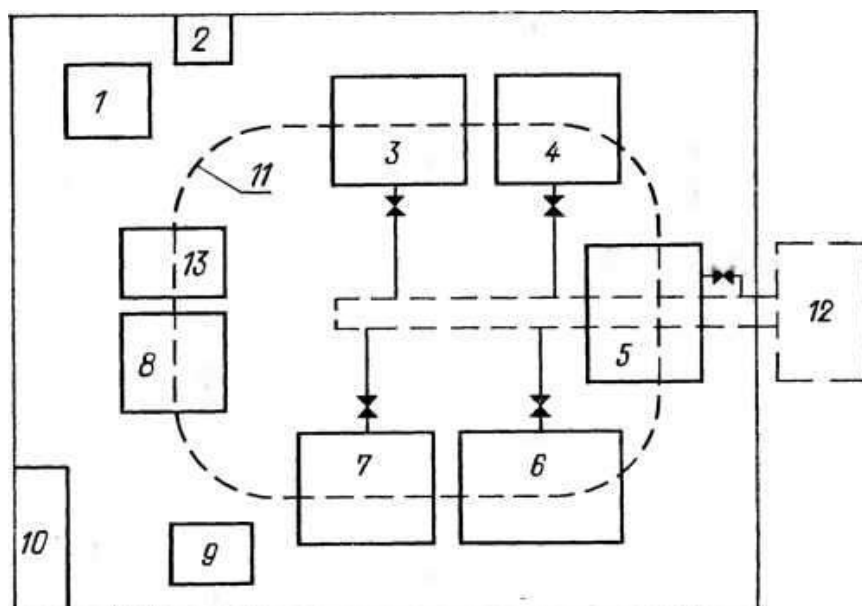
Источники тока — выпрямители с напряжением 12 В ВАКГ-12/6-3000, ВАГГ-12/600М, ВАС-600/300 и другие, а также низковольтные генераторы АНД 500/250, 750/375, 1000/500, 1500/750. Ванны для гальванического участка изготавливают из листовой стали толщиной 4... 5 мм. Облицовка для ванн промывки и обезжиривания не требуется. Внутреннюю поверхность ванны хромирования облицовывают свинцом.

Материалы. Ориентировочный расход материалов в граммах на 1 дм² восстановленной поверхности для средней толщины покрытия 0,1 мм при хромировании в универсальном электролите приведен в таблице 13.

Себестоимость восстановления 1 дм² поверхности хромированием в универсальном электролите при толщине покрытия 0,1 мм ориентировочно составляет 44,8 коп., 0,2 мм — 52,0 коп., 0,3 мм—58,6 коп.

Электролитическое железо имеет светло-серый цвет, обладает достаточно высокой твердостью и износостойкостью. Химический состав электролитического железа зависит от состава исходных материалов, используемых при электролизе.

При обычном осаждении с применением стальных растворимых анодов содержание примесей в покрытиях находится в пределах: 0,035 ...0,06% С; 0,03 ...0,05% S; 0,05 ...0,01% Р, 0,0009... 0,023% Si; до 0,01% Мп.



1 — выпрямитель; 2 — электрощит; 3 — ванна для электрохимического обезжиривания; 4 — ванна для горячей промывки; 5 — ванна для холодной промывки; 6 — ванна для декапирования; 7 — ванна для хромирования; 8 — ванна для улавливания электролита; 9 — шкаф сушильный; 10 — стеллаж ремфонда; 11 — электротельфер; 12 — сборник-нейтрализатор; 13 — стол для монтажа и демонтажа.

Рисунок 3.2 - Расположение оборудования на участке восстановления деталей хромированием.

В электролитических осадках железа имеются также примеси таких металлов, как Mg, Co, Ni и другие, обусловленные содержанием этих металлов в анодах и электролитах. Кроме этого, электролитическое железо содержит значительное количество водорода, выделяющегося на катоде вместе с железом. Атомный вес железа 55,85 г. Электрохимический эквивалент 1,042 г/А-ч.

За последнее время разработаны холодные электролиты, позволяющие применять более высокие плотности тока и обеспечивающие высокую производительность процесса.

Хлористый марганец $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ Аскорбиновая кислота Двухлористое железо $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ Хлористый марганец $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ Хлористый калий KCl (или) NaCl Аскорбиновая кислота Двухлористое железо $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ Сернокислое железо $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ Двухлористое железо $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ Метилсульфатное железо $Fe(CH_3OSO_3)_2 \cdot 4H_2O$

Хлористые электролиты без добавок, приведенные в таблице* позволяют получать качественные износостойкие покрытия толщиной 0,6... 1,0 мм и обеспечивать восстановление широкой номенклатуры изношенных деталей до нормальной работоспособности и номинальных размеров. Электролит, в состав которого входят двуххлористое железо и йодистый калий, обеспечивает получение качественных осадков, железа' при условии применения асимметричного переменного тока.

Присутствие аскорбиновой кислоты в электролитах позволяет вести электролиз в широких пределах значений pH от 1,8 до 6,0, что значительно упрощает регулирование кислотности электролита. Электролит, состоящий из двуххлористого железа и метил-сульфатного железа, по сравнению с хлористым менее агрессивен и более устойчив к окислению. Покрытия, полученные из этого электролита, имеют меньшее количество трещин, обладают более равномерной структурой.

Приготовление и корректирование электролита. Для приготовления хлористого электролита используют двуххлористое железо ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$).

Соляная кислота (HCl) применяется в виде водного раствора разной концентрации с плотностью от 1,14 до 1,20. Приготовление электролита производится в следующем порядке. В ванну заливают проточную или дистиллированную воду комнатной температуры и добавляют соляную кислоту из расчета 0,5 г/л воды. В подкисленную воду засыпают двуххлористое железо, выдерживая требуемую концентрацию, и перемешивают до полного растворения. После растворения двуххлористого железа электролит должен отстояться в течение 1 ... 2 ч, пока не примет светло-зеленый цвет. Затем электролит проверяют на кислотность. Нормальная кислотность должна быть pH 0,8... 1,2. При необходимости добавляют недостающее количество кислоты в соответствии с ее плотностью, приведенной ниже.

Плотность кислоты, г/см³ 1,14 1,15 1,16 1,17 1,18 1,19 1,20 Количество кислоты, г/л 20 19 18 17 16 15 14 Количество кислоты, см³/л..... 18 16,6 15,5 14,6 13,6 12,6 11,6.

Приготовленный таким образом электролит следует проработать током при плотности 30 А/дм² и соотношение поверхностей анодов и катодов $S_a : S_k = 2 : 1$ в течение двух часов.

Удельный вес электролита (плотность) г/см³ 1,12 1,15 1,17 1,20 1,23 1,26 1,29 1,32 1,35.

Концентрация железа, г/л ... 200 260 300 350 400 450 500 550 600.
Контроль кислотности электролита можно осуществлять с помощью индикаторной бумаги «Рифан» с рН 0,3 ...2,2 или потенциометров ЛПУ-01, ЛПИМ-60.

1. Растачивание внутренней поверхности.

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \pi * D_1 * n / 1000, \quad (3.5)$$

где D_1 – диаметр внутренней поверхности, мм;

n - частота вращения шпинделя, мм/об.

$$V = 3,14 * 115 * 112 / 1000 = 40,4 \text{ мм. об/мин.}$$

2. Основные режимы процесса хромирования рассчитываются по следующим формулам.

Необходимая сила тока I , А:

$$I = D_k * F_o, \quad (3.6)$$

где D_k - катодная плотность тока, А/дм² (для износостойкого покрытия детали $D_k = 35$ А/дм²);

F_o - общая поверхность покрываемая хромом, дм² .

$$F_o = L2PD = 28 * 2 * 3,14 * 115 = 20221,6 \text{ мм}^2 = 2,0 \text{ дм}^2$$

$$I = 35 * 2,0 = 70,0 \text{ А / дм}^2$$

Расчетная продолжительность осаждения хрома t_p ,

$$t_p = \frac{10 * h * \gamma}{D_k * E * \eta}, \quad (3.7)$$

где h – толщина слоя покрытия на сторону, мм (0,04...0,15);

γ - плотность покрытия ($\gamma=6,9$ г/см³);

E – электрохимический эквивалент хрома (E=0,324 г/А*ч);

η - выход хрома по току ($\eta=0,13...0,18$).

$$t_p = \frac{10 \cdot 0,06 \cdot 6,9}{35 \cdot 0,324 \cdot 0,15} = 24,3 \text{ мин.}$$

3.4 Техническое нормирование ремонтных работ

Все названные категории включают в состав технической нормы времени, которая выражается следующей формулой:

$$T_n = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} + \frac{T_{пз}}{n} \quad (3.8)$$

где T_n - норма времени (штучно - калькуляционное время);

$T_{осн}$ - основное время, мин.;

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

$T_{доп}$ -дополнительное время, мин;

$T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, мин.;

n - количество обрабатываемых деталей в партии, шт. []:

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время:

$$T_{оп} = T_{осн} + T_{всп} \quad (3.9)$$

В технологических картах обычно проставляется штучное время $T_{шт}$ и подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ []:

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{доп} \quad (3.10)$$

1 .Растачивание отверстия.

Основное время определяют по формуле:

$$T_{осн} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (3.11)$$

где L –длина растачивания, мм;

i- число проходов;

S - подача.

$$T_{осн} = \frac{28 * 2}{112 * 0,2} = 2,05 \text{ мин};$$

Вспомогательное время $T_{всп} = 32,1$ мин. Берётся из таблицы, при этом учитывают закрепление деталей в кондукторе, центрирование и установка вылета резца.

$$T_n = 2,05 + 24,6 + 5 + 5/1 = 36,65 \text{ мин.}$$

4 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Исходные технические данные для разработки Исходные технические данные для разработки

Тип – электромеханический;

Грузоподъемность – 10 т;

Количество стоек – 4;

Наибольшая высота подъема – 2000 мм;

Время подъема – 160 секунд;

Масса одной стойки 250 кг.

4.2 Устройство и принцип работы подъёмника

Подъёмник изображённый на рисунке 4.1 состоит из следующих частей: двигатель 14 установлен на проставке 3, которая в свою очередь крепится к корпусу 1. Двигатель соединён с червячным редуктором 13 через муфту упругую 12. На выходном валу редуктора 13, закреплена упругая муфта 11, которая соединяет редуктор 13 с ходовым винтом 7. Ходовой винт 7 закреплён в подшипниках 8 и 9, а так же опирается на опорный подшипник 10. На ходовом винте 7, закреплена платформа подъёмная 2, к которой в верхней части установлена гайка ходовая 6, а в нижней – втулка опорная 5. Между подъёмной платформой и корпусом имеются сферы 4.

Подъёмник изображённый на рисунке 4.1 работает следующим образом: Электродвигатель 14 закреплён на проставке 3, которая крепится на корпусе 1. Вращение от электродвигателя 14 через упругую муфту 12 передаётся червячному редуктору 13, который в свою очередь через упругую муфту 11 соединён с ходовым винтом 7. Ходовой винт 7 закреплён в верхней части подшипником 9, а в нижней – подшипником 8. На винте 7 имеется выступ, которым он опирается на упорный подшипник 10, тем самым предотвращая его осевое перемещение. На винте 7 крепится платформа подъёмная 2, посредством ходовой гайки 6. В нижней части платформы 2 установлена втулка опорная 5, которая предотвращает от перекоса платформу 2. Так же от перекоса платформу 2 удерживают сферы 4, они так же обеспечивают плавность хода, посредством скольжения их по корпусу 1.

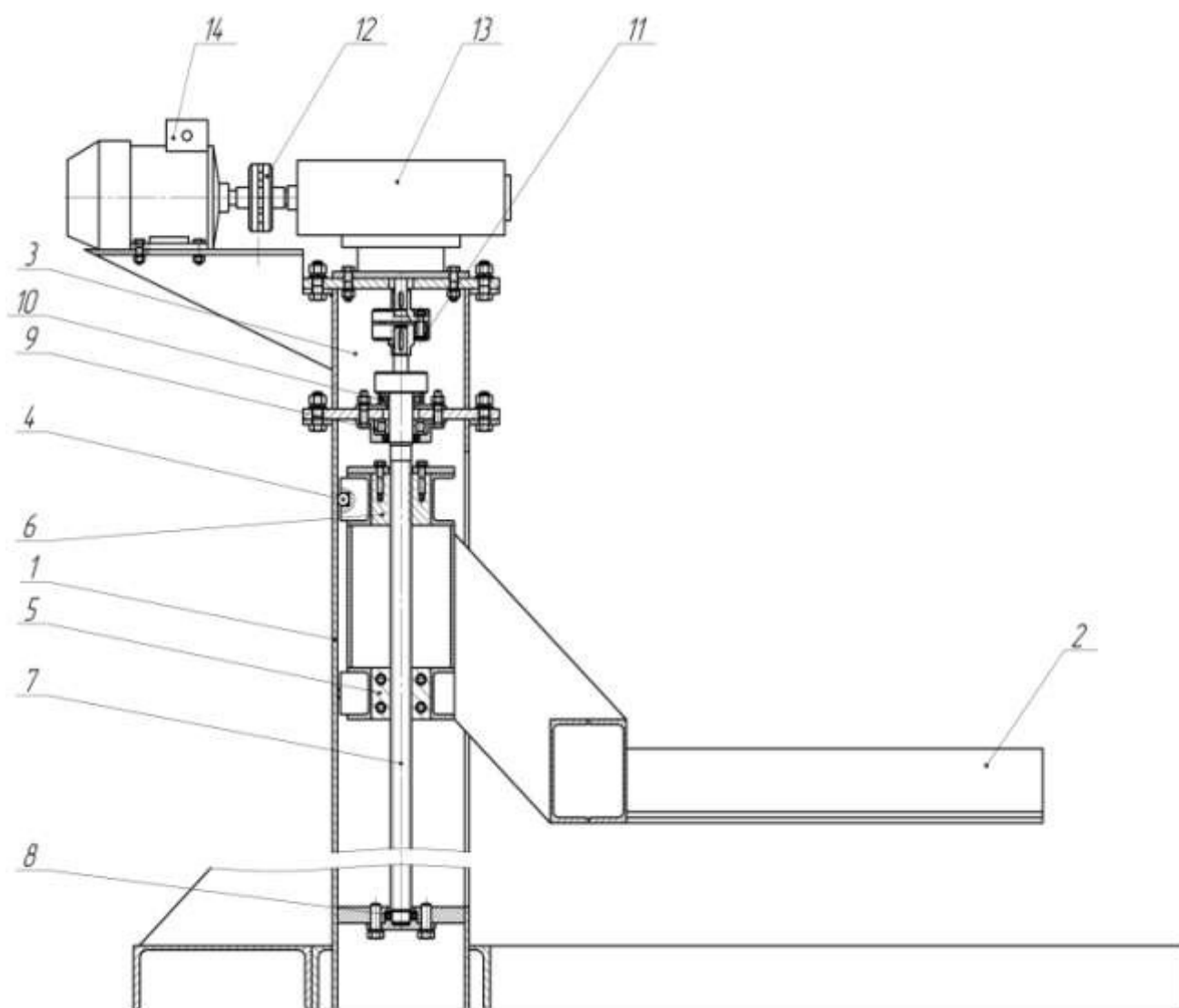


Рисунок 4.1 – Подъёмник

Подъёмник изображённый на рисунке 4.5 работает следующим образом: Электродвигатель 14 закреплён на проставке 3, которая крепится на корпусе 1. Вращение от электродвигателя 14 через упругую муфту 12 передаётся червячному редуктору 13, который в свою очередь через упругую муфту 11 соединён с ходовым винтом 7. Ходовой винт 7 закреплён в верхней части подшипником 9, а в нижней – подшипником 8. На винте 7 имеется выступ, которым он опирается на упорный подшипник 10, тем самым предотвращая его осевое перемещение. На винте 7 крепится платформа подъёмная 2, посредством ходовой гайки 6. В нижней части платформы 2 установлена втулка опорная 5, которая предотвращает от перекоса платформу 2. Так же от перекоса платформу 2 удерживают сферы 4, они так же обеспечивают плавность хода, посредством скольжения их по корпусу 1.

4.2.1 Энергокинематический расчет привода

На основе исходных данных определяем скорость вращения винта:

$$n_6 = \frac{n_{\partial 6}}{i_{ч.р.}}, \quad (4.1)$$

где $n_{\partial 6}$ – асинхронные обороты двигателя, $n_{\partial 6} = 1450 \text{ мин}^{-1}$;

$i_{ч.р.}$ – передаточное отношение червячного редуктора, $i_{ч.р.} = 16$.

$$n_6 = \frac{1450}{16} = 90,62 \text{ мин}^{-1}.$$

Скорость подъема:

$$V = \frac{n_6}{60} \cdot S, \quad (4.2)$$

где S – шаг резьбы, $S = 0,008 \text{ м.}$;

$$V = \frac{90,62}{60} \cdot 0,008 = 0,012 \text{ м/сек.}$$

Время подъема на заданную высоту:

$$t_n = \frac{H}{V}, \quad (4.3)$$

где H – высота подъема, $H = 2 \text{ м.}$

$$t_n = \frac{2}{0,012} = 166,6 \text{ сек.}$$

Определяем потребляемую мощность электродвигателя:

$$N = \frac{Q \cdot V}{1000 \cdot \sum \eta}, \quad (4.4)$$

где Q – нагрузка на стойку, $Q = \frac{P}{4} = \frac{100000}{4} = 25000 \text{ Н.}$

$\sum \eta$ – суммарный КПД.

$$\sum \eta = \eta_{ч.р.} \cdot \eta_m^2 \cdot \eta_n^2 \cdot \eta_{6.n.}, \quad (4.5)$$

где $\eta_{ч.р.}$ – КПД редуктора, $\eta_{ч.р.} = 0,8$ [];

η_m – КПД предохранительной муфты, $\eta_m = 0,99$ [];

η_n – КПД подшипников, $\eta_n = 0,99$ [];

$\eta_{г.п.}$ – КПД передачи «Винт– гайка», $\eta_{г.п.} = 0,4$ [10].

$$\sum \eta = 0,8 \cdot 0,99^2 \cdot 0,99^2 \cdot 0,4 = 0,3,$$

$$N = \frac{25000 \cdot 0,012}{1000 \cdot 0,3} = 1,0 \text{ кВт.}$$

Выбираем асинхронный двигатель ГОСТ 19523–81 4А80А4У3 мощностью 1 кВт, исполнения М 100 (на лапах). Диаметр выходного вала электродвигателя d_1 составляет 24 мм, а его длина l , 50 мм [].

4.2.2 Расчет передачи «винт–гайка»

Так как конструкция более ответственная и винт вращается с небольшой скоростью ,то выбираем материал для винта – сталь 40Х с закалкой , ГОСТ 4543–71; для гайки – антифрикционный чугун АВЧ 2.

4.2.2.1 Расчет грузового винта

Определяем диаметр винта по условию износостойкости:

$$d_2 = \sqrt{\frac{k \cdot Q}{\pi \cdot \varphi_n \cdot \delta \cdot \varphi_h}}, \quad (4.6)$$

где φ_n – коэффициент высоты гайки, для цельной гайки, $\varphi_n = 1,2 \dots 2,5$ [];

φ_h – коэффициент высоты резьбы, для упорной, $\varphi_h = 0,75$ [];

k – коэффициент, учитывающий вид резьбы, для упорной $k = 1,5$ [];

δ – допускаемое напряжение износостойкости, для пары сталь–чугун

$\delta = 7 \dots 9$ МПа [].

$$d_2 = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 25000}{3,14 \cdot 1,85 \cdot 7 \cdot 0,75}} = 35,06 \text{ мм.}$$

По таблице справочников выбираем упорную резьбу УП 44×8 ГОСТ 100177–82. Параметры резьбы: $d_0 = 44$ мм, $d_1 = 30,1$ мм, $d_2 = 38$ мм [].

Определяем износостойкость винтовой пары:

$$\delta_{изн} = \frac{Q}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot z} \leq \delta_{изн} ,$$

где H_1 рабочая высота профиля резьбы, Н;

$$H_1 = 0,75 \cdot S, \quad (4.7)$$

$$H_1 = 0,75 \cdot 8 = 6.$$

Z – число витков резьбы в гайке, $Z = \frac{H_z}{p}$;

$$H_z = \varphi_n \cdot d_2, \quad (4.8)$$

$$H_z = 1,85 \cdot 38 = 70,3 \text{ мм.}$$

$$Z = \frac{70,3}{8} = 8,7 \approx 8 \text{ полных витков.}$$

$\delta_{изн}$ – допускаемое напряжение износостойкости, $\delta_{изн} = 7...9 \text{ МПа}$ [];

$$\delta_{изг} = \frac{25000}{3,14 \cdot 38 \cdot 6 \cdot 8,78} = 4 \text{ МПа} \leq \delta_{изн} .$$

Так как резьба упорная и самотормозящая , должно соблюдаться условие самоторможения:

$$\gamma \leq \varphi,$$

где γ – угол подъема винтовой линии;

$$\gamma = \arctg \frac{S}{\pi \cdot d_2} = 3^\circ 36', \quad (4.9)$$

φ – угол трения;

$$\varphi = \arctg \frac{f}{\cos \delta}, \quad (4.10)$$

где f – коэффициент трения для смазанного винта, $f = 0,1$ [];

δ – угол наклона рабочего профиля для упорной резьбы, $\delta = 3^\circ$ [];

$$\varphi = \arctg \frac{0,1}{\cos 3^\circ} = 5^\circ 25',$$

Условие самоторможения выполняется: $3^\circ 36' < 5^\circ 25'$.

Число заходов резьбы:

$$n = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma}{S},$$

$$n = \frac{3,14 \cdot 38,1 \cdot \operatorname{tg} 3^\circ}{8} = 1 \text{ заходная.}$$

Определяем крутящий момент в резьбе:

$$M_k = Q \left(\frac{d_2}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \gamma + \varphi, \quad (4.11)$$

$$M_k = 25000 \left(\frac{38}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} 8^\circ 61' = 72 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

4.2.2.2 Проверка винта на прочность по эквивалентной нагрузке

$$\delta_{\text{экр}} = \sqrt{\delta_1^2} + \sqrt{3\tau_{\text{кр}}^2} = \sqrt{\left(\frac{4Q}{\pi \cdot d_1^2} \right)^2} + \sqrt{3 \left(\frac{M_k}{0,2 \cdot d_1^3} \right)^2} \leq \delta_{\text{сж}}, \quad (4.12)$$

где M_k – крутящий момент в резьбе, $M_k = 72 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

$\delta_{\text{сж}}$ – допускаемое напряжение на сжатие или растяжение,

$$\delta_{\text{сж}} = \frac{\delta_m}{n}, \quad (4.13)$$

где δ_m – допускаемое значение предела текучести для стали 40Х составляет 750 МПа [];

n – допускаемый коэффициент запаса, $n = 3 \dots 3,5$;

$$\delta_{\text{сж}} = \frac{750}{3} = 250 \text{ МПа,}$$

Тогда,

$$\delta_{\text{экр}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25000}{3,14 \cdot 30,1^2}} + \sqrt{3 \cdot \left(\frac{72}{0,2 \cdot 30,1^3} \right)^2} = 61 \text{ МПа} < \delta_{\text{сж}}.$$

4.2.2.3 Проверка винта на устойчивость

Находим гибкость винта по формуле:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot L}{i}, \quad (4.14)$$

где μ – коэффициент приведения длины, учитывающий способ закрепления винта, $\mu = 1$ для шарнирно закрепленных обоих концов вала;

L – расчетная длина вала, $L = 2200$ мм;

i – радиус инерции поперечного сечения винта:

$$i = \sqrt{\frac{I_{np}}{\pi d^2/4}}, \quad (4.15)$$

где I_{np} – приведенный момент инерции:

$$I_{np} = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \left(0,4 + 0,6 \frac{d}{d_1} \right), \quad (4.16)$$

$$I_{np} = \frac{3,14 \cdot 44^4}{64} \cdot \left(0,4 + 0,6 \frac{44}{30,1} \right) = 234841,6 \text{ мм}^4,$$

$$i = \sqrt{\frac{234841,6}{3,14 \cdot 30,1^2/4}} = 18,17 \text{ мм}.$$

Тогда гибкость винта составляет:

$$\lambda = \frac{1 \cdot 2200}{18,17} = 121.$$

Так как гибкость винта $\mu > 100$, то определяем критическую нагрузку по формуле Эйлера:

$$F_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{np}}{\mu \cdot l}, \quad (4.17)$$

где E – модуль продольной упругости $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа [].

$$F_{кр} = \frac{3,14 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 234841,6}{1 + 2200^2} = 31965 \text{ Н}.$$

Условие $Q < F_{кр}$ выполняется.

Достаточная продольная устойчивость грузового винта возможна, если выполняется условие:

$$n_y = \frac{F_{kp}}{Q} \leq [n_y], \quad (4.18)$$

где n_y – расчетный коэффициент запаса устойчивости винта, $n_y = 2,5 \dots 4$ [];

$$n_y = \frac{31965}{25000} = 1,27 \leq 2,5, \text{ условие выполняется.}$$

4.2.3 Расчет гайки

Наружный диаметр гайки определяется из условия прочности на растяжение:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\delta_p]} + d^2}, \quad (4.19)$$

где $[\delta_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение для стали 40Х и составляет в пределах 20...25 МПа [].

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 25000}{3,14 \cdot 22} + 44^2} = 58 \text{ мм.}$$

Удельное давление в резьбе определяется по формуле:

$$p = \frac{2P \cdot p}{\pi \cdot d_2 \cdot H}, \quad (4.20)$$

$$p = \frac{2 \cdot 2500}{3,14 \cdot 0,044 \cdot 0,07} = 5,6 \text{ МПа} < p = 12 \text{ МПа.}$$

4.2.4 Расчет опорной лапы

Произведем расчет подъемной лапы на прочность с точки зрения нагрузки и изгибающего момента на допускаемое напряжение. Расчетная схема примет следующий вид (рисунок 4.2):

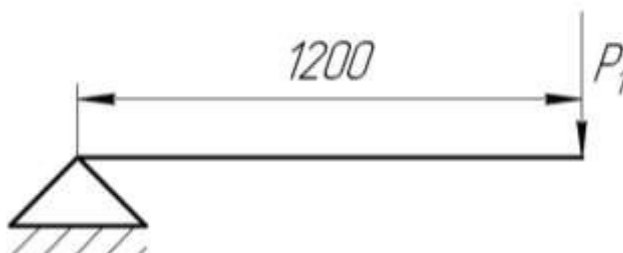


Рисунок 4.2 – Схема распределения сил.

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} + \frac{P_1}{F}, \quad (4.21)$$

где $\sigma_{\max}$ – максимальная нагрузка, МПа;

M – изгибающий момент, Н·м;

W – момент сопротивления, $W = 43 \text{ см}^3 = 95 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ [];

P_1 – действующая нагрузка на одну лапу, Н;

F – площадь поперечного сечения, $F = 4,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ [].

Изгибающий момент определим по формуле:

$$M = P_1 \cdot l, \quad (4.22)$$

где l – длина опорной лапы, примем $l = 1,2 \text{ м}$.

$$P_1 = \frac{Q}{2}, \quad (4.23)$$

$$P_1 = \frac{25000}{2} = 12500 \text{ Н},$$

$$M = 12500 \cdot 1,2 = 15000 \text{ Н·м},$$

$$\sigma_{\max} = \frac{15000}{85,6 \cdot 10^{-6}} + \frac{12500}{4,05 \cdot 10^{-3}} = 178,3 \text{ МПа} < 180 \text{ МПа}.$$

Условие прочности выполняется.

4.2.5 Расчет стойки

Произведем расчет стойки на допускаемое напряжение:

$$\sigma_{\max} = \frac{Q}{F} \leq \sigma \cdot \varphi, \quad (4.24)$$

где φ – коэффициент условного допускаемого напряжения на сжатие.

Определим φ исходя из гибкости стойки λ , для этого случая:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot L}{\sqrt{\frac{I}{F}}}, \quad (4.25)$$

где μ – коэффициент длины в зависимости от закрепления стойки,

L – длина стойки, $L = 3,2$ м.

$$\lambda = \frac{2 \cdot 3,2}{\sqrt{\frac{0,04}{0,06}}} = 7,9,$$

отсюда φ определим равным 0,86.

$$\delta_{\max} = \frac{25000 \cdot 9,8}{0,06} = 4 \text{ МПа} < 50 \text{ МПа}.$$

Условие устойчивости выполняется

4.2.6 Выбор редуктора

Исходные данные для выбора редуктора:

Частота вращения электродвигателя 1450 мин^{-1} ;

Фактическое передаточное отношение 16;

Момент в передаче «винт–гайка» 72 Нм

Расчетный момент:

$$M_p = M_u \cdot K, \quad (4.26)$$

$$M_p = 72 \cdot 1,25 = 90 \text{ Н·м},$$

где k – коэффициент условия работы, (от двух до двенадцати часов) принимаем 1,25.

Выбираем одноступенчатый универсальный червячный редуктор Ч–63–16–1–2–2 по ГОСТ 13563–75, где 63 – межосевое расстояние в мм, 16 – передаточное отношение, 1 – схема сборки, 2 – исполнение (червяк сверху), 2 – установка лап снизу [1].

Параметры редуктора:

- допускаемый крутящий момент на тихоходном валу $M_m = 110 \text{ Н}$,
- масса редуктора – 13,2 кг,
- габариты – $247 \times 180 \text{ мм}$,
- шпонка на валах $6 \times 6 \times 35 \text{ мм}$.

4.2.7 Выбор муфты

Так как допускаемый крутящий момент на тихоходном валу редуктора равен 110 Н, то выбираем упругую втулочно – пальцевую муфту МУВП – 125 ГОСТ 21424 – 93:

- передаваемый крутящий момент 125 Н;
- диаметр цилиндрических концов 25 мм, длиной 89 мм;
- конический конец диаметром 23 мм с конусностью 1:10;
- максимальные передаваемые обороты 4600 мин⁻¹;

Количество муфт в одной стойке – 2шт.

4.2.8 Выбор подшипников качения и корпусов

Рабочий винт подъемника испытывает и радиальную и осевую нагрузку. Осевая нагрузка будет намного больше, чем радиальная, то подбор подшипников производим по грузоподъемности.

Для восприятия радиальной нагрузки в верхней опоре выбираем однорядный радиальный шарикоподшипник № 310 ГОСТ 8338–75:

- внутренний диаметр равен 50 мм;
- наружный диаметр 110мм;
- ширина подшипника 27 мм;
- грузоподъемность $C_1 = 48,5$ кН, $C_0 = 36,3$ кН.

В нижнюю опору выбираем подшипник однорядный радиальный закрытого исполнения № 60306 ГОСТ 7442–81:

- внутренний диаметр 30 мм;
- наружный диаметр 72 мм;

Для восприятия осевой нагрузки выбираем шариковый упорный одинарный подшипник 8310 ГОСТ 7872–89

- внутренний диаметр 50 мм;
- наружный – 95 мм;
- ширина подшипника 31 мм;
- грузоподъемность $C_1 = 87,1$ кН, $C_0 = 161$ кН [].

Подшипник располагаем в верхней опоре .

Проверка выбранного подшипника на долговечность

$$L_h = \left(\frac{10^5}{6 \cdot n} \right) \cdot \left(\frac{c}{p} \right)^3, \quad (4.27)$$

где n – обороты грузового винта, $n = 90,62 \text{ мин}^{-1}$;

c – статическая грузоподъемность, $c = 161 \text{ кН}$;

p – эквивалентная нагрузка, для упорного подшипника определяется по формуле:

$$p = Q \cdot K_{\delta} \cdot K_m, \quad (4.28)$$

где K_{δ} – коэффициент безопасности $K_{\delta} = 1,4$;

K_m – температурный коэффициент $K_m = 1,05$.

$$p = 2500 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 36750 \text{ Н},$$

$$L_h = \frac{10^5}{6 \cdot 90,62} \cdot \left(\frac{161000}{36750} \right)^3 = 154363 \text{ часов}.$$

4.3 Требования к технической эксплуатации и ТО подъемника

Оборудованию при его эксплуатации требуется техническое обслуживание. При обслуживании подъемника требуется:

- смазать рабочий винт подъемника периодически, через 20 часов работы смазкой Циатим – 203 ГОСТ 8773–73;
- смазать подшипники качения в верхней и нижней опорах винта смазкой Литол–24 ГОСТ 21150–75 через пресс–масленку;
- периодически, через 400 часов работы менять масло в червячном редукторе. Масло промышленное И–8А ГОСТ 20799–75.
- для обеспечения безопасности работы с подъемником требуется следить за состоянием высоковольтных кабелей и разъемов.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Особенности обеспечения безопасности труда при работе на стенде

К работе с подъёмником допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительное обучение, а также прошедшие первичный инструктаж и на рабочем месте. Перед началом работы оператор установки должен надеть установленные по нормам средства индивидуальной защиты (спец. одежду,

обувь, защитные очки), проверить состояние рабочего места, исправность подъёмника и подготовить его к работе.

Опасными факторами при работе являются вращающиеся механизмы конструкции и электрический ток, воздействующий на работников в случае замыкания фазы электродвигателя на корпус.

Вредными факторами при работе на стенде являются вибрация и шум.

Работнику, работающему с приспособлениями, в соответствии с типовыми отраслевыми нормами необходимо выдавать: комбинезон хлопчатобумажный (срок носки 12 месяцев), перчатки (срок носки 1 месяц) [].

Прежде чем начать работу, работник обязан проверить, надежно ли установлен подъёмник на полу.

Согласно требованиям Правил устройства электроустановок сопротивление заземляющего устройства в электроустановках до 1000 В. Сопротивление заземляющих проводников (между корпусом электрооборудования и магистралью заземления) при монтаже установки следует измерять омметром М-372, при этом норма на сопротивление цепи составляет не более 0,1 Ом [].

5.2 Инструкция по охране труда при техническом обслуживании и ремонте машинотракторного парка

Утверждено

руководителем хозяйства

«__»_____2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при техническом обслуживании и ремонте
машинотракторного парка

1. Общие положения

1. К работе по техническому обслуживанию и ремонту машинотракторного парка допускаются лица, получившие специальную подготовку на курсах или непосредственно в хозяйствах, не моложе 18 лет.

2. Работники машинных дворов и другие лица, занимающиеся техническим обслуживанием и ремонтом машин, обязаны знать и строго соблюдать инструкции по технике безопасности при производстве данных работ.

3. Нельзя применять приёмы «Ускоряющие» работу за счёт нарушения требований безопасности.

4. Работать на технически неисправном оборудовании **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.

5. Техническое обслуживание и ремонт проводить только при неработающем двигателе, за исключением операции, требующей его работы.

6. При техническом обслуживании самоходных, навесных и прицепных с.-х. машин и орудий надо устанавливать под них рамы, надёжные подставки.

7. В целях предупреждения самоповреждения обслуживаемой машины, необходимо затормозить её, подложив под колёса противоскатные башмаки.

8. Перед разработкой колёс комбайна, трактора, тракторного прицепа с.-х. машин выпустить воздух из камер.

9. Лица, нарушившие требования настоящей инструкции, несут ответственность в порядке, установленном законодательством (административную, материальную, дисциплинарную и уголовную).

10. Не допускать присутствие в рабочей зоне посторонних лиц, распитие спиртных напитков и курения, работы в состоянии алкогольного или наркотического опьянения, а также работа в болезненном или утомлённом состоянии.

2. Меры безопасности при очистно-моечных работах

1.Перед техническим обслуживанием или ремонтом надо очистить машину от грязи и помыть её.

2.Во время мойки нужно быть в водонепроницаемой одежде (костюме, фартуке и т. п.) в резиновых сапогах и защитных очках.

3.Запрещается в полевых условиях мыть(очищать) машины на участках возделывания с.- х. культур. Мойка машин проводится на специально отведённой площадке.

4.Запрещается операция технического обслуживания и ремонта с.-х. машин и аппаратуры, связанных с применением ядохимикатов без предварительного обезжиривания 10% раствором моющей ДИАС и хлорной известью 1 кг. на 4 литра воды. Обезжиривание проводить только в средствах индивидуальной защиты на специально оборудованной площадке.

Разработал:

Согласовано: специалист

по охране труда:

представитель профкома:

5.3 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.

При возникновении ураганных ветров и массовых пожаров в наиболее жаркие периоды года, могут привести к чрезвычайным последствиям.

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 до врачебной помощи. Группа оснащается автобусами с водителями, чтобы при необходимости отвозить пострадавших в ближайшую больницу, которая находится в г. Топки.

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.

5.4 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.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле:

$$C_{\text{ц.констр.}} = C_{\text{к}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (6.1)$$

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 преysкурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{\text{нац}}=1,4\dots 1,5$).

Стоимость изготовления корпусных деталей определяют по формуле:

$$C_k = Q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{к.д}}, \quad (6.2)$$

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

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

$$C_k = 480 \times 34,20 = 16416 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяют по формуле:

$$C_{\text{о.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{м}}, \quad (6.3)$$

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

$C_{\text{м}}$ – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

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

$$C_{\text{зп}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}}, \quad (6.4)$$

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

$C_{\text{д}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

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

Основную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{ср}} \cdot K_{\text{т}}, \quad (6.5)$$

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

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

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

$$C_{\text{пр}} = 110 \times 32 \times 1,03 = 3626 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{доп}} = \frac{5\dots12 \cdot C_{\text{пр}}}{100} . \quad (6.5)$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{\text{соц}} = \frac{4,4 \cdot C_{\text{пр}} + C_{\text{д}}}{100} . \quad (6.6)$$

$$C_{\text{зп}} = 3626 + 363 + 176 = 4165 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок определяют по формуле:

$$C_{\text{м}} = \text{Ц} \cdot Q_3, \quad (6.7)$$

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

Q_3 – масса заготовки, кг.

Массу заготовки определяют из выражения:

$$Q_3 = \frac{Q_{\text{д}}}{K_3}, \quad (6.8)$$

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

$$C_{\text{м}} = 160 \times 34,80 = 5568 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{од}} = 4165 + 5568 = 9733 \text{ руб.}$$

K_3 – коэффициент использования массы заготовки ($K_3=0,29\dots0,99$).

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

$$C_{\text{зп.сб.п}} = C_{\text{сб}} + C_{\text{д.сб}} + C_{\text{соц.сб}}, \quad (6.9)$$

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

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

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{\pi} \cdot K_t, \quad (6.10)$$

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

$$C_{сб} = 9 \times 110 \times 1,03 = 1020 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату определяют по формуле:

$$C_{д.сб} = \frac{5 \dots 12}{100} C_{сб}. \quad (6.11)$$

Начисления по социальному страхованию определяют по формуле:

$$C_{соц.сб} = \frac{4,4}{100} C_{сб} + C_{д.сб}. \quad (6.12)$$

$$C_{зп.сб.п} = 1020 + 102 + 49 = 1171 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции определяют по формуле:

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot \Pi_{оп}}{100}, \quad (6.13)$$

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

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

$$C_{констр} = 16416 + 9733 + 5000 \times 1,5 + 1171 + 2520 = 37340 \text{ руб.}$$

Таблица 6.1 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей конструкции.

№ п/п	Наименование	Ед.измерения	Знач. показателя	
			исходный	проектир.
1	Масса конструкции	кг	440	250
2	Балансовая стоимость	руб.	30200	37340
3	Количество обслуживающего персонала	Чел.	1	1
4	Разряд работы	разряд	4	4
5	Тарифная ставка	руб./чел.ч	110	110
6	Норма амортизации	%	13	13
7	Норма затрат на ремонт и техническое обслуживание	%	8	8
8	Годовая загрузка конструкции	ч	250	250
9	Время 1 цикла	ч	8	6

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:

$$W_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot q \cdot \gamma \cdot \tau}{T_{\text{ц}}}, \quad (6.14)$$

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

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

$$\frac{W_{\text{ч}}}{T_{\text{ц}}} = \frac{W_{\text{год}}}{T_{\text{сл}}}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_{\text{е}} = \frac{G}{W_{\text{з}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (6.15)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Фондоемкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\bar{\delta}}}{W_z \cdot T_{\text{год}}} , \quad (6.16)$$

где $C_{\bar{\delta}}$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Трудоемкость процесса находят из выражения:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} , \quad (6.17)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}$$

Энергоемкость процесса находят из выражения:

$$\text{---} \quad (6.18)$$

где N_e – мощность потребляемая установкой.

$$\text{---} \quad \text{кВт./шт.}$$

$$\text{---} \quad \text{кВт./шт.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (6.19)$$

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{3п} = Z \cdot T_e, \quad (6.20)$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_э, \quad (6.21)$$

где $Ц_э$ – комплексная цена электроэнергии, руб./кВт.

$$C_{э0} = 2,87 \times 9 = 26$$

$$C_{э1} = 2,87 \times 6,6 = 19$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (6.22)$$

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

Амортизационные отчисления по конструкции определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}}, \quad (6.23)$$

где a – норма амортизации %.

Приведенные затраты определяют по формуле:

$$C_{прив} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k, \quad (6.24)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (6.25)$$

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:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (6.26)$$

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

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}}. \quad (6.27)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{11438}{37340} - 0,3.$$

Таблица 6.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций.

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	Часовая производительность, ед./ч.	0,11	0,15
2	Фондоемкость процесса, руб./ед.	1098	996
3	Энергоемкость процесса, кВт/ед.	9	6,6
4	Металлоемкость процесса, кг./ед.	3,2	2,6

5	Трудоемкость процесса, чел*ч./ед.	9,1	6,6
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	1258	953
7	Уровень приведенных затрат, руб./ед.	1423	1095
8	Годовая экономия, руб.	-	11438
9	Годовой экономический эффект, руб.	-	12300
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	3,2
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	-	0,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный проект позволит хозяйству качественно и своевременно проводить необходимые ремонтные работы грузовых автомобилей, лучше организовать эти работы, снизить трудоемкость работ, уменьшится себестоимость условного ремонта, сэкономить средства.

Техническое перевооружение намного повысит возможности ремонтной мастерской, расширит гамму производимых ремонтных работ и улучшит условия труда рабочих.

Перед началом конструктивной части были проведены патентные исследования, затем произведён полный расчёт и конструирование стенда.

В экономической части ВКР произведены основные экономические расчёты из которых стало ясно, что при таких капиталовложениях срок окупаемости разработанного подъемника составит 3,2 года.

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: Кузбассвуиздат, 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.І, 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.