

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование агрегатного участка по ремонту легковых автомобилей на базе учебно-научного центра «Техсервис» ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Студент

Н.Ю. Ковалев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Е.А. Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

доктор эконом. наук, профессор Е.Г. Пипко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Пояснительная записка 78 с., 8 рис., 14 таб., 20 источников, 96 формул, графическая часть 6 листов формата А1

АГРЕГАТНЫЙ УЧАСТОК, АВТОМОБИЛЬ, РЕДУКТОР, КОРОБКА ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ, РАЗДАТОЧНАЯ КОРОБКА ПЕРЕМЕНЫ ПЕРЕДАЧ.

Объектом разработки является участок ремонта агрегатов легковых автомобилей.

Цель работы – разработка агрегатного участка УНЦ ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ, определение необходимого числа оборудования, расчёт затрат на разработку.

В результате проектных расчетов были определены показатели:

годовой объем работ, $T_{Г} = 2835,6$ чел.-час

затраты на необходимое оборудование, 2345892 руб.

количество производственных рабочих, $P_{III} = 2$ чел.

В конструкторской части разработан стенд для разборки и сборки КП легковых автомобилей ВАЗ. Обоснованы принятые материалы, агрегаты и изделия, используемые в конструкции.

В ВКР приведены материалы по БЖД и экологической безопасности на агрегатном участке.

Предлагаемая разработка агрегатного участка применимо для УНЦ ФГБОУ ВО Пермского ГАТУ. Конструкция стенда применима на проектируемом агрегатном участке.

Экономическая эффективность: чистая годовая прибыль составит 459079 руб., капитальные вложения в проектируемый участок окупятся в течение пяти лет.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ хозяйственной деятельности предприятия	5
1.1 Общая характеристика предприятия	5
1.2 Условия для проекта агрегатного участка легковых автомобилей на базе УНЦ Пермский ГАТУ	6
1.3 Задачи агрегатного участка легковых автомобилей	7
1.4 Виды услуг.....	7
1.5 Конкуренция на рынках сбыта	8
1.6 Обоснование темы ВКР	9
2 Проектная часть.....	11
2.1 Выбор исходных данных	11
2.2 Расчет производственной программы ТР	13
2.3 Расчет численности производственных рабочих	19
2.4 Определение потребности в технологическом оборудовании.....	20
2.5 Расчет площади помещения	20
2.6 Расстановка оборудования и распределение помещений на площади участка.....	22
3 Технологическая часть	24
3.1 Организация технологического процесса на агрегатном участке.....	24
3.2 Неисправности коробки передач	24
3.3 Технологическая карта разборки коробки передач.....	26
4 Конструкторская часть	31
4.1 Техническое задание	31
4.2 Техническое предложение	31
4.3 Выбор редуктора.....	34
4.4 Расчет шлицевого соединения.....	35
4.5 Расчет вала привода на прочность	36
4.6 Определение диаметра колеса.....	36
4.7 Расчет захвата.....	37

4.8 Расчет болтов крепления захватов	39
4.9 Расчет балок тележки стенда	40
4.10 Расчет короткой балки	41
4.11 Расчет длинной балки.....	42
4.12 Расчет винтового домкрата.....	43
4.13 Техническое обслуживание и безопасность работы на стенде.....	54
5 Безопасность жизнедеятельности и экологическая безопасность на агрегатном участке	55
5.1 Анализ деятельности на агрегатном участке по обеспечению безопасности жизнедеятельности	55
5.2 Требования охраны труда при выполнении работ на агрегатном участке	57
5.3 Требования безопасности при работе на стенде для разборки и сборки коробки передач.....	60
5.4 Экологическая безопасность на агрегатном участке	62
6 Технико-экономическая оценка проекта	65
6.1 Резюме проекта	65
6.2 Расчет потребности в инвестициях.....	65
6.3 Производственный план	67
6.4 Финансовый план.....	69
6.5 Показатель чистой текущей стоимости проекта	73
Заключение	76
Список используемых источников.....	77

Введение

Зависимость человечества от автомобилей с каждым годом растет в геометрической прогрессии. Поговорка «автомобиль – это не роскошь, а средство передвижения» звучит все актуальнее. Поэтому, чтобы автомобили действительно приносили пользу человечеству, необходимо поддерживать их рабочее состояние. Для поддержания рабочего состояния автомобилей в первую очередь необходима полно функционирующая производственно-техническая база (ПТБ) предприятий автомобильного транспорта, представляющей собой совокупность зданий, сооружений, оборудования, оснастки и инструмента, предназначенных для технического обслуживания (ТО), текущего ремонта (ТР) и хранения подвижного состава (ПС). При этом следует отметить, что вклад ПТБ в эффективность технической эксплуатации автомобилей достаточно высок и оценивается в 18-19%.

Опережающий темп роста численности автомобилей привел к тому, что в среднем по стране обеспеченность автотранспортных предприятий (АТП) производственными площадями составляет 50-65%, постами для ТО и ТР 60-70% от норматива, а уровень оснащенности средствами механизации процессов ТО и ТР не превышает 30%. Такое положение приводит к значительным простоям автомобилей в ожидании ТО и ТР и, как следствие, к увеличению затрат на поддержание их в исправном состоянии.

Поэтому строительство новых, расширение, реконструкция и техническое перевооружение действующих АТП, баз централизованного технического обслуживания (БЦТО), производственно-технических комбинатов (ПТК), централизованных специализированных производств (ЦСП), станций технического обслуживания (СТО), автозаправочных станций (АЗС), пассажирских автостоянок и автостоянок, грузовых автостанций и терминалов, мотелей и кемпингов должны отвечать современным требованиям научно-технического процесса.

1 Анализ хозяйственной деятельности предприятия

1.1 Общая характеристика предприятия

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова» осуществляет образовательную деятельность в соответствии с: А) Лицензией серии 90Л01 №0009770 (рег. № 2677) от 23.11.2017, выданной Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки на право ведения образовательной деятельности; Б) Свидетельством о государственной аккредитации серии 90А01 №0002880 (рег. № 2744) от 22.01.2018, выданной Федеральной службой по надзору в сфере образования и науки.

Для того чтобы осуществлять на достойном уровне образовательный процесс необходимо максимально обеспечить обучающихся материально-технической базой, именно в этом случае будет виден эффект от подготовки. Что касается основных средств, то они находятся в оперативном управлении Университета, являясь собственностью федерального значения общей площадью 79485 кв.м.

Непосредственно сам процесс обучения задействует 11 корпусов, которые располагаются на площади в 42431 кв.м, в том числе обучение проходит на территории учебно-научного экспериментального у садоводства, складах продукции сельхоз назначения, а так же помещениях, относящихся к направлению архитектуры.

Для эксплуатации зданий и сооружений имеется разрешение от Управления федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю.

Обеспечение лабораторного фонда в последнее время находится в состоянии необходимой срочной модернизации и капитального ремонта.

Учебный корпус состоит из:

- аудиторий для проведения лекций;
- лаборатории;
- кабинеты специализированного назначения;
- компьютерные классы.

Практика всех направлений для обучающихся проходит на полигоне научно-исследовательской базы «Липовая гора». Для более глубокого погружения и получения наибольшего эффекта руководством Университета заключаются договора на прохождение практики на предприятиях Пермского края и других регионов.

Также, имеется опыт проведения производственных практик за рубежом, в таких странах как Голландия, Швеция, Норвегия. Данный вид деятельности практикуется с целью обмена опытом, а также возможности заработка студента. Состояние материально-технической базы и социально-бытовых условий ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ соответствует лицензионным требованиям.

1.2 Условия для проекта агрегатного участка легковых автомобилей на базе УНЦ Пермский ГАТУ

Для создания агрегатного участка на базе Университета есть все необходимые условия. Имеется помещение, подходящее под разработку агрегатного участка легковых автомобилей. Данное помещение находится в промышленной зоне Свердловского района, по адресу: г. Пермь, улица Героев Хасана, 113, где разрешена коммерческая деятельность. Здание, где планируется участок по ремонту легковых автомобилей, находится в собственности Университета, что позволяет использовать его без арендной платы. Одним из неблагоприятных условий организации и внедрения участка является: сложные экономические условия и недостаточное финансирование оборудования, в частности в высших учебных заведениях, сохранение

средств, а порой и полное их отсутствие на содержание и развитие учебного процесса.

1.3 Задачи агрегатного участка легковых автомобилей

Разработка агрегатного участка преследует такие цели, как:

1. Получение доходов от более эффективного использования имеющихся во владении академией площадей и невостребованного оборудования;
2. Получение доходов от функционирования агрегатного участка.
3. Обучение студентов ремонту деталей и агрегатов легковых автомобилей [13].

Полученный доход от коммерческой деятельности планируется направить на создание и расширение технического сервис-центра, специализирующегося на углубленном ремонте автомобилей, а также на развитие инженерного факультета Пермского ГАТУ.

1.4 Виды услуг

Проектирование агрегатного участка будет сопровождаться разработкой и внедрением нового оборудования.

Главное направление предприятия – ремонт. Качество услуги будет обеспечиваться высокой квалификацией рабочих, современным оборудованием, внедряемым в производство.

Уникальность услуги будет заключаться в качественном ремонте и обслуживании легковых автомобилей, а также низкой стоимости услуг. Данные факторы будут делать наш агрегатный участок уникальным и конкурентоспособным на рынке г. Пермь. Согласно статистке, на территории Свердловского района г. Перми таких организаций небольшое количество, что будет положительно сказываться на проблеме с конкуренцией.

1.5 Конкуренция на рынках сбыта

В промышленной зоне Свердловского района г.Пермь ремонтом и обслуживанием легковых автомобилей занимаются: автосервис «ДавАвто», автосервис «РеМ-Мастер», автосервис «Автолюкс», автосервис «Автоальянс». В непосредственной близости от проектируемого участка расположены автосервис «ДавАвто», автосервис «РеМ-Мастер». Они находятся на въезде в город. Уровень цен Автосервисов «ДавАвто» и «РеМ-Мастер» выше, чем у небольших частных предприятий.

Серьезным недостатком конкурентов является большое время ожидания и очередь в виду устаревшего оборудования и неправильной организации работы в ремонтных мастерских. В данное время предметом жесткой конкуренции является соотношение цена - качество.

Клиенты будут идти к нам по нескольким причинам, в частности из-за сервиса и новейшего оборудования, наличие места общественного питания в непосредственной близости(столовая Университета расположена в соседнем здании, и стоимость обеда, значительно меньше других столовых и кафе, расположенных в мкр.Липовая Гора). Мы будем предоставлять высококвалифицированный персонал, и у нас будет соблюдаться профессиональный этикет, а также уважение к клиенту.

Таблица 1 - Сравнительная карта конкурентов по ремонту деталей, узлов и агрегатов легковых автомобилей

Показатель	Предприятия-конкуренты		Проектируемое предприятие
	«ДавАвто»	«РеМ-Мастер»	
Объем услуг	+	+	-
Цена	-	-	+
Качество услуги	-	+	+
Методы сбыта	+	+	-
Культура обслуживания	-	+	+
Методы работы с клиентурой	-	+	+
Соблюдение графика заказов	-	-	+
Время на получение услуги	+	-	+
Гарантии	0	0	0
Режим работы	-	+	+

Технологический уровень	0	0	0
Квалификация кадров	+	+	+
Наличие условий для клиентов	0	0	0
Правовая защита клиентов	0	0	0
Доверие к предприятию и исполнителям	0	0	0
Выполнение долговых обязательств	0	0	0
Реклама	0	0	0
Эстетика, дизайн	-	+	+

Примечание: + - показатель по услуги лучше;

- - показатель по услуге хуже;

0 - показатели по услуге равны.

1.6 Обоснование темы ВКР

С ростом благосостояния жителей города Перми увеличивается количество автотранспорта как в личной собственности так и в собственности предприятий автомобильного транспорта.

На сегодняшний день автосервис является самым перспективным и прибыльным делом в области оказания услуг. Спрос на сервис автомобилей постоянно растет, все больше автолюбителей пользуются услугами автосервиса, экономя свое время и физические затраты.

Открытие своего автосервиса будет очень прибыльным делом, а финансовые вложения по надежности можно сравнить разве что с вложениями в недвижимость. И таковыми они будут всегда, или по крайней мере до тех фантастических времен, когда изобретут автомобиль, которому не будет нужен ремонт, такого никогда не будет.

Несмотря на то, что научно-технический прогресс пока еще не дал обществу вечный двигатель (а также вечные «железо», электронику, косметику и пр.), вперед он все же шагает семимильными шагами. Многие люди стремятся обзавестись собственным автомобилем, благо и по ценовым показателям, и по прочим критериям на рынке недостатка в выборе нет. Спрос обуславливает предложение, автомобилестроение развивается,

соответственно должно увеличиваться и число СТО. Такая тенденция безусловно вызывает жесткую конкуренцию среди автосервисов. Таким образом, СТО, а в частности участок по ремонту легковых автомобилей, превращается в существенный экономический фактор развития Пермского ГАТУ.

Целью ВКР является: «Проект агрегатного участка легковых автомобилей УНЦ «Техсервис» ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ».

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- Произвести анализ рынка;
- Рассчитать годовой объем работ;
- Рассчитать потребность в персонале;
- Рассчитать потребность в технологическом оборудовании;
- Произвести анализ технико-экономических показателей.

Актуальность выбранной темы ВКР обусловлена тем, что рассматривается вариант проектирования агрегатного участка с разработкой стенда для разборки и сборки КПП легковых автомобилей на базе УНЦ ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

2 Проектная часть

2.1 Выбор исходных данных

Количество зарегистрированного легкового автотранспорта, согласно полученным сведениям из Главного Управления ГИБДД ГУ МВД России по Пермскому краю, на 1 мая 2018 года в Свердловском районе города Перми зарегистрировано 66743 автомобилей.

Таблица 2 – Автомобили в Свердловском районе

Автомобили отечественного производства и некоторые модели марки Mercedes		
Марка	Процент в районе	Количество автомобилей $A_{и}$
Ваз 2170-73, Granta	21%	7989
Лада xRay, Vesta	9%	3424
Ваз 2110-12	12%	4565
Ваз 2108-15	19%	7228
Ваз 2121-31	8%	3044
Газ 3110-105	8%	3044
Газ 3221-3302	12%	4565
Уаз 315-390	8%	3043
Mercedes-Benz C 230/C 250 W203 W204 Mercedes-Benz E 230 W211 Mercedes-Benz CLC 230	3%	1142

При определении обслуживаемого СТО парка автомобилей необходимо учитывать следующие особенности:

1. Количество официально зарегистрированных конкурентов автосервисов в данном районе;
2. Количество автомобилей зарегистрированных в районе;
3. Входящий поток прямопропорционально зависит от частоты заездов;
4. Обязательное прикрепление автомобиля к СТО отсутствует;
5. Лишь определенной категории необходимо обязательный осмотр.

Расчет выполняется с учетом условных автомобилей:

$$N_{\text{СТО}} = N * K, \quad (1)$$

где N – парк автомобилей района;

K – коэффициент обращаемости, учитывающий число владельцев автомобилей, пользующихся услугами СТО. По оценке экспертов, для легковых автомобилей $K = 0,75 \dots 0,85$ [9].

Также в Свердловском районе официально зарегистрировано 39 автосервисов, предоставляющих услуги аналогичны тем, что предлагает наш автосервис. При благоприятных условиях развития и информативной рекламе на наш участок приходится 976 автомобилей отечественного производства.

Согласно сведениям, полученных из авторитетного журнала «За рулем» среднегодовой пробег легковых автомобилей российского производства на 2018-2019 год составил: $L_{Г} = 25000$ км.

Суммарный годовой пробег автомобилей по маркам:

$$L_{C} = A_{И} * L_{Г} \quad (2)$$

где: $A_{И}$ – количество автомобилей;

$L_{Г}$ – средний пробег автомобиля в год

Подставим ранее полученные данные в формулу 2 и произведем вычисления:

$$L_{C \text{ Ваз } 2170-73, \text{ Granta}} = 205 * 25000 = 5125000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Лада xRay, Vesta}} = 89 * 25000 = 2225000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Ваз } 2110-12} = 117 * 25000 = 2925000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Ваз } 2108-15} = 185 * 25000 = 4625000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Ваз } 2121-31} = 78 * 25000 = 1950000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Газ } 3110-105} = 78 * 25000 = 1950000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Газ } 3221-3302} = 117 * 25000 = 2925000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Уаз } 315-390} = 78 * 25000 = 1950000 \text{ км/год}$$

$$L_{C \text{ Mercedes}} = 28 * 25000 = 700000 \text{ км/год}$$

Количество рабочих дней в году согласно производственному календарю для 40 – часовой рабочей недели в автосервисе на 2019 составляет 247 дней.

2.2 Расчет производственной программы ТР

Количество условных ремонтов двигателей:

$$N_{\text{ДВ}} = L_{\text{С}}/E_{\text{Д}} \quad (3)$$

где: $L_{\text{С}}$ – суммарный годовой пробег автомобиля

$E_{\text{Д}}$ – ресурсный пробег

Подставим ранее полученные данные из формулы 2 в формулу 3:

$$N_{\text{ДВ Ваз 2170-73, Granta}} = 5125000/150000 = 34 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Лада xRay, Vesta}} = 2225000/120000 = 19 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Ваз 2110-12}} = 2925000/150000 = 20 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Ваз 2108-15}} = 4625000/150000 = 31 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Ваз 2121-31}} = 1950000/150000 = 13 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Газ 3110-105}} = 1950000/220000 = 9 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Газ 3221-3302}} = 2925000/220000 = 13 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Уаз 315-390}} = 1950000/220000 = 9 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{ДВ Mercedes}} = 700000/150000 = 5 \text{ шт./год}$$

Количество условных ремонтов КПП:

$$N_{\text{КПП}} = L_{\text{С}}/E_{\text{КПП}} \quad (4)$$

где: $L_{\text{С}}$ – суммарный годовой пробег автомобиля

$E_{\text{КПП}}$ – ресурсный пробег

Подставим ранее полученные данные из формулы 2 в формулу 4:

$$N_{\text{КПП Ваз 2170-73, Granta}} = 5125000/150000 = 34 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Лада xRay, Vesta}} = 2225000/120000 = 19 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Ваз 2110-12}} = 2925000/150000 = 20 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Ваз 2108-15}} = 4625000/150000 = 31 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Ваз 2121-31}} = 1950000/150000 = 13 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Газ 3110-105}} = 1950000/300000 = 7 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Газ 3221-3302}} = 2925000/300000 = 10 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Уаз 315-390}} = 1950000/250000 = 8 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{КПП Mercedes}} = 700000/150000 = 5 \text{ шт./год}$$

Количество условных ремонтов задних мостов (балок):

$$N_{\text{з. мостов}} = L_C/E_{\text{з. мостов}} \quad (5)$$

где: L_C – суммарный годовой пробег автомобиля

$E_{\text{з. мостов}}$ – ресурсный пробег

Подставим ранее полученные данные из формулы 2 в формулу 5:

$$N_{\text{з. мостов Ваз 2121-31}} = 1950000/150000 = 13 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{з. мостов Лада xRay, Vesta}} = 2225000/120000 = 19 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{з. мостов Газ 3110-105}} = 1950000/300000 = 7 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{з. мостов Газ 3221-3302}} = 2925000/300000 = 10 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{з. мостов Уаз 315-390}} = 1950000/250000 = 8 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{з. мостов Mercedes}} = 700000/150000 = 5 \text{ шт./год}$$

Количество условных ремонтов передних мостов (балок):

$$N_{\text{п. мостов}} = L_C/E_{\text{п. мостов}} \quad (6)$$

где: L_C – суммарный годовой пробег автомобиля

$E_{\text{п. мостов}}$ – ресурсный пробег

Подставим ранее полученные данные из формулы 2 в формулу 6:

$$N_{\text{п. мостов Ваз 2121-31}} = 1050000/150000 = 7 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{п. мостов Уаз 315-390}} = 1950000/250000 = 8 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{п. мостов Газ 3221-3302}} = 2925000/300000 = 10 \text{ шт./год}$$

Количество условных ремонтов раздаточных КПП:

$$N_{\text{р.КПП}} = L_C/E_{\text{р.КПП}} \quad (7)$$

где: L_C – суммарный годовой пробег автомобиля

$E_{\text{р.КПП}}$ – ресурсный пробег

Подставим ранее полученные данные из формулы 2 в формулу 7:

$$N_{\text{р.КПП Ваз 2121-31}} = 1050000/150000 = 7 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{р.КПП Уаз 315-390}} = 1950000/250000 = 8 \text{ шт./год}$$

$$N_{\text{р.КПП Газ 3221-3302}} = 2925000/300000 = 10 \text{ шт./год}$$

Трудоемкость ремонта двигателя

Настоящие трудоемкости работ (услуг) на техническое обслуживание (ТО) и ремонт автотранспорта разработаны на основании действующей нормативно-технической и технологической документации на ТО и ТР.

Трудоемкость распространяется на работы и услуги по ТО и ТР автомобилей.

Трудоемкость ремонта двигателя по маркам автомобилей:

$$t_{\text{ДВ Ваз 2170-73, Granta}} = 7,9 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Лада xRay, Vesta}} = 4,7 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Ваз 2110-12}} = 7,65 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Ваз 2108-15}} = 7,1 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Ваз 2121-31}} = 11,6 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Газ 3110-105}} = 15,12 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Газ 3221-3302}} = 15,12 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Уаз 315-390}} = 23,22 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{ДВ Mercedes}} = 19,5 \text{ чел.-час}$$

Трудоемкость ремонта КПП по маркам автомобилей:

$$t_{\text{КПП Ваз 2170-73, Granta}} = 5,5 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Лада xRay, Vesta}} = 4,1 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Ваз 2110-12}} = 5,5 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Ваз 2108-15}} = 5,5 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Ваз 2121-31}} = 4,1 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Газ 3110-105}} = 3,51 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Газ 3221-3302}} = 3,51 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Уаз 315-390}} = 3,95 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{КПП Mercedes}} = 6,96 \text{ чел.-час}$$

Трудоемкость ремонта задних мостов по маркам автомобилей:

$$t_{\text{з. мостов Лада xRay, Vesta}} = 4,77 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{з. мостов Ваз 2121-31}} = 3,57 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{з. мостов Газ 3110-105}} = 6,37 \text{ чел.-час}$$

$$t_{\text{з. мостов Газ 3221-3302}} = 6,56 \text{ чел.-час}$$

$$t_{з. мостов \text{ Уаз 315-390}} = 5,18 \text{ чел.-час}$$

$$t_{з. мостов \text{ Mercedes}} = 11,81 \text{ чел.-час}$$

Трудоемкость ремонта передних мостов по маркам автомобилей:

$$t_{п. мостов \text{ Ваз 2121-31}} = 3,57 \text{ чел.-час}$$

$$t_{п. мостов \text{ Уаз 315-390}} = 8,16 \text{ чел.-час}$$

$$t_{п. мостов \text{ Газ 3221-3302}} = 7,79 \text{ чел.-час}$$

Трудоемкость ремонта раздаточных КПП по маркам автомобилей:

$$t_{р.КПП \text{ Ваз 2121-31}} = 2,8 \text{ чел.-час}$$

$$t_{р.КПП \text{ Уаз 315-390}} = 2,34 \text{ чел.-час}$$

$$t_{р.КПП \text{ Газ 3221-3302}} = 3,56 \text{ чел.-час}$$

Расчет годового объема работ

Расчет годового объема работ по ремонту двигателей выполним по формуле 8:

$$T_{дв} = N_{дв} * t_{дв}, \text{ чел.-час} \quad (8)$$

где: $N_{дв}$ – количество двигателей ремонтируемых в автосервисе за год.

$t_{дв}$ – трудоемкость, затраченная на ремонт одного двигателя.

Подставим ранее полученные значения из формулы 3 и приведенной трудоемкости по ремонту двигателей в формулу 8, произведем вычисления:

$$T_{дв \text{ Ваз 2170-73, Granta}} = 34 * 7,9 = 268,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Лада xRay, Vesta}} = 19 * 4,7 = 89,3 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Ваз 2110-12}} = 20 * 7,65 = 153 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Ваз 2108-15}} = 31 * 7,1 = 220,1 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Ваз 2121-31}} = 13 * 11,6 = 150,8 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Газ 3110-105}} = 9 * 15,12 = 136,1 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Газ 3221-3302}} = 13 * 15,12 = 196,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Уаз 315-390}} = 9 * 23,22 = 208,9 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ Mercedes}} = 5 * 19,5 = 97,5 \text{ чел.-час}$$

$$T_{дв \text{ итого}} = 1520,9 \text{ чел.-час}$$

Расчет годового объема работ по ремонту КПП выполним по формуле

9:

$$T_{\text{КПП}} = N_{\text{КПП}} * t_{\text{КПП}}, \text{ чел.-час} \quad (9)$$

где: $N_{\text{КПП}}$ – количество КПП, ремонтируемых в автосервисе за год.

$t_{\text{КПП}}$ – трудоемкость, затраченная на ремонт одной КПП.

Подставим ранее полученные значения из формулы 4 и приведенной трудоемкости по ремонту КПП в формулу 9, произведем вычисления:

$$T_{\text{КПП Ваз 2170-73, Granta}} = 34 * 5,5 = 187 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Лада xRay, Vesta}} = 19 * 4,1 = 77,9 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Ваз 2110-12}} = 20 * 5,5 = 110 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Ваз 2108-15}} = 31 * 5,5 = 170,5 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Ваз 2121-31}} = 13 * 4,1 = 53,3 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Газ 3110-105}} = 7 * 3,51 = 24,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Газ 3221-3302}} = 10 * 3,51 = 35,1 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Уаз 315-390}} = 8 * 3,95 = 31,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Mercedes}} = 5 * 6,96 = 34,8 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{КПП Итого}} = 724,8 \text{ чел.-час}$$

Расчет годового объема работ по ремонту задних мостов (балок) выполним по формуле 10:

$$T_{\text{з. мостов}} = N_{\text{з. мостов}} * t_{\text{з. мостов}}, \text{ чел.-час} \quad (10)$$

где: $N_{\text{з. мостов}}$ – количество задних мостов (балок), ремонтируемых в автосервисе за год.

$t_{\text{з. мостов}}$ – трудоемкость, затраченная на ремонт одного заднего моста.

Подставим ранее полученные значения из формулы 5 и приведенной трудоемкости по ремонту задних мостов в формулу 10, произведем вычисления:

$$T_{\text{з. мостов Лада xRay, Vesta}} = 19 * 4,77 = 90,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{з. мостов Ваз 2121-31}} = 13 * 3,57 = 46,4 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{з. мостов Газ 3110-105}} = 7 * 6,37 = 44,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{з. мостов Газ 3221-3302}} = 10 * 6,56 = 65,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{з. мостов Уаз 315-390}} = 8 * 5,18 = 41,5 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{з. мостов Mercedes}} = 5 * 11,81 = 59,1 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{з. мостов итого}} = 347,8 \text{ чел.-час}$$

Расчет годового объема работ по ремонту передних мостов (балок) выполним по формуле 11:

$$T_{\text{п. мостов}} = N_{\text{п. мостов}} * t_{\text{п. мостов}}, \text{ чел.-час} \quad (11)$$

где: $N_{\text{п. мостов}}$ – количество передних мостов, ремонтируемых в автосервисе за год.

$t_{\text{п. мостов}}$ – трудоемкость, затраченная на ремонт одного переднего моста.

Подставим ранее полученные значения из формулы 6 и приведенной трудоемкости по ремонту передних мостов в формулу 11, произведем вычисления:

$$T_{\text{п. мостов Ваз 2121-31}} = 7 * 3,57 = 25 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{п. мостов Газ 3221-3302}} = 10 * 7,79 = 77,9 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{п. мостов Уаз 315-390}} = 8 * 8,16 = 65,3 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{п. мостов итого}} = 168,2 \text{ чел.-час}$$

Расчет годового объема работ по ремонту раздаточных КПП выполним по формуле 12:

$$T_{\text{р.КПП}} = N_{\text{р.КПП}} * t_{\text{р.КПП}}, \text{ чел.-час} \quad (12)$$

где: $N_{\text{р.КПП}}$ – количество раздаточных КПП, ремонтируемых в автосервисе за год.

$t_{\text{р.КПП}}$ – трудоемкость, затраченная на ремонт одной раздаточной КПП.

Подставим ранее полученные значения из формулы 7 и приведенной трудоемкости по ремонту раздаточных КПП в формулу 12, произведем вычисления:

$$T_{\text{р.КПП Ваз 2121-31}} = 7 * 2,8 = 19,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{р.КПП Уаз 315-390}} = 8 * 2,34 = 18,7 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{р.КПП Газ 3221-3302}} = 10 * 3,56 = 35,6 \text{ чел.-час}$$

$$T_{\text{р.КПП Итого}} = 73,9 \text{ чел.-час}$$

Годовой объем работ по всем видам работ составил: $T_{\Gamma} = 2835,6 \text{ чел.-час}$.

Годовой объем вспомогательных работ.

Работы связанные с техническим обеспечением процесса эксплуатации, их объем составляет 20...30% от общего объема работ.

Объем вспомогательных работ составит:

$$T_{\text{ВСП}} = 2835,6 * 0,2 = 567,12 \text{ чел.-час.}$$

2.3 Расчет численности производственных рабочих

Технологически необходимое число рабочих:

$$P_T = T_T / \Phi_T \quad (13)$$

где: T_T – годовой объем работ по ремонту двигателей, КПП, мостов и раздаточных КПП, чел.-час

Φ_T – годовой номинальный фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе, ч.

В соответствии с ОНТП принимаем $\Phi_T = 2070$ ч. для производства с нормальными условиями труда и 1830 ч. для вредных условий труда соответственно.

Подставим ранее полученные значения из таблиц в формулу 13 и результаты сведем в таблицу 3.

Штатная численность рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{Ш}} = T_T / \Phi_{\text{Ш}} \quad (14)$$

где $\Phi_{\text{Ш}}$ – годовой (эффективный) фонд времени штатного рабочего, ч.

Согласно ОНТП годовой эффективный фонд времени штатного рабочего для маляров составляет 1610 ч., а для всех других профессий – 1810 ч.

Подставим ранее полученные значения в формулу 14 и результаты сведем в таблицу 3.

Таблица 3 - Численность рабочих согласно годовому объему работ

Вид работ	T_T , чел.-час	P_T , чел.		$P_{\text{Ш}}$, чел.	
		расчетное	принятое	расчетное	принятое
Двигатель	1520,9	0,73		0,84	
КПП	724,8	0,35		0,4	
Задний мост	347,8	0,17		0,19	
Передний	168,2	0,08		0,1	

мост					
Раздаточная КПП	73,9	0,04		0,04	
Итого	2835,6	1,37	2	1,57	2

По расчетным данным принимаем число рабочих 2.

2.4 Определение потребности в технологическом оборудовании

Классификация технологического оборудования осуществляется по следующим признакам:

- основное (станочное, демонтажно-монтажное, обкаточно-испытательное и др.);
- комплектное;
- подъемно-осмотровое;
- подъемно-транспортное (подъемники, краны и др.), общего назначения (верстаки, стеллажи и др.);
- складское.

Число единиц основного оборудования по трудоемкости работ:

$$Q_{OB} = \frac{T_{OB}}{D_{РАБ.Г} \cdot T_{СМ} \cdot C \cdot \eta_{OB} \cdot P_{OB}}, \quad (15)$$

где T_{OB} - годовой объём работ по данной группе или виду работ, чел*ч;

P_{OB} - число рабочих, одновременно работающих на данном виде оборудования;

η_{OB} - коэффициент использования оборудования по времени. Для условий АТП $\eta_{OB} = 0,75 - 0,9$.

Подставим ранее полученные значения в формулу 15 и произведем вычисления:

$$Q_{OB} = \frac{2835,9}{247 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1} = 1,79.$$

Принимаем количество станков 2.

2.5 Расчет площади помещения

Расчет площади агрегатного участка производим по формуле 16:

$$F_y = f_{об} \cdot K_{II}, \quad (16)$$

где $f_{об}$ - суммарная площадь горизонтальной проекций по габаритным размерам оборудования, м²;

K_{II} - коэффициент плотности расстановки оборудования. $K_{II} = 3,5$

Расчет суммарной площади горизонтальной проекций по габаритным размерам оборудования выполним по формуле 17:

$$f_{об} = S_x + S_y + \dots + S_i, \text{ м}^2 \quad (17)$$

Где S_x, S_y, S_i – площади оборудования

Вычисляем площадь оборудования по формуле 18:

$$S_x = A * B, \text{ м}^2 \quad (18)$$

Где A – длина оборудования, B – ширина оборудования

Подставим значения из приложения 1 в формулу 18 и произведем вычисления:

$$S_{г. \text{кран}} = 2400 * 845 = 2,028 \text{ м}^2$$

$$S_{г. \text{стойка}} = 570 * 570 = 0,32 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{верстак}} = 1800 * 700 = 1,26 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{св. станок}} = 340 * 518 = 0,18 \text{ м}^2$$

$$S_{г. \text{пресс}} = 460 * 550 = 0,25 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{подъемник}} = 4860 * 3010 = 14,6 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стенд для р/з}} = 940 * 940 = 0,88 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стенд для р/з КПП}} = 950 * 700 = 0,66 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стенд для обкатки}} = 2510 * 845 = 2,12 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{мойка}} = 1720 * 1330 = 2,29 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{компрессор}} = 1590 * 500 = 0,8 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{св. аппарат}} = 255 * 500 = 0,28 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стеллаж для дет./агр.}} = 2000 * 400 = 0,8 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{стеллаж для ин-та}} = 1000 * 300 = 0,3 \text{ м}^2$$

Вычисляем суммарную площадь горизонтальной проекций по габаритным размерам оборудования по формуле 17:

$$f_{об} = 2,028 + 0,32 + 1,26 + 0,18 + 0,25 + 14,6 + 0,88 + 0,66 + 2,12 + 2,290,8 + 0,28 + 0,8 + 0,3 = 26,768 \text{ м}^2$$

Подставим значения в формулу 17 и произведем вычисления:

$$F_y = 26,768 * 3,5 = 93,688 \text{ м}^2$$

2.6 Расстановка оборудования и распределение помещений на площади участка

Исходя из вышесказанного, необходимо составить перечень оборудования, необходимый для нашего агрегатного участка. Для нашего участка понадобится следующий список установок и станков:

1. Кран гидравлический Сорокин 8.3.
2. Стойка гидравлическая ZX0102A.
3. Верстак слесарный Практик 160Sh.
4. Станок сверлильный Hitachi B16RM.
5. Пресс гидравлический Сорокин 7.12.
6. Подъемник электромеханический AE&T F4 50-4.
7. Стенд для р/с ДВС, КПП, мостов P1250.
8. Стенд для обкатки ДВС КС-276-04.
9. Устройство для мойки деталей и агрегатов АПУ-700.
10. Компрессор Remeza СБ 4/ф.
11. Аппарат сварочный NOVA 195.
12. Стеллаж для деталей и агрегатов СГ-400.
13. Стеллаж для инструментов MS.
14. Установка для сбора масла Т-566080.
15. Бак для мусора GMT-120.
16. Стенд для сборки и разборки КПП – разрабатываемый проект.

Все оборудование для агрегатного участка понадобится нам в единичном экземпляре. На рисунке 2.6.1 представлен план расположения данного оборудования (соответствующие им цифры выделены в квадрат). На

мой взгляд, данная расстановка необходимых установок и станков, выглядит наиболее оптимальным.

Распределив по участку необходимые помещения, площадь их будет выглядеть так:

1. Комната мастеров – 4,85 м².
2. Компрессорная – 5,26 м².
3. Электрощитовая – 2,94 м².
4. Обкаточная – 11,17 м².
5. Агрегатный участок – 96 м².

Расположение помещений представлено на рисунке 1 (соответствующие им цифры обведены в круг).

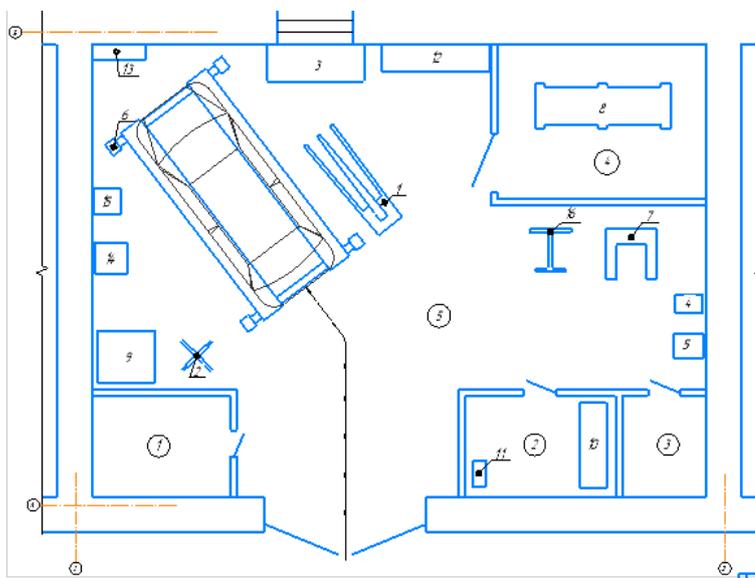


Рисунок 1 – План расположения оборудования и распределение помещений на агрегатном участке

3 Технологическая часть

3.1 Организация технологического процесса на агрегатном участке



Схема организации технологического процесса.

После наружной очистки согласно технологическим картам агрегаты и узлы разбирают на отдельные детали, которые поступают далее в зону мойки. Чистые детали подвергают техническому осмотру и дефектовке, в процессе которой выявляют необходимость ремонта и замены основных деталей. На сборку поступают годные и отремонтированные, а также новые со склада запасных частей. Агрегаты и узлы собираются на специальных стендах, где одновременно выполняют их контроль и регулировку. После сборки агрегаты и узлы, кроме двигателей укладывают на стеллажи готовой продукции.

3.2 Неисправности коробки передач

Основные неисправности КП и способы их устранения представлены в форме таблицы.

Таблица 4 - Неисправности узлов и агрегатов КП и их устранение

Причина неисправности	Способ устранения
<ul style="list-style-type: none"> шум в коробке передач (шум уменьшается или исчезает, если выжать сцепление) 	Проверить уровень, при необходимости долить масло. Проверить, нет ли течи.
Недостаточный уровень масла в картере КП	Продуть сапун
Низкое качество масла. Вода попала в	Произвести замену масла. Броды и

масло (если вода попала в масло, то образуется эмульсия беловатого цвета, это видно на щупе)	огромные лужи следует переезжать осторожно. Прикрепить брызговик двигателя, надеть трубку на сапун КП и вывести ее наверх, в защищенное от брызг место
Износ или повреждение подшипников, зубьев шестерен	Следует заменить изношенные и поврежденные подшипники, шестерни
• передачи включаются с трудом, без посторонних шумов	
Повреждена тяга привода механизма переключения передач	Необходимо выправить или заменить тягу
Ослабли крепежи шарнира или рычага штока выбора передач	Затянуть винты (можно на анаэробном герметике для резьб)
Поломка пластмассовых деталей механизма переключения	Произвести замену детали
Неправильная отрегулирован привод	Произвести регулировку привод
Сломаны пружины механизма выбора передач, деформированы его детали	Заменить пружины, выправить деформированные детали или заменить агрегат в сборе
Ослабление посадок вилок переключения передач на штоке	Подтянуть фиксаторы вилок на штоках
Не затянуты гайки валов КП	Затянуть гайки
• передачи самопроизвольно выключаются	
Повреждение или износ шлицев на муфте, шестерне или ступице синхронизатора	Заменить дефектные детали
Неправильная регулировка привода	Отрегулировать привод
Ослабли пружины в механизме выбора передач, изношены штоки	Заменить изношенные детали
Не затянуты гайки валов КП	Затянуть гайки
Потеряли упругость или разрушились опоры силового агрегата	Заменить опоры
Шум, треск шестерен в момент включения передачи	
Нет масла в картере КП	Долить масло. Проверить, нет ли течи. Продуть сапун
Повреждены подшипники, зубья шестерен	Заменить подшипники, шестерни
Износ кольца синхронизатора включаемой передачи	Заменить кольцо
• шум главной передачи (шум со стороны КП только при движении автомобиля)	
Износ или разрушение подшипников	Заменить разрушенные и изношенные подшипники (даже при минимальном износе). Отрегулировать предварительный натяг подшипников коробки дифференциала
Увеличен зазор в зацеплении шестерен главной передачи, изношены их зубья	Заменить изношенные шестерни
• утечка масла	
Износ сальников: первичного вала, ШРУСов, штока выбора передач, износ уплотнителя вала привода спидометра	Заменить сальники. Продуть сапун КП
Сильный износ, забоины на поверхностях валов, по которым работают сальники	Небольшие повреждения зачистить мелкозернистой шкуркой и заполировать. Устанавливая новый сальник, можно немного недопрессовать его, не допуская

	перекоса (при необходимости подложив дистанционные прокладки толщиной до 1 мм), чтобы кромка сальника работала по неизношенной части вала. При значительных повреждениях - заменить валы и сальники
Большой люфт первичного вала КП	Проверить состояние подшипников вала, их посадочных поверхностей, затяжку гайки. Изношенные детали заменить
Ослабло крепление картера сцепления и крышки КП, повреждена прокладка между их сопрягающимися поверхностями	Подтянуть резьбовые соединения. Заменить прокладку
Неплотно завернуты сливная пробка, датчик заднего хода	Подтянуть сливную пробку, датчик

3.3 Технологическая карта разборки коробки передач

Оборудование и инструменты: съемник для гнезда картера подшипника первичного вала; медная выколотка; молоток; плоскогубцы; отвертка; торцовый ключ 14 мм; гаечные ключи 10,12,14,и 32мм.

Содержание работ:

1. Снять КП с автомобилей ваз 2114.
2. Установка КП производится вертикально вверх. Гайки крепления задней крышки КП, в количестве 6 штук выворачивают.
3. Прежде чем снять с троса сцепления кронштейн необходимо вывернуть болт крепления.
4. С помощью ударов резинового молотка ударами сдвинуть заднюю крышку КП (аккуратно).
5. С картера КП снимаем заднюю крышку.
6. С картера КП снимаем уплотнительную крышку.
7. Третью и четвертую передачу - включить.
8. У вилки 5-й передачи вывернуть болт крепления и включить 5-ю передачу, переместив вниз муфту синхронизатора вместе свилкой так, чтобы шлицы муфты вошли в зацепление с шестерней.
9. Удостовериться в отсутствии проворачивания валов.
10. Вторичный вал КП- выворачиваем гайку.

11. Первичный вал КП – выворачиваем гайку.
12. Поддеть отвертками за ступицу синхронизатор 5-й передачи и снять синхронизатор 5-й передачи вместе свилкой. Вынутьвилку из муфты
13. Синхронизатор 5-й передачи – блокирующее кольцо подлежит снятию.
14. Поддеть отверткой ведомую шестерню 5-й передачи и снять ведомую шестерню с вторичного вала.
15. Игольчатый подшипник – снимаем упорное кольцо.
16. Снять игольчатый подшипник шестерни 5-й передачи.
17. Поддеть отверткой ведущую шестерню 5-й передачи и с первичного вала ведущую шестерню.
18. С помощью ударной отвертки вывернуть четыре винта крепления пластины обоймы подшипников.
19. Снять пластину обоймы подшипников.
20. Поддеть отвертками и снять втулку игольчатого подшипника 5-й передачи с вторичного вала.
21. Снять упорную шайбу с вторичного вала.
22. Снять стопорное кольцо подшипника первичного вала. Для этого нужно поджать одной отверткой стопорное кольцо к кольцу подшипника, а другой отверткой вывести кольцо из канавки.
23. Аналогичным образом снять стопорное кольцо подшипника вторичного вала КП.
24. Вывернуть пробку фиксатора.
25. Осторожно извлечь шарик фиксатора с пружиной. Аналогичным образом извлечь еще 2 фиксатора.
26. Вывернуть 2 болта крепления задней опоры двигателя и снять заднюю опору двигателя.
27. Вывернуть пробку фиксатора заднего хода. Наклонить КП и извлечь шарик фиксатора с пружиной.

28. Вывернуть 12 гаек и болт крепления картера КП к картеру сцепления.
29. С помощью большой отвертки аккуратно разъединить картеры сцепления и КП.
30. Снять картер КП.
31. Вывернуть болт крепления вилки переключения 1-ой и 2-ой передач.
32. Приподнять шток и снять его вместе с вилкой переключения 1-ой и 2-ой передач.
33. Вывернуть болт крепления вилки переключения 3-ей и 4-ой передач.
34. Вывести головку штока из зацепления с рычагом и снять шток вместе с вилкой переключения 3-ей и 4-ой передач.
35. Повернуть шток вилки 5-ой передачи, выведя головку штока из рычага. Вынуть шток.
36. Снять стопорное кольцо.
37. Снять вилку включения заднего хода.
38. Снять шестерню заднего хода с осью.
39. Слегка покачивая, достать одновременно первичный и вторичный валы (при снятии первичного и вторичного валов КП внутренние кольца передних подшипников остаются на валах).
40. Достать ведомую шестерню главной передачи вместе с дифференциалом.
41. Вывернуть 3 болта крепления механизма переключения передач.
42. Снять механизм переключения передач.
43. Аккуратно снять уплотнительную прокладку.
44. Выпрессовать передний подшипник вторичного вала из картера сцепления. Для этого можно использовать лапку съемника или аналогичный инструмент.

45. Выпрессовать сальник, чтобы заменить передний подшипник первичного вала.

46. Выпрессовать подшипник внутрь картера, прикладывая усилие к наружному кольцу подшипника.

47. Вынуть магнит из картера сцепления.

48. Вывернуть гайку крепления корпуса привода спидометра.

49. Поддеть отверткой корпус привода спидометра и снять корпус с ведомой шестерней привода спидометра (если в процессе эксплуатации были замечены следы подтекания масла через отверстие для привода спидометра, заменить резиновое уплотнительное кольцо на корпусе привода спидометра).

50. Вынуть из корпуса привода спидометра ведомую шестерню с валом.

51. Вытолкнуть уплотнительное кольцо из корпуса привода спидометра.

52. Вывернуть из картера КП выключатель света заднего хода.

53. Сдвинуть защитный чехол шарнира тяги привода переключения передач с отбортовки на коробке передач.

54. Снять противоположную кромку защитного чехла с фланца шарнира.

55. Вывернуть болт крепления шарнира к штоку переключения передач и снять шарнир со штока.

56. Снять со штока защитный чехол.

57. Вывернуть болт крепления рычага к штоку переключения передач внутри картера сцепления.

58. Вынуть рычаг и шток из картера сцепления (если в процессе эксплуатации были замечены следы подтекания масла через отверстие в картере сцепления под шток переключения передач, следует заменить сальник штока переключения передач).

59. Осмотреть картеры сцепления и КП, а также заднюю крышку КП. Небольшие повреждения удалить шлифовальной шкуркой. При сильных повреждениях заменить дефектные детали.

60. Проверить посадочные места под подшипники в обоих картерах. На этих поверхностях не должно быть следов износа или повреждения. Если есть повреждения, заменить картеры.

61. Проверить состояние штоков включения передач. Если штоки включения передач погнуты или на штоках появились задиры, заусенцы или выработки лунок под фиксаторы - заменить штоки. Проверить состояние вилок переключения передач. Если вилки переключения передач погнуты, либо изношены лапки, заменить вилки переключения передач.

62. При обнаружении в процессе эксплуатации течи масла через сальники и при износе рабочих кромок сальники необходимо заменить.

63. Проверьте состояние подшипников. При наличии питтинга или в случае повреждения сепараторов подшипники КП необходимо заменить.

64. Заменить поврежденные или сильно обжатые прокладки.

65. Очистить магнит от частиц износа деталей. Если на магните обнаружены трещины или его магнитные свойства ослабли, заменить магнит.

66. Тщательно очистить от старого герметика привалочные поверхности картеров сцепления и КП, задней крышки КП. Собрать КП в порядке, обратном разборке, с учетом следующего.

67. Перед установкой первичного и вторичного валов ввести зубья их шестерен в зацепление и в таком положении установить первичный и вторичный валы в картер сцепления.

68. Обратит внимание, как устанавливаются вилки на штоки переключения передач: 1 - шток с вилкой включения 5-ой передачи; 2 - шток с вилкой включения 3-ей и 4-ой передач; 3 - шток с вилкой включения 1-ой и 2-ой передач. Обильно смазать все трущиеся детали трансмиссионным маслом

4 Конструкторская часть

4.1 Техническое задание

Коробка передач (КП) - механизм, передающий крутящий момент от двигателя к колесам, в результате чего автомобиль приводится в движение. Современные технологии в автомобилестроении позволяют выбирать между четырьмя видами КП – механической, автоматической, роботизированной и вариаторной [1].

В ВКР предложена конструкция передвижного стенда для разборки-сборки КП до 60 кг. Стенд будет оборудован механизмом вращения агрегата. Вращение будет осуществляться ручной силой по средствам шкива с ручкой и червячного редуктора.

В данной работе спроектирован домкрат винтовой. Рассчитаны винт, гайка, корпус винтовой передачи.

Габариты стенда в плане, мм: 950×700 мм. Масса стенда в сборе составляет не более 50 кг.

Разрабатываемый стенд будет максимально универсальным, и при этом лишен основных недостатков стендов, представленных на рынке.

4.2 Техническое предложение

Обоснование необходимости разработки

Производительность труда производственных рабочих и качество выполнения ремонта в большей степени зависит от типа технологического оборудования, используемого на рабочих местах.

При разборке и сборке коробок переключения приходится постоянно поворачивать, выполняя разнообразные операции. Выполнение этих операций с тяжелыми узлами на верстаке не только неудобно, но и

небезопасно. В данном разделе ВКР будет произведен расчет универсальный стенд для разборки и сборки коробок передач.

Для СТО важно, чтоб оборудование было максимально универсально. Разрабатываемый стенд будет возможно использовать для ремонта коробок передач, как легковых автомобилей, так и легких грузовиков.

На данный момент на российском рынке стенда для ремонта КП представлены достаточно скудно.

Основная часть стендов предназначена для ремонта коробок передач больших автомобилей, таких как КамАЗ, МАЗ, ЗИЛ.

Кроме того, все представленные стенды позволяют закреплять КП статично, но не позволяют их вращать.

Все стенды можно разделить на подвижные и стационарные. Конструкция стационарных стендов несколько проще, но исходя из того, что площади помещений СТО необходимо использовать максимально эффективно, более предпочтительно, чтоб стенд был подвижным. Это позволит освобождать производственные площади, когда стенд не используется.

На большинстве стендов КП закрепляется посредством зажимов или винтов.

КП переднеприводных автомобилей с помощью болтов крепится к подвижным захватам. Подвижность захватов позволяет присоединять КП различных автомобилей. После установки КП на стенд, её можно вращать на 360°.

КП заднеприводных автомобилей ВАЗ крепится на специальный кронштейн.

Привод вращающегося механизма ручной, через червячный редуктор. Т.к. червячный редуктор является самотормозящим, то при любом положении КП остается неподвижной.

Стенд является передвижным. Однако перед установкой КП и работой необходимо поставить стенд на тормоз.

Сравнительный анализ разрабатываемого стенда с аналогами

Чтобы лучше понять, каким образом, проектируемый стенд будет лучше существующих уже конструкций, мы проведем сравнительный анализ. Для сравнения стендов берем модели P500E и AE&T 63003.

Достоинства проектируемого стенда: высокая ремонтпригодность; простота изготовления; передвижной; винтовой домкрат для регулировки по высоте; удобство редуктора.

Недостатки: из существенных недостатков разрабатываемого стенда является только то, что стенд неразборный.

Достоинства стенда P500E: только то, что удобен при его эксплуатации. Недостатки: высокая стоимость; не регулируется по высоте; большой вес; стационарный.

Достоинства стенда AE&T 63003: разборный; передвижной; низкая стоимость. Недостатки: не регулируется по высоте; трудно закрепить узел; отсутствие редуктора.

Таким образом, сравнив существующие модели с проектируемой, приходим к выводу, что проектируемая модель является оптимальным вариантом для работы. Основным её преимуществом является наличие винтового домкрата для регулировки стенда по высоте.

Разрабатываемый стенд будет максимально универсальным, и при этом лишен основных недостатков стендов, представленных на рынке.

Общий вид стенда для разборки-сборки коробок передач представлен на рисунке 2.

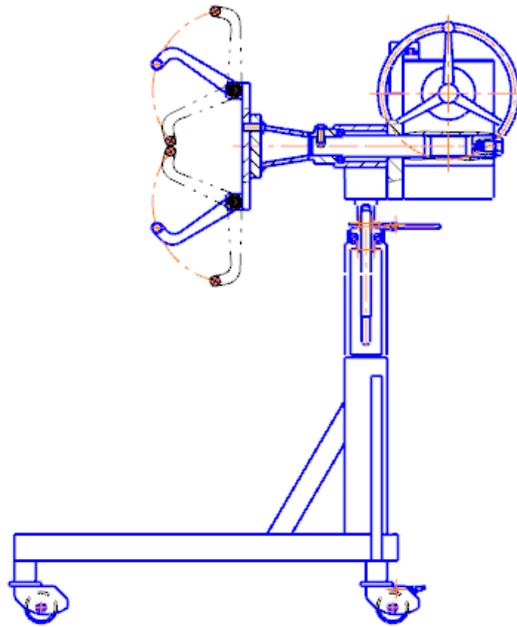


Рисунок 2 - Общий вид станда

4.3 Выбор редуктора

Для выбора редуктора необходимо знать крутящий момент, действующий на выходной вал редуктора.

Крутящий момент можно найти из учета максимальной расчетной нагрузки и плеча нагрузки, которое будет равно половине длины агрегата.

Тогда крутящий момент на выходном валу редуктора будет:

$$M_{кр} = mgl, \text{ Н*м}, \quad (19)$$

где m – максимальная расчетная масса, $m=60$ кг;

l – плечо действия силы, $l=0,25$ м.

Тогда:

$$M_{кр} = 60 * 9,81 * 0,25 = 147,2 \text{ Н*м}$$

В соответствии с моментом в качестве редуктора выбираем одноступенчатый червячный редуктор 2ЧМ-80-25-51-1-У2 [17].

Обозначение редуктора подразумевает следующее:

- 2ЧМ – тип редуктора (червячный одноступенчатый);
- 80 – межосевое расстояние;
- 25 – передаточное отношение редуктора;

- 51 – вариант сборки;
- У2 – климатическое исполнение для умеренного климата.
- максимально допустимый крутящий момент на выходном валу = 210 Н*м;
- КПД редуктора = 79%

4.4 Расчет шлицевого соединения

Шлицы испытывают напряжение смятия и среза.

Напряжение смятия шлицев от сил, действующих по их среднему диаметру:

$$\sigma_{см} = \frac{8 * M_{кр}}{(d_n^2 - d_{вн}^2) * l_{ш} * n_{ш}}, \text{МПа} \quad (20)$$

где d_n и $d_{вн}$ - наружный и внутренний диаметры шлицевого конца вала, м;

$n_{ш}$ - число шлицев;

$l_{ш}$ - длина шлицев, мм.

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение, $[\sigma] = 25 \text{ МПа}$.

Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{8 * 147,2}{(0,04^2 - 0,03464^2) * 0,066 * 25} = 1,81 \text{ МПа} \leq [\sigma_{доп} = 25 \text{ МПа}]$$

Условие выполняется.

Напряжение среза:

$$\tau_{ср} = \frac{M_{кр}}{d_{вн} * b_{ш} * l_{ш} * n_{ш}}, \text{МПа} \quad (21)$$

где $b_{ш}$ - ширина шлицев, мм.

$[\tau]$ – допускаемое напряжение, $[\tau] = 15 \text{ МПа}$.

Условие прочности на срез шлицев:

$$\tau_{ср} = \frac{147,2}{0,03464 * 0,0024 * 0,066 * 25} = 1,071 \text{ МПа} \leq [\tau_{доп} = 15 \text{ МПа}]$$

Условие выполняется [16].

Материал вала: Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

4.5 Расчет вала привода на прочность

Вал рассчитывается по напряжениям кручения:

$$\tau = \frac{16 * M_{кр}}{\pi * d^3}, \text{ МПа} \quad (22)$$

где d - диаметр вала, $d = 40$ мм;

$$\tau = \frac{16 * 147,2}{3,14 * 0,04^3} = 11,7 \text{ МПа.}$$

Предельно допустимое напряжение кручения $[\tau] = 100$ МПа .

$$\tau = 11,7 \text{ МПа} \leq [\tau] = 100 \text{ МПа}$$

Условия выполняются [14].

Материал вала: Сталь 40 ГОСТ 1050-88.

4.6 Определение диаметра колеса

Диаметр колеса для вращения агрегата определяем из условия возможности использования его одной рукой, что задает расчетную нагрузку $Q = 50$ Н.

Расчетная схема колеса представлена на рисунке 3.

Определить необходимый радиус колеса можно по формуле:

$$r_{кол} = \frac{M_{кр}}{i * Q * \eta_{ред}}, \text{ м} \quad (23)$$

где i - передаточное отношение редуктора, $i = 25$;

Q - расчетная нагрузка, Н;

$\eta_{ред}$ - КПД редуктора, $\eta_{ред} = 0,79$.

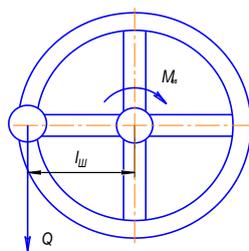


Рисунок 3 - Расчетная схема

Тогда:

$$r_{\text{кол}} = \frac{147,2}{25 * 50 * 0,79} = 0,121 \text{ м}$$

Принимаем радиус колеса. $r_{\text{кол}} = 125 \text{ мм}$

4.7 Расчет захвата

Схема захвата представлена на рисунке 4.

Захват испытывает напряжение изгиба и напряжение кручения. Расчет ведется на сложное сопротивление.

Расчет ведем для наихудшего варианта, т.е. когда вся нагрузка действует на болт крепления захвата к агрегату. Так как захвата два, то нагрузка распределяется на них поровну, т.е.:

$$Q_c = \frac{m * g}{2}, \text{ Н} \quad (24)$$

$$Q_c = \frac{60 * 9,81}{2} = 294,3, \text{ Н}$$

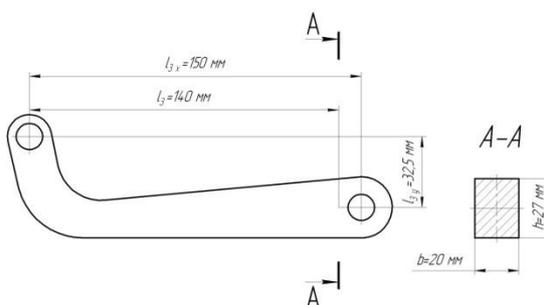


Рисунок 4 - Расчетная схема захвата

Напряжение изгиба в опасном сечении А-А [8]:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{Q_c * l_c}{W_{\text{из}}}, \text{ МПа} \quad (25)$$

где $W_{\text{из}}$ - момент сопротивления изгибу в опасном сечении, м^3 .

Для прямоугольного сечения:

$$W_{\text{из}} = \frac{b * h^2}{6}, \text{ м}^3 \quad (26)$$

Для сечения А-А:

$$W_{\text{из}} = \frac{0,02 * 0,027^2}{6} = 2,43 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Напряжение изгиба:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{294 * 0,14}{2,43 * 10^{-6}} = 16,9 \text{ МПа}$$

Напряжение кручения:

$$\tau = \frac{P * l_y}{W_{\text{кр}}}, \text{ МПа} \quad (27)$$

где $W_{\text{кр}}$ - момент сопротивления кручению в опасном сечении, м^3 :

Для прямоугольного сечения [8]:

$$W_{\text{кр}} = \alpha * b * h^2, \text{ м}^3$$

где α зависит от соотношения сторон h/b , см. табл. 4.7.1

Таблица 5 - Значения коэффициента α

h/b	1,0	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
α	0,208	0,231	0,239	0,246	0,258	0,267

Принимаем ближайшее значение $\alpha = 0,231$. Тогда:

$$W_{\text{кр}} = 0,231 * 0,02 * 0,027^2 = 3,37 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Напряжение кручения будет:

$$\tau = \frac{294 * 0,0325}{3,37 * 10^{-6}} = 2,81 \text{ МПа}$$

Материал захвата - Сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Эквивалентное напряжение $[\sigma_s] = 300 \text{ МПа}$.

Эквивалентное напряжение:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_{\text{ИЗ}}^2 * 4\tau^2}, \quad \text{МПа} \quad (28)$$

Тогда:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{16,9^2 * 4 * 2,8^2} = 17,8 \text{ МПа}$$

Для выбранных размеров захвата условие выполняется:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = 17,8 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{доп}}] = 300 \text{ МПа}$$

4.8 Расчет болтов крепления захватов

Захваты крепятся к планке стенда болтами.

Болты находятся под действием поперечной (по отношению к оси болтов) силы (рисунок 5).

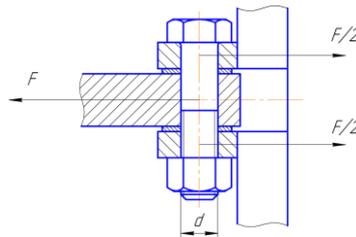


Рисунок 5 - Схема сил, действующих на болт

Срез болта происходит в 2 сечениях, соответственно болт рассчитывается на напряжение среза по формуле:

$$\tau = \frac{F}{2S} \leq [\tau_{\text{нб}}], \text{ МПа}, \quad (29)$$

где F – поперечная сила, действующая на болт, $F=mg/2 = 294 \text{ Н}$;

S - площадь сечения болта, м².

Площадь болта:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (30)$$

где d – диаметр болта, $d=0,014 \text{ м}$.

Площадь сечения:

$$S = \frac{3,14 * 0,014^2}{4} = 1,54 * 10^{-4} \text{ м}^2$$

Допустимое напряжение смятия болта (Сталь 45 ГОСТ 1050-88)

$[\tau_{\text{доп}}] = 15 \text{ МПа}$, тогда условие прочности на смятие по формуле 29 примет вид:

$$\tau = \frac{294}{2 * 1,54 * 10^{-4}} = 1,0 \text{ МПа} \leq [\tau_{\text{доп}}] = 15 \text{ МПа}$$

Условие прочности на срез выполняется.

4.9 Расчет балок тележки станда

Для того чтоб найти силы, действующие на тележку станда, необходимо произвести расчет по схеме, представленной на рисунке 6.

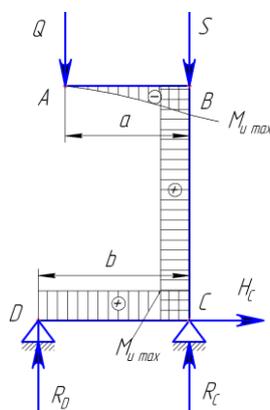


Рисунок 6 - Схема сил

Для расчета тележки станда необходимо найти реакции R_D и R_C .

Сумма всех сил по оси у равна нулю, тогда:

$$Q + S - R_D - R_C = 0, \text{ Н}, \quad (31)$$

где S – вес станда без учета тележки, принимаем $S = 40 \cdot 9,81 = 392 \text{ Н}$;

R_D и R_C - реакции опор.

Сумма моментов в точке С равна нулю, тогда:

$$\sum M_C = R_D * b - Q_a = 0 \text{ Н} \quad (32)$$

Реакция R_D будет:

$$R_D = \frac{Q_a}{b} = \frac{588,6 * 0,4}{0,7} = 336,3 \text{ Н}$$

Зная R_D , найдем реакцию R_C :

$$R_C = Q + S - R_D = 588,6 + 392 - 336,3 = 644,3 \text{ Н}$$

4.10 Расчет короткой балки

На короткую балку тележки стенда действует сила F равная найденной реакции R_D , т.е. $F=336,3$ Н.

Расчетная схема балки представлена на рисунке 7.

Составляя сумму моментов сил относительно точки B , получим:

$$\Sigma M_{\hat{A}} = 2R_A a - Fa = 0, \quad (33)$$

отсюда:

$$R_A = \frac{F}{2}, \text{ Н}, \quad (34)$$

$$R_A = \frac{336,3}{2} = 168,15 \text{ Н}$$

Сумма сил по оси y равна нулю, тогда:

$$R_A + R_B - F = 0, \quad (35)$$

отсюда:

$$R_B = F - R_A, \text{ Н}. \quad (36)$$

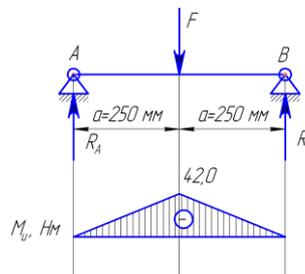


Рисунок 7 - Расчетная схема

Тогда:

$$R_B = 336,3 - 168,15 = 168,15 \text{ Н}$$

Наибольший изгибающий момент имеет место посередине пролета, в опасном сечении, где Q меняет знак:

$$M_{\text{из}} = R_A * a, \text{ Н * м} \quad (37)$$

Изгибающий момент:

$$M_{\text{из}} = 168,15 * 0,25 = 42 \text{ Н * м}$$

Момент сопротивления изгибу для квадратного сечения рассчитывается по формуле:

$$W_{из} = \frac{H^3 * (H - 2 * a)^3}{6}, \text{ м}^3 \quad (38)$$

где H – размер сечения балки, м;

a – толщина стенки балки, м.

Момент сопротивления:

$$W_{из} = \frac{0,04^3 - (0,04 - 2 * 0,004)^3}{6} = 5,2 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Напряжение изгиба в опасном сечении:

$$\sigma_{из} = \frac{M_{из}}{W_{из}}, \text{ МПа} \quad (39)$$

Материал балки - Ст 3 ГОСТ 380-9 1.

Предельное напряжение изгиба $[\sigma_{из}] = 100 \text{ МПа}$

$$\sigma_{из} = \frac{42}{5,2 * 10^{-6}} = 8,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{из}] = 100 \text{ МПа}$$

Условие прочности соблюдается.

4.11 Расчет длинной балки

Длинную балку рассчитываем по тому же принципу, что и короткую.

На длинную балку тележки стенда действует сила F равная найденной реакции R_C , т.е. $F=644,3 \text{ Н}$.

Расчетная схема балки представлена на рисунке 8.

По формуле 34:

$$R_A = \frac{644,3}{2} = 322,15 \text{ Н}$$

По формуле 36:

$$R_B = 644,3 - 322,15 = 322,15 \text{ Н}$$

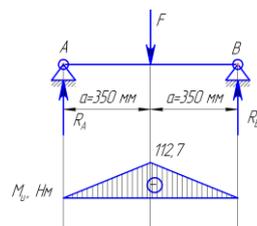


Рисунок 8 - Расчетная схема

Изгибающий момент по формуле 37:

$$M_{\text{из}} = 322,15 * 0,35 = 112,7 \text{ Н * м}$$

Так как размер сечения балки такой же, как и балки короткой, то момент сопротивления изгибу будет равен:

$$W_{\text{из}} = 5,2 * 10^{-6} \text{ м}^3$$

Материал балки - Ст 3 ГОСТ 380-9 1.

Предельное напряжение изгиба $[\sigma_{\text{из}}] = 100 \text{ МПа}$

Условие прочности по формуле (1.23) соблюдается:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{112,7}{5,2 * 10^{-6}} = 21,7 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{из}}] = 100 \text{ МПа}$$

4.12 Расчет винтового домкрата

Основные исходные данные

1. Действующая сила (Н) $F=10000$;
2. Размер H_{max} (мм) $=500$;
3. Ход винта $h=0,4 H_{\text{max}}$;
4. Тип резьбы ГОСТ 9484.

Материалы винта назначаем из качественной стали, а для гайки - из бронзы [2].

Для винта: Сталь 45 ($\sigma_{\text{в}} = 610 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$ $\sigma_{\text{т}} = 360 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$);

Для гайки: БрА9Мц2Л ГОСТ493-41 ($\sigma_{\text{в}} = 400 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$).

Расчёт винта

Главное требование к винтам – прочность:

$$\sigma \leq [\sigma_y] = \varphi[\sigma];$$

$$\lambda \leq [\lambda];$$

Гибкость для грузовых винтов $[\lambda] = 100$. Коэффициент запаса - $\lambda = 90$, $S = 5$. Формула допускаемого напряжения:

$$[\sigma_{сж}] = \frac{\sigma_T}{S} = \frac{360}{5} = 72 \left(\frac{H}{мм^2} \right); \quad (40)$$

а) Условие прочности на сжатия с учётом устойчивости:

$$d = \sqrt{\frac{kF}{0,78 \cdot [\sigma_{сж}] \cdot \varphi \cdot (1 - \alpha^2)}}; \quad (41)$$

где k – коэффициент, учитывающий скручивание тела винта моментом в опасном сечении. Принимаем $k = 1,3$;

φ - коэффициент уменьшения основного допускаемого напряжения, $\varphi = 0,9$;

α - отношение внутреннего диаметра d_0 к внешнему d_1 (для сплошного сечения $\alpha = 0$).

$$d = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 10000}{0,78 \cdot 72 \cdot 0,9}} = 16 мм$$

б) Условие по допускаемой гибкости:

$$d_1 = \frac{\gamma \cdot l}{\theta[\lambda]}, \quad (42)$$

где γ - коэффициент приведённой длины винта, который равен $\gamma = 2$;

θ - коэффициент полноты сечения, $\theta = 0,25$;

l - свободная длина винта, $l = 200 мм$;

$$d_1 = \frac{2 \cdot 200}{0,25 \cdot 100} = 16(мм);$$

в) Износостойкость рабочих поверхностей витков резьбы:

$$d_2 = \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot \psi_H \cdot \psi_h \cdot [q]}} \quad (43)$$

где d_2 – средний диаметр резьбы винта;

$\psi_H = H / d_2$ – коэффициент высоты гайки (для ходовых винтов принимают

конструктивно 1,2...2,5);

H – высота гайки;

$\psi_h = h / P$ – коэффициент высоты резьбы (h – высота профиля резьбы, P – шаг резьбы). Для трапецеидальной резьбы $\psi_h = 0,5$;

$[q]$ – допускаемое удельное давление. $[q] = 10$ МПа;

$$d_2 = \sqrt{\frac{10000}{\pi \cdot 1,3 \cdot 0,5 \cdot 10}} = 22,135 \text{ мм}.$$

По наибольшему диаметру подбираем резьбу (вычисленному по допускаемой гибкости):

Таблица 6 - Параметры резьбы

Шаг резьбы, мм	Резьба трапециидальная ГОСТ 9484 – 73 (рис 1). Диаметр резьбы, мм			
	Винт		Винт и гайки	Гайки
	Наружный d	Внутренний d_1	Средний d_2	Внутренний d_1'
2	24	20,528	22,5	21

Делаем расчёт на условие самоторможение.

Угол подъёма средней винтовой линии резьбы:

$$\psi = \arctg \frac{P \cdot i}{\pi \cdot d_2} = \arctg \frac{2}{\pi \cdot 22,5} = 1^\circ 604' \quad (44)$$

где P – шаг резьбы;

d_2 – средний диаметр резьбы;

i – количество заходов.

Приведенный угол трения: $\rho' = 6^\circ 50'$, $\psi < \rho^0$.

Условие выполнено.

Дальше выполняем проверку винта на прочность в опасном сечении:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau_{кр}^2} \leq \varphi[\sigma], \quad (45)$$

$$\sigma_{сж} = \frac{F}{A} \quad (46)$$

Подставим данные в формулу:

$$\sigma_{сж} = \frac{10000}{0,78 \cdot 20,528^2} = 30,42 \text{ МПа}$$

$$\tau_{кр} = \frac{T_{ен}}{W_p} \quad (47)$$

Подставим данные в формулу:

$$\tau_{кр} = \frac{T_{ен}}{W_p} = \frac{T_{ен}}{0,2d_1^3} = \frac{F \cdot d_2 \cdot \text{tg}(\psi + \rho')}{2 \cdot 0,2 \cdot d_1^3} = \frac{10000 \cdot 22,5 \cdot \text{tg}(1^\circ 6' + 6^\circ 50')}{2 \cdot 0,2 \cdot 20,528^3} = 12,031 \frac{H}{\text{мм}^2} \quad (48)$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{30,42^2 + 4 \cdot 12,031^2} \leq 38,78 \text{ (МПа)},$$

$$T_{ен} = p \cdot \frac{d_2}{2} \text{tg}(1^\circ 6' + 6^\circ 50') \quad (49)$$

$$T_{ен} = 10000 \cdot \frac{22,5}{2} \cdot \text{tg} 8^\circ 1' = 20814,5 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$\sigma_{np} < 0,6 \cdot [\sigma] \Rightarrow 38,78 < 0,6 \cdot 72 = 43,2 \text{ (МПа)}$$

Условие выполнено [19].

Расчет пяты

Осевую нагрузку вращающийся винт воспринимает посредством упорного подшипника-пяты. В качестве материала для изготовления сферической пяты скольжения принимаем сталь ШХ15, которая имеет HRC=59.

Определим радиус сферы из уравнения Герца:

$$\sigma_H = 0,388 \cdot \left(P \cdot \frac{E^2}{R^2} \right)^{1/3} \leq [\sigma_H] ; \quad (50)$$

$$\sigma_H = 0,388 \cdot \left(10000 \cdot \frac{4 \cdot 10^{10}}{30^2} \right)^{1/3} = 3231,61 < 4720 \text{ МПа};$$

$$\Rightarrow R = 30 \text{ мм},$$

где $[\sigma_H] = (30 \dots 80) \text{ НРС}$.

Расчет на проверку прочности:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4\tau_{кр}^2} \quad (51)$$

Значение $\sigma_{сж}$ было получено ранее и составляет 30,42 МПа. Определим скручивающее напряжение. Для этого определим значение $M_{тр}$ в месте контакта:

$$M_{тр} = \frac{2}{3} \cdot P \cdot fa \quad (52)$$

где a - радиус площадки контакта:

$$a = 0,88 \cdot \left(\frac{P \cdot 2R}{E} \right)^{1/3} \quad (53)$$

Подставим данные в формулу:

$$a = 0,88 \cdot \left(\frac{10000 \cdot 2 \cdot 30}{2 \cdot 10^5} \right)^{1/3} = 1,385 \text{ мм}$$

Полученные данные подставим в формулу 52:

$$M_{тр} = \frac{2}{3} \cdot 10000 \cdot 0,12 \cdot 1,385 = 1440,4 \text{ Нмм}$$

Условие прочности запишем в виде:

$$[\sigma] \varphi > \sigma_{пр}$$

$$\varphi = 0,6,$$

имеем в виду, что $\sigma_{пр}$ не должно превышать величины в 43,2 МПа.

Проверим это:

$$\tau_{кр} = \frac{M_{пр} + M_{вн}}{0,2 \cdot d_1^3}, \text{МПа} \quad (54)$$

Подставим данные в формулу:

$$\tau_{кр} = \frac{1440,4 + 20814,5}{0,2 \cdot 20,528^3} = 13,2 \text{МПа}$$

Подставим полученные данные в формулу 51:

$$\sigma_{пр} = \sqrt{30,42^2 + 4 \cdot 13,2^2} = 40,3 \text{МПа} < 43,2 \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right).$$

Условие выполняется.

Расчет гайки

Основное требование к материалу износостойкость. Принимаем, что гайка изготовлена из оловянистой бронзы БрА9Мц2Л ГОСТ493-41 ($\sigma_{в} = 400 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$);

Основное требование к конструкции - равномерное распределение нагрузки.

В гайке рассчитывают резьбу (на изгиб, срез и удельное давление), основные её размеры (H, D), а также отдельные элементы (посадка в корпус, упорный буртик Δ, фиксирующие детали и др.).

Тело гайки подвергается кручению и сжатию. Наружный диаметр тела гайки D_H определяется из условия прочности:

$$F \cdot k = 0,78 \cdot (D^2 - d^2) [\sigma] \quad (55)$$

где k – коэффициент, учитывающий скручивание тела гайки, k=1,3;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение сжатие или растяжении

$[\sigma] = (0,15 \dots 0,3) \sigma_{в}$, $[\sigma] = 75$.

$$D = \sqrt{\frac{Fk}{0,78 \cdot [\sigma]} + d^2} \quad (56)$$

$$D = \sqrt{\frac{10000 \cdot 1,3}{0,78 \cdot 75} + 24^2} = 29,409(\text{мм}).$$

Наружный диаметр принимаем $D = 30 \text{ мм}$, диаметр мал поэтому назначаем его конструктивно $D = d + 4 \cdot P = 24 + 8 = 32(\text{мм})$.

Число витков определяем из уравнения:

$$z = \frac{P}{[P] \cdot 0,78 \cdot [d^2 - (d_1')^2]}; \quad (57)$$

$$z = \frac{10000}{10 \cdot 0,78 [24^2 - 21^2]} = 29,869.$$

Высота гайки:

$$H = z \cdot P$$

$$H = 30 \cdot 2 = 60(\text{мм}).$$

Проверка на прочность. Исходя из условия прочности витка на срез:

$$[\sigma_u] = 0,25 \cdot \sigma_B, \quad \frac{H}{\text{мм}^2} \quad (58)$$

$$[\sigma_u] = 0,25 \cdot 300 = 75 \left(\frac{H}{\text{мм}^2} \right);$$

$$[\sigma_{CM}] = 2[\sigma_{II}] \quad (59)$$

$$[\sigma_{CM}] = 2 \cdot 75 = 150 \left(\frac{H}{\text{мм}^2} \right);$$

$$[\tau_{cp}] = 0,6[\sigma_{II}] = 45 \left(\frac{H}{\text{мм}^2} \right);$$

а) Проверка на срез:

$$\tau_{cp} = \frac{F}{h_0 \cdot \pi \cdot d \cdot z}, \text{ МПа} \quad (60)$$

$$\tau_{cp} = \frac{10000}{\pi \cdot 1 \cdot 24 \cdot 30} = 5,747 \left(\frac{H}{\text{мм}^2} \right) < [\tau_{cp}] = 45 \text{ МПа},$$

где h_0 – ширина витка в корневом сечении резьбы:

$$h_0 = 0,5 \cdot P = 0,5 \cdot 2 = 1(\text{мм}),$$

б) Проверка на изгиб:

$$\sigma_u = \frac{3 \cdot p \cdot h_1^2}{h_0^2}, \text{ МПа} \quad (61)$$

$$\sigma_u = \frac{3 \cdot 7,965 \cdot (1,02)^2}{1} = 24,86 \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \right) < [\sigma_u] = 150 \text{ МПа}$$

где p – равномерно распределенная нагрузка:

$$p = \frac{P}{z \cdot 0,78 \cdot [d^2 - (d_1')^2]}; \quad (62)$$

$$p = \frac{10000}{30 \cdot 0,78 \cdot [24^2 - 21^2]} = 7,965.$$

Условия выполняются.

Размер заплечика Δ определяем из условия смятия материала гайки под действием силы F по уравнению:

$$\pi \cdot D \cdot \Delta \cdot [\sigma_{CM}] = F \quad (63)$$

Выражаем из формулы 63 размер заплечика Δ :

$$\Delta = \frac{F}{\pi D_H [\sigma_{CM}]}, \text{ мм} \quad (64)$$

$$\Delta = \frac{F}{\pi D_H [\sigma_{CM}]} = \frac{10000}{\pi \cdot 32 \cdot 150} = 0,862 \text{ мм}$$

Из конструкторских соображений принимаем $\Delta = 4$ мм.

Высоту заплечика $h_{зан}$ определяется из условия изгиба под действием нагрузки F , без учёта запрессовки и трения на поверхности гайки, по уравнению:

$$h = \sqrt{\frac{6P\Delta}{\pi D [\sigma_{II}]}} \text{, мм} \quad (65)$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 10000 \cdot 4}{\pi \cdot 32 \cdot 150}} = 4,549 \text{ мм} \approx 6 \text{ мм}.$$

Расчет штифта выполним из условия его среза по сечению d_0 или смятия поверхности $A_{CM} = d_0 \cdot l$ под действием момента винтовой пары:

$$F_{cp} = \frac{2T_{\text{вн}}}{D_H}, \text{ Н} \quad (66)$$

$$F_{cp} = \frac{2 \cdot 20814,5}{32} = 1300,9 \text{ Н}.$$

$$\tau_{cp} = \frac{4F_{cp}}{\pi d_0^2} \leq [\tau_{cp}] \Rightarrow d_0 = \sqrt{\frac{4F_{cp}}{\pi[\tau_{cp}]}} \text{, мм} \quad (67)$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 1300,9}{3,14 \cdot 45}} = 7,1 \text{ мм}.$$

Принимаем d_0 равный 8 мм. Проверим выполнение условия прочности при работе на смятие:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{A_{см}} \leq [\sigma_{см}] \Rightarrow l = \frac{P}{[\sigma_{см}]d_0} \text{, мм} \quad (68)$$

$$\sigma_{см} = \frac{10000}{150 \cdot 8} = 8,33 \text{ мм}$$

Принимаем из конструктивных соображений $l = 10 \text{ мм}$.

По справочнику подбираем штифт: Штифт 8Г×10 ГОСТ 3128-70.

Расчёт рукоятки

В переносных винтовых механизмах чаще всего применяются перекидные рукоятки либо рукоятки с трещотками.

Материал рукоятки Сталь 5: $\sigma_B = 550 \text{ МПа}$, $\sigma_T = 270 \text{ МПа}$

Длина рукоятки l_P определяется по формуле:

$$l_P = \frac{M_{\text{вн}}}{Q} \text{, мм} \quad (69)$$

$$l_P = \frac{208145}{150} = 138,6773 \text{ мм},$$

где $Q = 150 \text{ Н}$.

Длину рукоятки принимаем: $l_P = 140 \text{ мм}$

Диаметр рукоятки определяется из условия прочности на изгиб:

$$d_P = \sqrt[3]{\frac{Q \cdot l}{0,1 \cdot [\sigma_H]}} \quad (70)$$

$$[\sigma_H] < 0,2 \cdot \sigma_T; [\sigma_H] = 50 \text{ МПа};$$

$$d_P = \sqrt[3]{\frac{150 \cdot 150}{0,1 \cdot 50}} = 7,66 \text{ мм}.$$

Диаметр рукоятки принимаем: $d_P = 8$ мм

Проверим прочность материала:

$$\sigma_{см} = \frac{6 \cdot (M_{ВП})}{d_P \cdot D^2} + \frac{Q}{d_P \cdot D} = \frac{6 \cdot (20814,5)}{18,32^2} + \frac{150}{18,32} = 12,293 \text{ МПа} < [\sigma_{см}] \quad (71)$$

Условия выполняются.

Расчет и разработка корпуса механизма

Корпус домкрата выполняют литым из чугуна с толщиной стенки $\delta = 8 \dots 10$ мм.

Корпус домкратов для обслуживания изделий представляет собой пространственную конструкцию, из стальных (25ХГС, 30ХГС) или дюралевых (Д-16) труб или уголков.

Тогда:

$$\sigma = \frac{F}{\pi \cdot \delta \cdot D_{k2}}, \text{ МПа} \quad (72)$$

$$\sigma = \frac{10000}{\pi \cdot 8 \cdot 75} = 5,305 \text{ МПа}$$

$$\tau_{кр} = \frac{T_{en}}{0,2 D_{k2}^3 (1 - \alpha_2^4)}, \text{ МПа} \quad (73)$$

$$\tau_{кр} = \frac{20814,5}{0,2 \cdot 75^3 (1 - 0,75_2^4)} = 23,303 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}, \text{ МПа} \quad (74)$$

$$\sigma_{np} = \sqrt{5,305^2 + 23,303^2} = 23,899 \text{ МПа} < [\sigma].$$

Опорная плита домкрата квадратная. Её площадь подбирается из условия смятия материала, на который устанавливается домкрат. Для дерева $[\sigma_{см}] = 1...2$ МПа:

$$S_n = \frac{F}{[\sigma_{см}]}, \text{ мм}^2 \quad (75)$$

$$S_n = \frac{10000}{[2]} = 5000 \text{ мм}^2, \text{ необходимый диаметр } 79 \text{ мм.}$$

Толщина плиты принимается равной $h = 2 \cdot \delta = 16 \text{ мм}$, проверяется по условию прочности на изгиб:

Для круглой плиты:

$$S_x = \frac{2}{3} ab, \text{ мм}^2 \quad (76)$$

$$S_x = \frac{2}{3} \cdot 45 \cdot 135 = 4050 \text{ мм}^2,$$

$$R = S_x q, \text{ Н*мм} \quad (77)$$

$$R = 4050 \cdot 5 = 2,025 \cdot 10^4 \text{ Н*мм}^2,$$

$$M = R \cdot \frac{d}{2}, \text{ Н*мм} \quad (78)$$

$$M = 2,025 \cdot 10^4 \cdot \frac{55}{2} = 5,569 \cdot 10^4 \text{ Н*мм},$$

$$W_{hx} = \frac{b \cdot h^2}{6}, \text{ мм}^3 \quad (79)$$

$$W_{hx} = \frac{45 \cdot 16^2}{6} = 1,92 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_u = \frac{M}{W_{hx}}, \text{ МПа} \quad (80)$$

$$\sigma_u = \frac{5,569 \cdot 10^4}{1,92 \cdot 10^3} = 290,03 < 300 \text{ МПа} = [\sigma].$$

КПД механизма

КПД винтовой пары скольжения определяется по формуле:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}(\psi)}{\operatorname{tg}(\psi + \rho')} \quad (81)$$

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}(1^{\circ}6')}{\operatorname{tg}(1^{\circ}6' + 3^{\circ}30')} = 0,326$$

Таким образом, $\eta = 0,326 = 32,6 \%$.

КПД механизма:

$$\eta = \frac{F \cdot P}{2\pi \cdot (M_{B.П} + M_{П})} \quad (82)$$

$$\eta = \frac{10000 \cdot 2}{2\pi \cdot (20814,5 + 1404,4)} = 0,372;$$

$\eta = 37,2\%$.

4.13 Техническое обслуживание и безопасность работы на стенде

Во избежание коррозии, все детали стенда, кроме резьбовых и отверстий под болты, следует покрыть краской марки ПФ. В процессе эксплуатации регулярно подкрашивать места сколов краски. В редуктор залить масло индустриальное И-8А по ГОСТ 20799-88. Уровень масла в редукторе проверять не реже, чем раз в год. При необходимости долить.

После сборки стенда необходимо смазать оси колес, а так же оси опор консистентной смазкой Литол 24 ТУ-0254-116-04001396-05. Повторную смазку осей производить ежегодно. Не реже одного раза в месяц проверять надёжность крепления и затяжку всех резьбовых соединений стенда. Ослабленные соединения подтянуть.

Перед началом работ с агрегатом, стенд необходимо поставить на тормоз. Перед установкой КПП на стенд необходимо убедиться в отсутствии трещин и обломов в отверстиях под болты, в противном случае отверстия могут не выдержать и КПП может упасть, причинив травму работающему.

Стенд рассчитан на усилие 50 Н на рукоятке колеса при вращении, если при работе приходится применять чрезмерное усилие, то необходимо проверить работоспособность редуктора.

5 Безопасность жизнедеятельности и экологическая безопасность на агрегатном участке

5.1 Анализ деятельности на агрегатном участке по обеспечению безопасности жизнедеятельности

На агрегатном участке ответственность за соблюдением охраны труда возложена на управляющего, так как введение должности специалиста по охране труда при численности работников менее 50 человек необязательно. Управляющему необходимо пройти обучение по программе «Охрана труда для руководителей и специалистов», если у него отсутствует высшее образование по данной специальности [6].

В обязанности руководителя входит:

- организовывать и контролировать работу по специальной оценке условий труда и сертификации производственного оборудования на соответствие требованиям охраны труда;
- участвовать в разработке комплекса мероприятий по предупреждению и предотвращению профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве;
- контролировать своевременность проведения необходимых испытаний и технических освидетельствований состояния оборудования, машин и механизмов, соблюдение графиков замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, выполнение предписаний государственной инспекции Труда и контроля за соблюдением действующих норм, правил и инструкций по охране труда, стандартов безопасности труда;
- проводить вводный и первичный, повторный, внеплановый, целевой инструктажи по охране труда. Вводный и первичный инструктажи необходимо проводить при приеме человека на работу, повторный – не реже 1 раза в 6 месяцев, внеплановый, целевой в том случае, если работа персонала выходит за рамки рабочих моментов, не связанных со

специальностью рабочего. Проведение инструктажей фиксируется в специальных журналах (для каждого инструктажа заводится свой журнал);

- соблюдать установленные правила внутреннего распорядка, положения и требования должностной инструкции, поддерживать уровень квалификации;

- составлять отчетность по охране труда в необходимые сроки, согласно соответствующим правилам;

Для необходимости выполнения всех правил и стандартов по охране труда, ежегодно будут выделяться денежные средства на мероприятия по охране труда и противопожарной безопасности, на приобретение средств индивидуальной защиты. Структура затрат представлена в таблице 7.

Таблица 7 - Структура затрат на выполнение мероприятий по охране труда и противопожарной безопасности.

№ п/п	Статьи затрат	Сумма затрат (тыс. руб.)
1	Улучшение условий труда и производственного быта.	50
2	Приобретение спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты.	130
3	Автоматическая пожарная сигнализация – обслуживание	240
4	Другое - материалы (огнетушители, знаки пожарной безопасности) - ремонт кабинетов, раздевалок и комнат отдыха (в соответствии с требованиями стандартов, ППБ 001),затраты на СОУТ (1 раз в 4 года)	60 560
5	Портативные противогазоаэрозольные респираторы (для снижения риска химического и биологического поражения)	50
	Итого	1090

5.2 Требования охраны труда при выполнении работ на агрегатном участке

Требования безопасности перед началом работы

Используйте специальную одежду и средства индивидуальной защиты, предусмотренные для работы. Одежда должна быть застегнута и заправлена, брюки должны быть поверх обуви, а рукава должны быть застегнуты.

Весь инструмент должен быть проверен, а неисправный инструмент должен быть заменен.

Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и болтов и не иметь трещин и зазубрин, плоскости устья ключей должны быть параллельны и не должны быть свернуты.

Лопастни отверток по толщине должны соответствовать ширине паза в головке винта.

Все приспособления и инструменты, необходимые для выполнения работ, должны использоваться строго по назначению, и их следует размещать в легкодоступных местах таким образом, чтобы исключалась возможность его случайного перемещения или падения.

Требования безопасности во время работы

При мойке агрегатов и деталей автомобилей необходимо соблюдение следующих требований:

- детали двигателей, работающих на этилированном бензине, разрешается мыть только после нейтрализации отложений тетраэтилсвинца керосином или другими нейтрализующими жидкостями;
- концентрация щелочных растворов должна быть не более 2 - 5%;
- после мойки щелочным раствором обязательна промывка горячей водой;
- агрегаты и детали массой более 30 кг, необходимо доставлять на пост мойки и загружать в моечные установки механизированным способом (для большинства агрегатов и деталей можно использовать проектируемый

стенд).

Моечные ванны с керосином и другими моющими средствами, предусмотренными технологией, по окончании мойки необходимо закрывать крышками, во избежание попадания в них мусора, а также предотвращения случайной их утечки.

Стенки моечных ванн, камер, установок для мойки деталей и агрегатов должны иметь теплоизоляцию, ограничивающую температуру нагрева наружных стенок не выше 50 град. С.

Уровень моющих растворов в загруженной моечной ванне должен быть на 10 см ниже ее краев.

Установки для мойки деталей, узлов и агрегатов должны иметь блокирующее устройство, отключающее привод при открытом загрузочном люке.

Категорически, не допускается пользоваться открытым огнем в помещении мойки горючими жидкостями, применять бензин для протирки АТС и мойки деталей, узлов и агрегатов.

По окончании работы мойщик должен вымыть руки с мылом, принять душ.

При техническом обслуживании и ремонте автомобилей повесить на рулевое колесо или рычаги машины табличку «Двигатель не запускать работают люди!»;

Выполнять работы техническому обслуживанию и ремонту при не работающем двигателе (кроме случаев обязательно работающего двигателя);

Не производить работы на отдельных узлах машин, оснащенных устройствами закрепления;

Опустить на опоры или заблокировать сборочные единицы машин, агрегатов, которые могут перемещаться под действием собственной массы, а также подложить под колеса машины противооткатные упоры (башмаки);

Не хранить на рабочем месте легко воспламеняющиеся жидкости и обтирочный материал;

Домкраты следует устанавливать на прочную и устойчивую деревянную подкладку. Высота подъема домкрата должна соответствовать необходимой высоте подъема машины и ее частей. После подъема машины домкратами следует подставлять козелки. Работать под машиной поднятой только домкратом, но не установленной на козелки, запрещается.

При работе с кран-балкой запрещается находиться непосредственно под грузом и балкой.

Запрещается загромождать проходы между оборудованием и выходом из помещения.

Слив масла из агрегатов машины производится только в специальную тару. Случайно пролитое на пол масло или оброненный солидол следует немедленно засыпать опилками или сухим песком и собрать в специально отведенное место.

Разборку и сборку колес следует производить на стенде или ровной чистой площадке. Накачивать шины колес только при наличии ограждения или страхующего устройства.

Производить осмотр машин на электромеханическом подъемнике следует в защитных очках.

При сметании стружки и пыли с верстака или деталей следует пользоваться волосяной щеткой и защитными очками. Запрещается сдувать сжатым воздухом металлическую стружку (опилки).

При осмотре машин пользоваться переносной электролампой напряжение не выше 42В, а при повышенной влажности - не выше 12В.

Пользоваться открытым огнем при осмотре машин не разрешается.

К работе с электрифицированным инструментом допускаются слесари, имеющие 2 квалификационную группу по электробезопасности.

Требования безопасности по окончании работ

Отключить от сети применяемый в работе электроинструмент.

Привести в порядок рабочее место, убрать инструмент, приспособления и материалы в специально отведенные места.

Снять средства индивидуальной защиты и убрать их в предназначенное место. Своевременно сдавать спецодежду и другие средства индивидуальной защиты в химчистку (стирку) и ремонт.

Вымыть руки теплой водой с мылом [8].

5.3 Требования безопасности при работе на стенде для разборки и сборки коробки передач

Требования безопасности перед началом работы

Надеть специальную одежду и застегнуть манжеты рукавов. Осмотреть и подготовить свое рабочее место, убрать все лишние предметы, не загромождая при этом проходы.

Проверить наличие и исправность инструмента, приспособлений, стенда при этом:

- гаечные ключи не должны иметь трещин и забоин, губки ключей должны быть параллельны и не закатаны;
- раздвижные ключи не должны быть ослаблены в подвижных частях;
- слесарные молотки и кувалды должны иметь слегка выпуклую, не косую и не сбитую поверхность без трещин и наклепа бойка, надежно укреплены на рукоятках путем расклинивания завершенными клиньями;
- рукоятки молотков и кувалд должны иметь гладкую поверхность;
- ударные инструменты (зубила, крейцмейсели, бородки, керны и пр.) не должны иметь трещин, заусенцев и наклепа. Зубила должны иметь длину не менее 150 мм;
- напильники, стамески и прочие инструменты не должны иметь заостренную нерабочую поверхность, быть надежно закреплены на деревянной ручке с металлическим кольцом на ней;
- электроинструмент должен иметь исправную изоляцию

токоведущих частей и надежное заземление.

Проверить состояние пола на рабочем месте. Пол должен быть сухим и чистым. Если пол мокрый или скользкий, протереть или посыпать опилками.

Перед использованием переносного светильника проверить, есть ли на лампе защитная сетка, исправность шнуров и изоляционной резиновой трубки.

Переносные светильники должны включаться в электросеть с напряжением не выше 42 В.

Требование безопасности во время работы

Слесарь должен производить работы, строго придерживаясь технологического процесса. На каждую КП должно быть получено задание с указанием технологии работ.

Перед монтажом КП следует проверить исправность стенда, наличие необходимой оснастки.

После монтажа КП на стенд слесарь должен проверить правильность всех соединений и готовность стенда к проведению работ.

После окончания работ, при демонтаже КП со стенда, слесарь одновременно производит проверку состояния стендовых систем, оборудования, аппаратуры и трубопроводов, а также следит за размещением датчиков, приспособлений и другой стендовой оснастки.

При монтаже и демонтаже КП, нужно тщательно следить за своевременным снятием и установкой всех заглушек, чтобы вовнутрь КП не попали посторонние предметы.

Перед началом работ, слесарь должен убедиться в том, что в зоне проведения работ нет посторонних людей, противопожарные средства исправны, а также другие средства безопасности (включение вентиляции).

Поднимать груз более 20 кг только с использованием подъемно-транспортного оборудования.

При перемещении деталей и агрегатов в ручную соблюдать осторожность, так как деталь или агрегат может мешать обзору пути

движения, отвлекать от наблюдения за движением и создавать неустойчивое положение тела.

Удалять разлитое масло или топливо с помощью песка и опилок, которые после использования следует ссыпать в металлические ящики с крышками, устанавливаемые вне помещений.

Во время работы располагать инструмент так, чтобы не возникала необходимость тянуться за ним.

Правильно подбирать размер гаечного ключа преимущественно пользоваться накидными и торцовыми ключами. Правильно накладывать ключ на гайки, не поджимать гайку рывком.

Подключать электроинструмент к сети только при наличии исправного штепсельного разъема.

При прекращении подачи электроэнергии или перерыве в работе отсоединить электроинструмент от электросети.

Удалить пыль и стружку с верстака.

Использованный обтирочный материал убрать в специально установленные для этой цели металлические ящики и закрыть крышкой.

Требования безопасности по окончании работы

Выключить оборудование, привести в порядок рабочее место, убрать инструмент, приспособления, очистить станок от грязи, вытереть и смазать трущиеся части станка, сложить готовые изделия, заготовки, другие материалы и индивидуальные средства защиты на отведенные для них места;

Спецодежду и спецобувь положить в личный шкаф для спецодежды, в случае ее загрязнения сдать в стирку (заменить);

Вымыть руки и лицо водой с мылом или принять душ.

5.4 Экологическая безопасность на агрегатном участке

Воздействие транспортных средств на окружающую среду на всех этапах их жизненного цикла, от добычи сырья, обработки, производства,

эксплуатации, технического обслуживания и до утилизации машин, конструкций и удаление отходов. На каждом из этих этапов земля отчуждается, материалы расходуются, энергия расходуется, воздух, вода и почва загрязняются вредными и токсичными веществами, отходами, виброакустическим и электромагнитным излучением [10].

Шум - любой нежелательный звук или комбинация звуков, которые негативно влияют на организм человека. В транспортном комплексе источником шума являются процессы механического, аэродинамического, электромагнитного, гидродинамического происхождения. Основные источники шума: шум от вибрации частей тела, систем газообмена, охлаждения деталей, агрегатов трансмиссии, аэродинамического шума, шума автомобиля. Уровень шума работающего двигателя 104-120 дБ. Тогда как безопасный шум считается до 60 дБ.

Вибрация: движение точки или механической системы под воздействием любой внешней силы, с которой происходят колебания скалярных величин, которые ее характеризуют. Основные источники вибрации: технологическое оборудование, силовые установки, транспортные средства. Вибрации вызывают звуковые колебания, которые разрушают здания и сооружения.

Таблица 8 - Содержание вредных веществ в отработавших газах

Вредное вещество ОГ	Содержание в ОГ ДВС	
	Дизели	Бензиновые
Оксид углерода	0,005-0,5 об. %	0,25-10 об. %
Оксиды азота в пересчете на азот	0,004-0,5 об. %	0,01-0,8 об. %
Сернистый ангидрид	0,003-0,05 об. %	-
Углеводороды в пересчете на углерод	0,01-0,5 об. %	0,27-0,3 %
Бенз(а)пирен	До 10 мкг/м ³	До 20 мкг/м ³
Сажа	До 1,1 г/м ³	До 0,4 г/м ³
Соединения свинца	-	Выбрасывается до 85 % соединений свинца (от количества введенного в бензин с ТЭС)

Устройства генерирующие, передающие и пользующие электрическую энергию в транспортном комплексе, создают в окружающей среде электромагнитные поля. Основным источником низкочастотных электромагнитных колебаний являются воздушные линии электропередач, системы транспортных средств (электрооборудования, зажигания, управления, безопасность и т.д.).

Основными процессами при воздействии на окружающую среду являются: горение, термогазодинамические процессы в двигателях, каталитическая нейтрализация, абсорбция, испарение, потери топлива эксплуатационных жидкостей, лакокрасочных и других материалов при обслуживании и ремонте автомобилей; износ деталей, узлов машин (выбросы частиц конструкционных материалов); пластическая деформация, механическая, электромеханическая обработка материалов, очистка деталей; виброакустическое излучение движущихся объектов транспорта, электромагнитное излучение электрических машин и электронных устройств; ландшафтные нарушения.

Для того чтобы работа транспортных средств была восстановлена выполняют следующие операции:

- контрольно- регулировочные;
- фиксация, крепление;
- подъемно-транспортные;
- сборка и разборка.

Данный вид работ относится к категории, которая осуществляет негативное влияние на загрязнение окружающей среды.

Классификация данных процессов характеризуется регламентом работ, надежностью, номенклатурой, расходниками а ремонтно-эксплуатационные нужды, квалификации ремонтных рабочих, условиями труда, обеспечением средствами безопасности [7].

6 Технико-экономическая оценка проекта

6.1 Резюме проекта

Цель проекта: создание агрегатного участка по ремонту легковых автомобилей. Данная глава ВКР представляет собой подробный расчет единовременных и текущих затрат, планируемой выручки от вновь создаваемой деятельности. Все это позволит рассчитать прибыль, сроки окупаемости и целесообразность инвестиционного проекта.

Проект будет инвестироваться за счет собственных средств.

Объем капитальных вложений оценивается на уровне 2 345 892 руб.

Продолжительность инвестиционной фазы проекта составляет 1 год.

6.2 Расчет потребности в инвестициях

В определении единовременных затрат первостепенное значение имеют затраты на приобретение оборудования и организационной оснастки. Перечень, количество и стоимость оборудования, которое будет установлено на предприятии, приведено в таблице 9.

Таблица 9 - Стоимость технологического оборудования, инструмента и технологической оснастки.

№	Наименование	Модель	Количество	Стоимость за единицу, рублей.
1	Кран гидравлический, 3 т.	СОРОКИН 8.3	1	25000
2	Стойка гидравлическая, 0,5 т.	ZX0102A	1	6250
3	Верстак слесарный двухтумбовый	Практик 160Sh	1	10500
4	Станок сверлильный	НИТАСНІ В16RM	1	21800
5	Пресс гидравлический напольный, 12 т.	СОРОКИН 7.12	1	17000
6	Подъемник электромеханический, 4т.	AE&T F4.5D-4	1	265000

7	Стенд для разборки/сборки ДВС, КП, мостов	P1250	1	64000
8	Стенд для холодной/горячей обкатки ДВС	КС-276-04	1	1510000
9	Установка для мойки деталей и агрегатов	АПУ - 700	1	103500
10	Компрессор	Remeza СБ 4/ф	1	51600
11	Аппарат сварочный	NOVA 195	1	8500
12	Стеллаж металлический для деталей и агрегатов	СГ 400	1	3900
13	Стеллаж металлический для инструментов	Практик MS	1	3000
14	Настольный наждачный станок	УЗ-2	1	8 000
15	Пневмогайковерт с набором ударным головок	SUMAKE ST-55444	1	12600
16	Установка для сбора масла	T-566080	1	14500
17	Бак для мусора	GMT 120	1	2000
18	Сканер тестер	СТМ 6	1	16500
19	Тиски слесарные	STURM 1075-01-100	1	2190
20	Набор инструмента	HTC-774015	2	7600
Итого			21	2 161 040

Стоимость приобретаемого оборудования составляет 2 161 040 руб. с НДС.

На доставку и монтаж закупленного оборудования принимаем 5 % от общей суммы стоимости оборудования.

$$2\,161\,040 \text{ руб.} \times 5\% = 108\,052 \text{ руб.}$$

Исходя из вышеприведенных данных, рассчитываем общую сумму единовременных затрат. Результаты вычислений представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Расчет единовременных затрат на создание единого участка по ремонту двигателей

Статья затрат	Сумма, руб.
Приобретение оборудования	2 161 040
Доставка и монтаж оборудования	108 052
Бетонирование пола	76800
Итого:	2 345 892

Таким образом, общая сумма инвестиционного проекта на создание моторного участка составляет 2 345 892 руб.

6.3 Производственный план

Производственный план представляет собой расчет планируемых показателей затрат в отчетном периоде [5].

Расчет затрат на оплату труда

Для обслуживания моторного участка потребуется персонал в количестве двух человек. Для работников установлена повременная – система оплаты труда. 40-часовая рабочая неделя. Продолжительность рабочей смены 8 часов.

Расчет заработной платы представлен в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет фонда оплаты труда

Персонал	Численность, чел.	Зароботная плата 1 чел, руб.	Сумма заработной платы, руб.
Слесарь-агрегатчик	2	15 000	30 000
Итого	2	-	30 000

Годовой ФОТ составит:

$$30\,000 \text{ руб.} \times 12 \text{ мес.} = 360\,000 \text{ руб.}$$

Согласно действующему законодательству деятельность предприятия облагается Единым налогом на вмененный доход (ЕНВД).

Организации – плательщики ЕНВД производят отчисления от ФОТ в размере 34,2%. 26% в Пенсионный Фонд РФ на накопительную часть трудовой пенсии и страховую часть трудовой пенсии, 2,9%- страховые взносы в ФСС по временной нетрудоспособности и в связи с материнством, 5,1%- страховые взносы на обязательное медицинское страхование, 0,2% страховые взносы на обязательное социальное страхование от несчастных

случаев на производстве и профессиональных заболеваний в Фонд Социального Страхования РФ.

Сумма отчислений за год составит

$$360\ 000 \text{ руб.} \times 34,2\% = 123\ 120 \text{ руб.}$$

Таким образом, общая сумма расходов по данной статье составит:

$$483\ 120 \text{ руб.}$$

Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений определяется как:

$$C_a = C_{об} * A_{об}, \text{ руб.} , \quad (83)$$

где $C_{об}$ - стоимость оборудования, руб.;

$A_{об}$ - норма амортизационных отчислений по оборудованию, %

Для закупленного оборудования норма амортизационных отчислений составляет 12% в год

$$C_a = 2\ 161\ 040 * 12\% = 259\ 325 \text{ руб.}$$

Расходы на содержание оборудования

Необходимое на производстве оборудование в процессе эксплуатации требует затрат в размере 7 500 руб. на обслуживание и текущий ремонт. Также для деятельности необходимо приобретать специальный инструмент на сумму 2 500 руб. Сумма ежегодных затрат по данной статье расходов составит 120 000 руб.

Расчет спецодежды

Для работников автосервиса приобретается спецодежда. Стоимость одного комплекта составляет 2 600 руб. Комплект рассчитан на 1 год эксплуатации.

$$2 \text{ чел.} \times 2\ 600 \text{ руб.} = 5200 \text{ руб.}$$

Расчет материальных расходов

Вновь созданное производство требует материалов на мойку деталей, уборку помещений и т.д. Планируется выделять 5 000 руб. в месяц. Соответственно сумма материальных расходов составит 60 000 руб. в год.

Коммунальные платежи

Водоснабжение: (3м3х12 мес) х 28,20 руб.=1 015 руб.(на участке установлен умывальник)

Отопление: (96 м2 х 27,27 руб.)х12 мес.=31 415 руб.

Электроэнергия: силовая (31,53кВт/ч х3чх22 смен)х 12 мес=24 972 кВт.

световая(3,4кВт/ч х 5чх22 смен)х12 мес= 4 488 кВт.

Итого э/энергия (36 092+ 8 448)х 2,49 руб.= 29 460 руб.

Все планируемые расходы представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Планируемые расходы

№	Статьи расходов	Обозначения	Сумма расходов, руб.
1	Зарплата производственных рабочих		360000
2	Начисления на заработную плату		123120
3	Расходные материалы		60000
4	Силовая электроэнергия		29 460
5	Вода		1015
6	Отопление		31 415
7	Амортизация		259 325
8	Содержание, ремонт и возобновление инвентаря и моющих средств		120000
9	Спецодежда		5200
	ВСЕГО		989535

6.4 Финансовый план

Одним из важнейших показателей проекта является срок окупаемости единовременных вложений. Чем он меньше, тем эффективнее используются инвестиции в организацию предприятия. В настоящее время срок окупаемости до 3...4-х лет является вполне приемлемым.

Для расчета срока окупаемости предварительно необходимо определить доходы и прибыль агрегатного участка.

Доход агрегатного участка за год (в руб.):

$$Д = Тг \cdot Н, \quad (84)$$

где Тг – годовой объем работ, нормо-ч (для курсового проекта годовой объем работ в чел.-ч приравниваем к нормо-ч);

Н – стоимость нормо-часа, руб [15].

Расчет себестоимости, прибыли и налогов

Себестоимость человека-часа определяется по формуле:

$$S = \sum \text{Собщ.} / Tг, \quad (85)$$

где Собщ. – общие затраты за год, 989535 руб.

Принимая затраты по табл., рассчитываем себестоимость – S.

$$S = 989535 / 2743,9 = 360,6 \text{ чел-ч.}$$

Цена трудозатрат:

$$Ц = S * R, \quad (86)$$

где R – рентабельность.

Принимая рентабельность равной 50% определяем цену человека-часа - Ц.

$$Ц = 360,6 \times 1,50 = 540,9 \text{ руб.}$$

Выручку рассчитываем следующим образом:

$$Д = Ц * T \quad (87)$$

$$Д = 540,9 \times 2835,9 = 1\,484\,176 \text{ руб.}$$

Прибыль от реализации:

$$\text{Пр.} = Д - \text{Зобщ.}, \quad (88)$$

где Зобщ – затраты общие, 989535 руб.

$$\text{Пр.} = 1\,484\,176 - 989\,535 = 494\,641 \text{ руб.}$$

План денежных поступлений и выплат по месяцам реализации инвестиционного проекта, а также расчет дисконтированного дохода, рассмотрим в таблице 13.

Чистая прибыль:

$$\text{ЧП} = \text{Пр} - \text{ЕНВД} \quad (89)$$

Расчет ЕНВД:

$$\text{ЕНВД} = Б \times 15\% \quad (90)$$

где Б-налоговая база:

$$Б = БД \times (Ч1 + Ч2 + Ч3) \times K1 \times K2 \quad (91)$$

где БД-базовая доходность

Ч1...- численность за 1 месяц налог п-да и

К1- корректирующий коэффициент

К2- корректирующий коэффициент

$B = 12000 \times (2 \text{ чел} + 2 \text{ чел} + 2 \text{ чел}) \times 1,372 \times 0,6 = 59270,4$

$\text{ЕНВД} = 59270,4 \times 15\% = 8890 \text{ руб.}$

$\text{ЕНВД год} = 8890,6 \times 4 = 35562 \text{ руб.}$

$\text{ЧП} = 494\ 641 - 35562 = 459079 \text{ руб [17].}$

Таблица 13 - План денежных поступлений и выплат по годам реализации инвестиционного проекта, тыс.руб.

Ф	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год
Инвестиционная деятельность							
Инвестиционные вложения	-2 345892	0	0	0	0	0	0
Итого инвестиций	-2 345892	0	0	0	0	0	0
Операционная деятельность							
Выручка	0	1 484 176	1 484 176	1 484 176	1 484 176	1 484 176	1 484 176
Текущие затраты		989535	989535	989535	989535	989535	989535
Амортизационные отчисления(А)		259 325	259 325	259 325	259 325	259 325	259 325
Заработная плата		360000	360000	360000	360000	360000	360000
Налоги по ЗП 34,2%		123 120	123 120	123 120	123 120	123 120	123 120
Прибыль	0	494 641	494 641	494 641	494 641	494 641	494 641
ЕНВД	0	35562	35562	35562	35562	35562	35562
Чистая прибыль (ЧП)	0	459079	459079	459079	459079	459079	459079
Эффект(ЧП+А)	-2345892	718404	718404	718404	718404	718404	718404
Поток	-2345892	718404	718404	718404	718404	718404	718404
К-т дисконтирования	1	0.8422	0.7093	0.5973	0.5031	0.4237	0.3562
Дисконтированный доход	-2345892	605040	509564	429103	361429	304388	255896
Дисконтированный доход нарастающим итогом	-2345892	-1740852	-1231288	-802185	-440756	-136368	119528

Чистый дисконтированный доход 119528 тыс.руб.

Чтобы грамотно сделать оценку, необходимо оценить перспективу прибыли и издержек. В данном случае - дисконтирование.

На практике используются различные модификации методов дисконтирования, но при этом наибольшее распространение получили расчеты показателей чистой текущей стоимости проекта (NPV) и внутренней нормы прибыли (IRR). Данный метод позволяет рассчитать окупаемость проекта.

Для того чтобы оценить выгодность вложений во времени используют дисконтирование – процесс приведения разновременных потоков к единому моменту времени.

6.5 Показатель чистой текущей стоимости проекта

Рассчитаем показатель чистоты текущей приведенной стоимостью проекта (NPV):

$$NPV = (R_j / (1+d)^{i+n1}) - (IC_t / (1+d)^t), \quad (92)$$

где IC_t - инвестиционные расходы в периоде

R_j - доход в периоде

$n1$ - продолжительность периода инвестиций

d - коэффициент дисконтирования

Норма дисконта считается по следующей формуле:

$$E = ((1 + R) * (1 + I) * (1 + B) * 100 \quad (93)$$

где:

R - минимальная безрисковая норма доходности в год, доли ед.;

I - среднегодовой темп инфляции на протяжении периода расчёта проекта, доли ед.;

B - дополнительное страхование от рисков (технических, политических, финансовых), доли ед.

При $R=0,1$, $I=0,048$, $B=0,03$ получаем:

$$E = ((1 + 0,1) * (1 + 0,048) * (1 + 0,03) - 1) * 100 = 18,74\%$$

αt - коэффициент дисконтирования:

$$\alpha t = 1 / (1 + E)^a \quad (94)$$

где E - ставка процента (норма дисконта).

a - номер шага расчета

Дисконтированный доход = $718404 * 0,8422 + 718404 * 0,7093 + 718404 * 0,5973 + 718404 * 0,5031 + 718404 * 0,4237 + 718404 * 0,3562 = 2\,465\,420$ тыс. рублей.

Дисконтированная сумма вложений = $2345892 * 1 = 2345892$ тыс.руб.

Чистая приведенная стоимость = $2\,465\,420 - 2\,345\,892 = 119\,528$ тыс.руб.

NPV (чистый дисконтированный доход) = $119\,528$ тыс.руб.

NPV > 0, следовательно проект является эффективным.

Индекс рентабельности инвестиций

Относительный показатель, показывающий величину текущей стоимости доходов в расчете на каждый рубль чистых инвестиций:

$$PI = PVP / PVI \quad (95)$$

где PVP дисконтированный поток денежных средств

PVI дисконтированная стоимость инвестиционных затрат

$PI = (\text{сумма эффектов}) / \text{инвестиции} = (718404 + 718404 + 718404 + 718404 + 718404 + 718404) / 2345892 = 1,84$ руб.

Индекс доходности равен 1,84, это свидетельствует о том, что каждый рубль, инвестируемый в данный проект, приносит 1,84 рублей.

Показатель текущей окупаемости проекта

Это количество лет, необходимое для возмещения первоначальных инвестиционных затрат. Точка в прогнозируемом инвестиционном жизненном цикле, когда первоначальные инвестиции полностью окупаются и будет получен убывающий объем дохода, соответствующий критерию нормы доходности, то есть период, с которого проект становится экономически целесообразным.

$$PP = I / P$$

(96)

где I - первоначальные инвестиции;

P - чистый прибыль.

$$PP = 2\,345\,892 / 459\,079 = 5,1 \text{ лет}$$

Срок окупаемости проекта 5,1 лет.

Весь расчет окупаемости сводим в таблицу:

Таблица 14 - Основные экономические показатели проекта

Показатели	Значение
Капитальные затраты по проекту, руб.	2 345 892
Инвестиционная фаза, лет	1
Период окупаемости, лет	5,1
PV(Дисконтируемый доход), руб.	2 465 420
NPV(Дисконтируемый доход нарастающим итогом), руб.	119528
PI(индекс доходности), руб.	1,84
Фонд оплаты труда, руб.	360000
Налоги на ЗП, руб.	123 120
Выручка, руб.	1 484 176
Чистая прибыль, руб.	459079
Амортизационные отчисления, руб.	259 325

Таким образом внедрение агрегатного участка окупится за 5,1 лет и принесет годовой экономический эффект в сумме 119 528 тыс.рублей, что позволит укрепить положение предприятия на рынке услуг автосервиса.

Заключение

В данной ВКР, исходя из заданных исходных данных проектируемого агрегатного участка, были рассмотрены и решены задачи технологического расчета СТО автомобилей.

Анализ производственной деятельности Пермского Государственного Аграрно-Технического университета показал востребованность и увеличение спроса на данный вид деятельности, поэтому возникла необходимость разработки участка по ремонту легковых автомобилей для удовлетворения всех запросов на данную услугу.

В технологическом расчете были определены все показатели, необходимые для разработки планировочного решения проектируемого агрегатного участка.

Также были рассчитаны следующие данные: экономическая часть, площадь участка для ремонта агрегатов, численность работников. Наш участок рассчитан на 2 рабочих места, которые могут справиться с расчетными объемами работ.

Внедрение в производственный процесс конструкторской разработки-стенда для разборки и сборки автомобилей КП позволит повысить производительность труда при высоком качестве выполняемой операции.

Проведя технико-экономическую оценку проекта, можно сделать вывод, что организация агрегатного участка в условиях Пермского Государственного Аграрно-Технологического Университета целесообразна, о чем свидетельствует экономическая эффективность. Экономическая эффективность проекта подтверждается расчетными данными, чистая годовая прибыль составит 459079 рублей, капитальные вложения в проектируемую площадку окупятся в течение пяти лет.

Список используемых источников

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах. - 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.В. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001.
2. Ерохин М.Н. «Проектирование и расчет подъемно-транспортных машин сельскохозяйственного назначения». М.: Колос 1999-228с.: - (учебник и учебные пособия).
3. Ерохин М.Н., Карп А.В. и др.: Детали машин и основы конструирования: Учеб. Пособие. - М: ООО «Издательство «КолосС», 2004.
4. Ицкович Г.М. Соппротивление материалов. - М.: Машиностроение, 1983.
5. Лапуста М.Г. Малое предпринимательство: учебник для вузов / М.Г. Лапуста, Ю.Л. Старостин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М. 2007. - 555 с.
6. Лобачев АЛ. Безопасность жизнедеятельности: учебник / А. И. Лобачев. - М.: Юрайт-Издат. 2006. - 360 с.
7. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология: учеб. для вузов /В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко; под ред. В.Н. Луканина. - М. Высш. шк., 2001.-273 с.
8. Микрюков В.Ю. Безопасность жизнедеятельности: учебник В.Ю. Микрюков. Ростов н/Д: Феникс. 2006. - 560 с.
9. ОНТП 1-01-91. Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта [Текст] / Росавтотранс. – М.: Транспорт, 2002.
10. Ощепкова А.З. Основы учета обращения с отходами на предприятии / А.З. Ощепкова. — Пермь. 2005, 90 с.
11. Писаренко Г.С, Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Киев: Наук. 1988 - 736 с. ил.

12. Родионов А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / А.И. Родионов, Ю.П. Кузнецов, Г.С. Соловьев. - М.: Химия, КолосС, 2005. - 392 с.
13. Родионов Ю.В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного сервиса: учеб. Пособие / Ю.В. Родионов. - Ростов н/Д: Феникс. 2008. - 439 е.: ил.
14. Романов М.Я., Константинов В.А. Сборник задач по деталям машин, - М.: Машиностроение, 1998.
15. Сербиновский Б.Ю. и др. Экономика автосервиса. Создание автосервисного участка на базе действующего предприятия: Учебное пособие. - М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский Центр «МарТ», 2006. - 432 с.
16. Чернин В.Д., Ицкович Г.М. Расчеты деталей машин: М.: Высшая школа, 1988. - 415с.
17. Шутикова Ж.Ф. Бухгалтерский учет на автотранспортном предприятии / Ж.Ф. Шутнкова. - М.: Финансы и статистика. 1999. - 128 с.
18. Ефоян А.С., Дорофеев В.Г., Муравьева В.А., Шебанов И.Г. Проектирование винтовых механизмов авиационных устройств и роботов. Учебное пособие. Харьков: ХАИ, 1989. 87 с.
19. Яковлев Ю.В. Расчет и проектирование устройств с винтовой передачей. Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию. Харьков:ХАИ,1978. 85 с.
20. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - Тольяттинский Государственный Университет, Тольятти. 2020. – 39 с.