

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов
Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование участка для ремонта автомобилей с разработкой
установки для разборки и сборки редукторов.

Шифр ВКР 23.03.06.017.18

Студент 341 группы _____ Насибуллин Ф.Ф.
подпись Ф.И.О.

Руководитель К.Т.Н., доцент _____ Медведев В.М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____ 20__ г.)

Зав. кафедрой д.т.н., профессор _____ Адигамов Н.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой _____ / Адигамов Н.Р. /
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студент Насибуллин Ф.Ф.

Тема ВКР Проектирование участка для ремонта автомобилей с разработкой установки для разборки и сборки редукторов.

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

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

2. Исходные данные Материалы преддипломной практики, техническая и научная литература, патенты на изобретения и т.д.

3. Перечень подлежащих разработке вопросов 1. Анализ состояния вопроса; 2. Технологические расчеты; 3. Охрана труда и техника безопасности; 4. Конструкторская часть.

4. Перечень графических материалов 1. Участок для ремонта автомобилей;
 2. Технологическая карта; 3. Обзор существующих конструкций;
 4,5 Конструкторская часть; 6 Экономика

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Конструкторская часть	Медведев В.М.
Экономическая часть	Медведев В.М.

6. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
	Анализ состояния вопроса	20.05.2018	
	Технологическая часть	30.05.2018	
	Конструкторская часть	08.06.2018	
	Оформление ВКР	14.06.2018	

Студент _____ (Насибуллин Ф.Ф.)

Руководитель ВКР _____ (Медведев В.М.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Насибуллина Фанзиля Фаритовича на тему: Проектирование участка для ремонта автомобилей с разработкой установки для разборки и сборки редукторов.

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

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает _____ рисунков, _____ таблицы. Список использованной литературы содержит _____ наименований.

В первом разделе дан анализ состояния вопроса при техническом обслуживании.

Во втором разделе приведены технологические расчеты для проектирования участка для ремонта автомобилей, требования к охране труда при работе в пункте обслуживания и охрана окружающей среды.

В третьем разделе разработана установка для разборки и сборки редукторов, анализ состояния безопасности труда при использовании установки и экономическое обоснование проектируемой конструкции.

Записка завершается выводами.

ABSTRACT

For the final qualifying work Of Nasibullin Fanzil Faritovich on the topic: Design of the site for the repair of cars with the development of installation for disassembly and Assembly of gearboxes.

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

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes _____ drawings, _____ tables. The list of used literature contains _____ titles.

The first section analyzes the status of the issue during maintenance.

The second section presents the technological calculations for the design of the site for car repairs, requirements for labor protection at work in the service center and environmental protection.

In the third section, the installation for disassembly and Assembly of engines, analysis of the state of safety in the use of the installation and the economic justification of the designed design.

The note concludes with conclusions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	9
1.1 Техническое обслуживание автомобиля.....	9
1.2 Виды технического обслуживания автомобилей.....	9
1.3 Обзор существующих конструкций.....	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	20
2.1. Обоснование исходных данных проектирования.....	20
2.2 Расчет программы ТО и ремонта машин.....	21
2.3. Расчет объемов технических воздействий.....	25
2.4. Расчет постов в производственных зонах и отделениях. Подбор технологического оборудования и оснастки для них.....	28
2.5. Расчет площадей производственных зон и отделений (участков).....	32
2.6 Охрана труда.....	40
2.7 Физическая культура на производстве.....	45
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	47
3.1 Описание проектируемой конструкции.....	47
3.2 Расчет конструкции.....	49
3.3 Экономическое обоснование разрабатываемого устройства.....	55
3.3.1 Расчёт массы и стоимости устройства.....	55
3.3.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности разрабатываемого устройства и их сравнение.....	56
ВЫВОДЫ.....	64
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей, и снижение затрат на их содержание. Решение этой проблемы, с одной стороны, обеспечивается автомобильной промышленностью и технологичностью (ремонтпригодностью), с другой стороны – совершенствованием методов технической эксплуатации автомобилей, повышением производительности труда, снижением трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, увеличением их межремонтных пробегов. Это требует создания необходимой производственной базы для поддержания подвижного состава в исправном состоянии.

Основная задача ПТБ – обеспечение требуемого уровня технической готовности подвижного состава.

Существующая в стране сеть ПТБ характеризуется большим износом (50-70%), что отрицательно сказывается на уровне работоспособности подвижного состава. Созданная ещё во времена централизованного планирования она с трудом вписалась в нынешние социально-экономические условия.

Ярчайшим примером является ПТБ АТП-1. Предприятие, спроектированное для обеспечения транспортных нужд великих строек социализма, с парком в 450 ед. подвижного состава, в нынешних условиях уменьшения объема строек и отсутствие централизованного обеспечения вынуждено сокращать площадь ПТБ, подвижной состав, а соответственно и численность работников.

За свой срок службы ПТБ обслуживает транспортные средства, имеющих различную надежность, режимы ТО и ремонта и т.д. Эти факторы влияют на изменение площадей, числа постов, оборудования и других элементов, т.е. требуют от ПТБ приспособленности к этим факторам. Однако

на практике часто этого не происходит, что связано с дополнительными трудовыми и материальными вложениями.

Реконструкция позволит более эффективно использовать капитальные вложения при сокращенной потребности в рабочей силе.

Совершенствование конструкции автомобилей, их, агрегатов, узлов и систем вызывает необходимость модернизации производственных участков и рабочих постов, оснащения их новым технологическим оборудованием.

Необходимость оснащения существующих предприятий оборудованием обусловлена многими факторами: это и моральный износ отдельных образцов, и физическое старение оборудования в результате длительной эксплуатации, и внедрение специального оборудования, обеспечивающего новые потребности производства.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Техническое обслуживание автомобиля

Надежная работа автомобиля в значительной степени зависит от своевременного и качественного технического обслуживания.

Работы, связанные с регулировками и обслуживанием приборов системы питания двигателя, электрооборудования, АБС, а также узлов гидравлических систем, пневмоподвески, следует выполнять на станции технического обслуживания или специальной мастерской, где опытные специалисты с помощью необходимых инструментов, приборов и стендов выполняют эту работу качественно и быстро.

После проведения работ, связанных со снятием с автомобиля элементов пневматических, электрических и гидравлических систем, проверить и при необходимости устранить вредные контакты этих систем с деталями автомобиля.

Обслуживание силового агрегата (двигатель, сцепление, коробка передач) производится согласно инструкции заводов - изготовителей.

1.2 Виды технического обслуживания автомобилей

Техническое обслуживание автомобиля по периодичности, выполняемым операциям и трудоемкости подразделяется на следующие виды:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- техническое обслуживание после обкатки (ТО - после обкатки);
- первое техническое обслуживание (ТО -1);
- второе техническое обслуживание (ТО - 2);
- сезонное техническое обслуживание (СО).

Периодичность ТО - 1 и ТО - 2 устанавливается через определенные пробеги в зависимости от условий эксплуатации

Ежедневное обслуживание

Ежедневное обслуживание проводят перед выездом автомобиля на линию и после работы на линии.

Произвести при необходимости уборочные и моечные работы.

Перед запуском двигателя проверить:

- запас топлива в баке (по указателю);
- приборы освещения и световой сигнализации;
- состояние седельно-сцепного устройства или буксирного прибора;
- уровень масла в двигателе;
- состояние шин;
- достаточный уровень охлаждающей жидкости.

После запуска двигателя проверить:

- давление масла;
- давление воздуха в пневмосистеме;
- работоспособность тахографа;
- функционирование тормозной системы, в т.ч. Стояночного тормоза.

Еженедельно следует проверять:

- уровень жидкости в омывателе ветрового стекла;- проверить, при необходимости подтянуть гайки крепления колес, в том числе и запасного колеса, гайки крепления кронштейна запасного колеса к раме, проверить состояние дисков:
- при необходимости проверить давление воздуха в шинах.

Работы, выполняемые раз в две недели (по возвращению из рейса, на базе):

- проверить наличие подтеканий масла, жидкостей из двигателя, КП., ведущих мостов, рулевого управления, системы отопления, амортизаторов подвески, гидроцилиндров механизма подъема кабины:
- проверить уровень жидкости в бачке привода управления сцеплением;

- проверить отсутствие конденсата в ресиверах;
- проверить степень загрязненности воздушного фильтра;
- проверить уровень электролита в аккумуляторных батареях и при необходимости долить;
- проверить зимой степень зарядки аккумуляторных батарей по плотности электролита и при необходимости произвести подзарядку;
- проверить свободный ход рулевого колеса, отсутствие люфтов в шарнирах рулевых тяг (покачиванием рулевого колеса).

Первое техническое обслуживание

При обслуживании автомобиля после указанного пробега выполнить работы, предусмотренные ежедневным обслуживанием и, кроме того:

1. Проверить и при необходимости произвести балансировку колес.
2. Проверить шплинтовку гаек шаровых пальцев рулевых тяг, пальцев вилок тормозных камер и при необходимости устранив неисправности.
3. Проверить состояние резиновых патрубков воздухопроводов впускного тракта двигателя и при необходимости произвести подтяжку соединений.
4. Проверить состояние и крепление аккумуляторных батарей, очистить их от пыли, грязи и следов электролита, прочистить вентиляционные отверстия. Проверить соединение наконечников проводов с клеммами. Смазать клеммы смазкой Литол - 24.
24. Проверить и при необходимости подтянуть болт крепления электрического соединения проводов "массы" на боковой кронштейне опоры двигателя.
5. Проверить ход штоков тормозных камер. Если ход штоков не выдержан в размере 38 - 44 мм, рычаг заменить.
6. Проверить и при необходимости подтянуть гайки крепления платформы грузовых автомобилей к раме, произвести регулировку запоров боковых и заднего бортов платформы, обеспечив плотное прилегание запоров борта к цапфам стоек. Контргайки затянуть моментом 55 - 80 Н.М (5,5 - 8 кгс.м).
7. Проверить и при необходимости отрегулировать натяжение ремней насоса рулевого управления.

8. Произвести смазку узлов автомобиля в соответствии с химмотологической картой.

Проверка автомобиля после обслуживания. Проверить после обслуживания работу двигателя, приборов, действие рулевого управления, тормозов и других агрегатов и систем на ходу или на посту диагностики.

Второе техническое обслуживание

После указанного пробега произвести первое техническое обслуживание и дополнительно выполнить следующее:

1. Через отверстия в щитах тормозных механизмов или при снятых тормозных барабанах (при сезонном обслуживании) проверить толщину тормозных накладок. Толщина накладок должна быть не менее 6 мм. При запасе накладки 1мм. до контрольного буртика или до заклепки накладки (или колодки) подлежат замене.
2. Проверить и при необходимости подтянуть гайки крепления подушек подвески двигателя.
3. Проверить состояние передней оси, величину схождения и углы поворота колес.
4. Проверить свободный ход и легкость поворота рулевого колеса при работающем двигателе.
5. Проверить осмотром состояние рамы, болтовые соединения рамы и при необходимости подтянуть, состояние кронштейнов рессор и крепление вкладышей кронштейнов. Проверить и при необходимости подтянуть гайки крепления кронштейна поперечной штанги пневмоподвески к раме, проверить усилие, развиваемое амортизаторами задней пневмоподвески (усилие растяжения - 7000Н, не менее; усилие сжатия - 1500Н, не менее).
6. Проверить и при необходимости подтянуть гайки стремянок рессор, крепление кронштейнов пневмобаллонов задней подвески, кронштейнов балансиров.

7. Проверить и при необходимости подтянуть гайки крепления кронштейнов и хомутов топливного бака, кронштейнов аккумуляторной батареи, кронштейнов запорных механизмов кабины.
8. Проверить состояние резиновых чехлов и шлангов на штепсельных и штекерных разъемах приборов электрооборудования. Обеспечить герметичность этих разъемов.
9. Проверить крепление седельно - сцепного устройства к раме, состояние захватов, запорного кулака и пружины защелки и кронштейнов седла, при необходимости подтянуть болтовые соединения.
10. Проверить и при необходимости произвести регулировку установки фар.
11. Проверить и при необходимости подтянуть тики крепления тормозных камер.
12. Проверить люфт подшипников ступиц передних и задних колес и при необходимости отрегулировать натяг подшипников. Люфт проверяется покачиванием колеса при вывешенном колесе.
13. При увеличенном свободном ходе рулевого колеса и отсутствии люфта в шарнирах рулевого управления демонтировать рулевой механизм и произвести регулировку

Произвести смазку автомобиля в соответствии с химмотологической картой.

Проверка автомобиля после обслуживания. Проверить после обслуживания работу агрегатов, механизмов и систем автомобиля на ходу или на посту диагностики.

Сезонное техническое обслуживание автомобиля

Дополнительно к перечисленным выше работам осенью и весной выполнить следующее:

1. Заменить масла, топливо и охлаждающую жидкость, соответствующую сезону.
2. Заменить фильтрующий элемент воздушного фильтра (один раз в год).

3. Заменить фильтрующий элемент осушителя сжатого воздуха (раз в 1 - 2 года).

1.3 Обзор существующих конструкций

Для обзора аналогов существующих конструкций за основу принимаем наиболее распространенные в практике использования на действующих автотранспортных предприятиях стенды для разборки и сборки редукторов (главной передачи) грузовых автомобилей разной грузоподъемности.

Схемы и чертежи существующих стендов по проектируемой конструкции приведены в графической части проекта на листе анализа существующих конструкций:

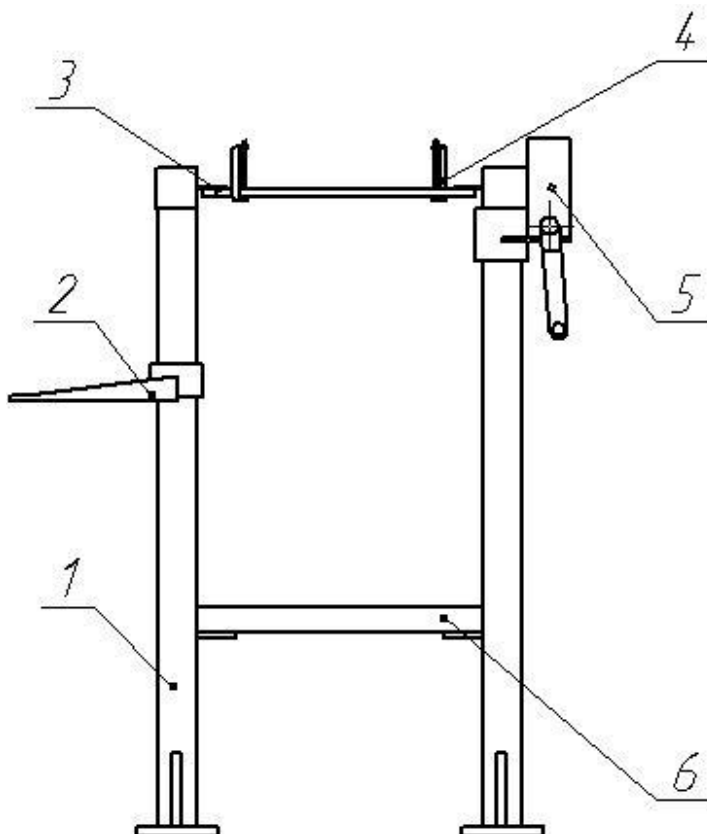


Рисунок 1.1 Схема стенда для разборки и сборки редукторов грузовых автомобилей ЗИЛ модель 3022.

а) Стенд для разборки и сборки редукторов грузовых автомобилей ЗИЛ модель 3022 (рис. 1.1). Стенд выпускается Мамонтовским опытно-экспериментальным заводом.

Стенд используется при разборке и сборке редукторов задних мостов автомобилей ЗИЛ.

В верхних концах трубчатых стоек стенда 1 размещены подшипники, являющиеся опорами осей полноповоротного кольцевидного стола 3. На столе имеются две шпильки, которыми редуктор фиксируют на стенде, и два откидных зажима 4 типа струбцин для закрепления редуктора. Стол вращают посредством червячной самотормозящей передачи 5. Стенд оборудован лотком для деталей и инструмента 2 и поддоном для сбора смазки 6.

Техническая характеристика:

Тип стенда – стационарный, с полноповоротным, вращаемым в вертикальной плоскости столом;

Способ крепления редуктора на столе стенда – при помощи двух откидных винтовых зажимов;

Привод вращения стола – от ручной самотормозящей червячной передачи;

Габаритные размеры стенда – 740x480x950 мм;

Вес – 43,7 кг.

Преимущества:

- использование червячного редуктора для вращения редуктора автомобиля вокруг горизонтальной оси;
- малозатратная конструкция;
- легкость в обслуживании.

Недостатки:

- использование для вращения редуктора ручного труда;
- возможность использования для разборки и сборки редукторов только автомобилей ЗИЛ.

б) Стенд для разборки и сборки редукторов, модель 17-13. Стенд выпускается Санкт-Петербургским концерном ПСК.

Стенд стационарный с полноповоротным вращением вокруг горизонтальной оси стола (рис.1.2.). Ручной, габаритные размеры 955 x 600 x 925 мм, масса 60 кг.

Стенд представляет собой сварную раму 1 с двумя опорами 2 для установки редуктора. Редуктор крепится болтами к опорам. Поворот редуктора осуществляется вручную и фиксируется фиксатором 3.

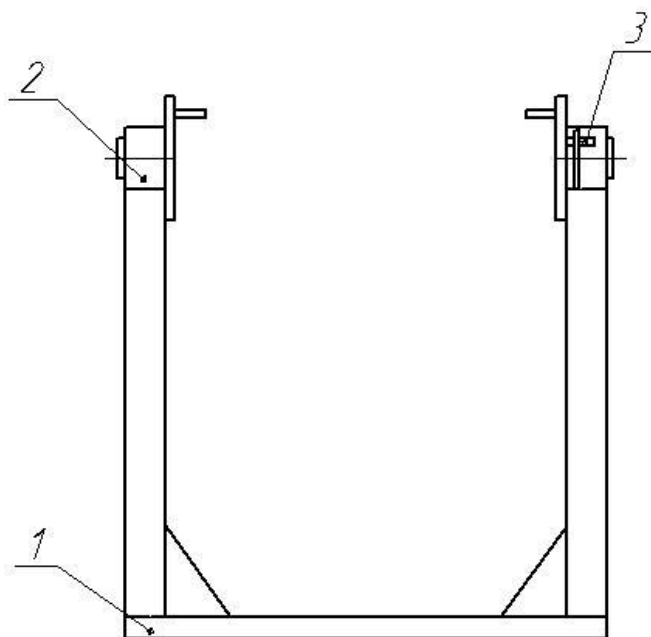


Рисунок 1.2 Схема стенда для разборки и сборки редукторов, модель 17-13

Преимущества:

- простота конструкции;
- отсутствие необходимости в энергоносителях;
- возможность использования для разборки и сборки редукторов автомобилей грузоподъемностью не более 8т.

Недостатки:

- использование для вращения редуктора ручного труда;
- ограничение в фиксации ремонтируемого редуктора под необходимым углом при проведении работ.

в)Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей ЗИЛ и КамАЗ модель Р-640. Стенд выпускается объединением ГАРО в частности Новгородским заводом «Автоспецтехника» (ЗАО «ПКФ» Новгородский завод «ГАРО»)

Стенд стационарный (рис. 1.3.), с полноповоротным вращением вокруг горизонтальной оси стола, электромеханический с червячным редуктором и ременной передачей., имеет частоту вращения выходного вала 6,5 об/мин, габаритные размеры 850х650х985 мм, масса 140 кг., питание 380 В.

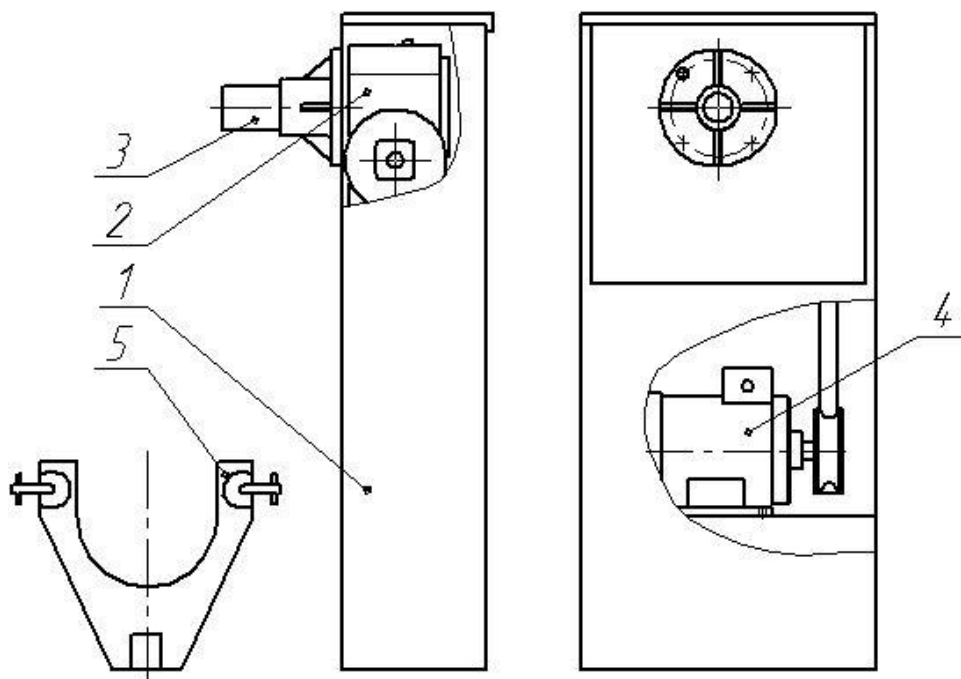


Рисунок 1.3 Схема стенда для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей ЗИЛ и КамАЗ модель Р-640

Стенд состоит из стойки 1, поддона для сбора масла и кронштейна 5 для установки редуктора. Стойка представляет собой сварной узел из уголков. На ней закреплен червячный редуктор 2 и электродвигатель 4, связанные между собой клиноременной передачей, магнитный пускатель, а также имеется направляющая втулка (стакан) 3, которая является опорой для выходного вала, имеются сменные приспособления для зажима редуктора. Управление поворотом двигателя на любой угол осуществляется при помощи кнопок на пульте управления.

Преимущества:

- использование электромеханического привода;
 - возможность плавного регулирования угла вращения вдоль горизонтальной оси при установке редуктора во время работы;
 - свободный доступ к обслуживаемым узлам;
- наличие технической возможности использования стенда для проведения работ по разборке и сборке двигателя.

Недостатки:

- использование для вращения редуктора электропривода;
- сложность и дороговизна обслуживания.

г) Стенд для разборки и сборки редуктора заднего моста автомобиля БелАЗ, модель 24-15 концерн ПСК (Санкт-Петербург).

Стенд стационарный с полноповоротным вращением вокруг горизонтальной оси стола, с червячным редуктором, ручной, габаритные размеры 1500x820x815 мм, масса 141кг.

Стенд (рис. 1.4.) состоит из корпуса 1, кантователя 4, ванны 6, механизма поворота кантователя (червячный редуктор) 3, съемной плиты 5.

Для производства ремонтных работ редуктор заднего моста автомобиля БелАЗ-548 устанавливается непосредственно на кантователь, а редуктор заднего моста автомобиля БелАЗ-540 - на съемную плиту и закрепляется болтами М16.

Поворот редуктора в положение, удобное для сборки и разборки, осуществляется рукояткой 2. Кантователь фиксируется за счет самоторможения червячного редуктора механизма поворота.

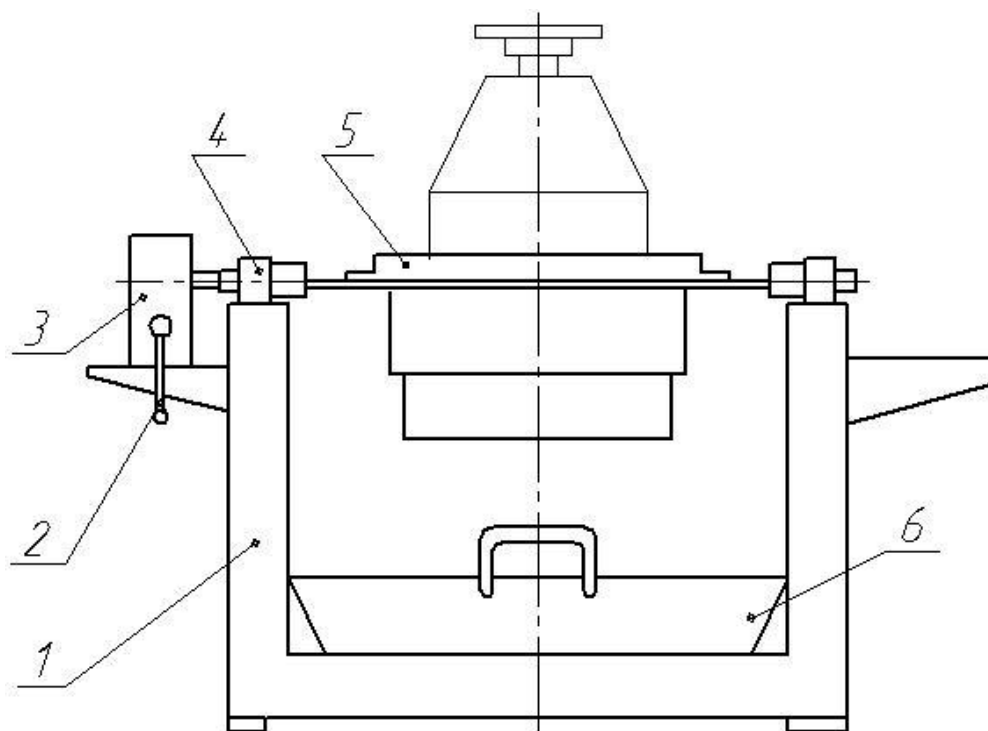


Рисунок 1.4 Схема стенда для разборки и сборки редуктора заднего моста автомобиля БелАЗ, модель 24-15 концерн ПСК (Санкт-Петербург)

Преимущества:

- использование червячного редуктора для вращения редуктора заднего моста вокруг горизонтальной оси;
- при наличии соответствующих кронштейнов возможность разборки и сборки редукторов всех большегрузных автомобилей.

Недостатки:

- Возможность использования для разборки и сборки редукторов только автомобилей БелАЗ.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Обоснование исходных данных проектирования

Таблица 2.1 Исходные данные для проектирования

Исходные данные	ПА3 3205	ЛА3 695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213
Количество	18	19	11	17	6	4
Среднесуточный пробег, км	185,6	185,7	324,8	116,3	198,8	155,2
Средний пробег с начала эксплуатации, км	553170	1266139	2560723	523350	802353	237456
Категория условий эксплуатации ПС	III	III	III	III	III	III
Режим работы подвижного состава, дни/год	365	365	365	255	255	255
Продолжительность транспортировки в капитальный ремонт и обратно, дни	2	2	2,5	2,2	1,5	1,8
Продолжительность капитального ремонта, дни	20	20	25	22	15	18
Нормативы периодичности, км:						
ТО-1	3200	3200	5000	3000	3000	4000
ТО-2	12600	12600	20000	10800	10800	16000
КР	400000	360000	600000	300000	300000	270000
Нормативы трудоемкости, чел·ч						
ЕО	0,7	0,95	1,0	0,6	0,5	0,5
ТО-1	5,5	5,5	7,5	6,3	2,6	4,0
ТО-2	18,0	24,0	31,5	19,6	10,3	15,0
ТР, чел·ч/1000км	5,3	6,5	6,8	6,7	3,9	4,0
Нормативы простоя в ТО и ТР, дни/1000км	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,5
Коэффициенты корректировки нормативов периодичности ТО и ТР						
K ₁ (учет условий эксплуатации)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
K ₂ (учет простоя автомобиля в ТО и ТР)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K ₃ (учет природных условий)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K ₄ (K' ₄) (учет удельной	1,8(1,3)	2,5(1,3)	2,5(1,3)	2,5(1,4)	2,5(1,4)	1,4(1,4)
	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15

трудоемкости ТР) K ₅ (учет размеров АТП)						
Коэффициенты корректировки нормативов трудоемкости ТО и ТР						
K ₁	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
K ₂	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K ₃	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K ₄	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4
K ₅	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15

2.2. Расчет программы ТО и ремонта машин

2.2.1. Корректировка нормативов

Перед началом расчетов программы необходимо нормативы, установленные положением для эталонных условий, скорректировать применительно к заданным условиям с учетом коэффициентов следующим образом:

$$L_1 = L'_1 \cdot K_1 \cdot K_3 = 3200 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 2560 \text{ км};$$

$$L_2 = L'_2 \cdot K_1 \cdot K_3 = 12600 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 10080 \text{ км};$$

$$L_{KP} = L'_{KP} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 400000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 320000 \text{ км}.$$

где L_1, L_2, L_{KP} - скорректированные нормативы пробега автомобиля до ТО-1, ТО-2 и КР соответственно, км;

L'_1, L'_2, L'_{KP} - нормативы пробега автомобилей в эталонных условиях до ТО-1, ТО-2 и КР соответственно, км;

K_1, K_2, K_3 - коэффициенты корректировки нормативов, учитывающие категорию условий эксплуатации, тип подвижного состава и климатический район соответственно.

Таблица 2.2 Скорректированные нормативы периодичности ТО-1, ТО-2 и КР

Пробег, км	ПАЗ- 3205	ЛАЗ-695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213
L ₁	2560	2560	4000	2400	2400	3200
L ₂	10080	10080	16000	8640	8640	12800
L _{КР}	320000	288000	480000	240000	240000	216000

2.2.2. Расчет количества технических воздействии за цикл эксплуатации подвижного состава

Количество ТО-2.

$$N_2' = L_{КР}' / L_2 = 320000 / 10080 = 32$$

Уточняем норму пробега до капитального ремонта за цикл:

$$L_{КР} = N_2 \cdot L_2 = 32 \cdot 10080 = 322560 \text{ км}$$

За цикл эксплуатации подвижного состава количество воздействий определим по формулам:

$$N_{КР} = L_{КР} / L_{КР} = 1;$$

$$N_2 = (L_{КР} / L_2) - N_{КР} = (320000 / 10080) - 1 = 31$$

$$N_1 = (L_{КР} / L_1) - N_{КР} - N_2 = (320000 / 2560) - 1 - 31 = 93;$$

$$N_{EOc} = L_{КР} / L_{cc} = 320000 / 185,6 = 1724;$$

$$N_{EOt} = (N_1 + N_2) \cdot 1,6 = (93 + 31) \cdot 1,6 = 198,4.$$

Таблица 2.3 Количество технических воздействий за цикл эксплуатации

Пробег, км	ПАЗ- 3205	ЛАЗ-695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213
N _{КР}	1	1	1	1	1	1
N ₂	31	27	29	27	27	16
N ₁	93	84	90	72	72	50
N _{EOc}	1724	1551	1478	2063	1207	1391
N _{EOt}	198,4	177,6	190,4	158,4	158,4	105,6

2.2.3. Определение количество ТО на парк автомобилей в год

Годовой пробег автомобиля, а, следовательно, программы и объема работ ТО и ремонтов не соответствует циклу. Поэтому технологический расчет выполним от цикла к году и далее к суткам и смене. Для перехода от цикла к году необходимо определить пробег подвижного состава за год:

$$L_{\Gamma} = D_{\text{раб. г.}} \cdot L_{\text{сс}} \cdot \alpha_{\Gamma\Gamma} = 365 \cdot 185,6 \cdot 0,87 = 58937 \text{ км}$$

$D_{\text{раб. г.}}$ - число дней работы предприятия в году;

$\alpha_{\Gamma\Gamma}$ - коэффициент технической готовности.

За цикл имеем:

$$\alpha_{\Gamma\Gamma} = \frac{D_{\text{эц}}}{D_{\text{эц}} + D_{\text{рц}}} = \frac{1724}{1724 + 250} = 0,87$$

$D_{\text{эц}}$ - число дней нахождения автомобиля в технически исправном состоянии;

$D_{\text{рц}}$ - число дней простоя автомобиля на ТО, ТР и КР.

Принимаем

$$D_{\text{эц}} = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{сс}}} = \frac{320000}{185,6} = 1724 \text{ дней.}$$

Число дней простоя автомобиля в ТО-2, ТР и КР за цикл:

$$D_{\text{рц}} = \frac{D_{\text{ТО-ТР}} \cdot L_{\text{кр}} \cdot K_4}{1000} + D_{\text{кр}} + D_{\text{тран}} = \frac{0,55 \cdot 320000 \cdot 1,3}{1000} + 20 + 2 \approx 250 \text{ дней}$$

где $D_{\text{ТО-ТР}}$ - нормативы простоя автомобиля в ТО-2 и ТР, дни/1000 км;

$D_{\text{кр}}$ - нормативный простой автомобиля в КР на авторемонтном заводе, дни;

$D_{\text{тран}}$ - число дней, затраченных на транспортирование подвижного состава на авторемонтное предприятие и обратно:

$$D_{\text{тран}} = (0,1 \dots 0,2) \cdot D_{\text{кр}} = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ дня.}$$

K_4 - коэффициент, корректирующий продолжительность простоя в ТО и ремонте в зависимости от пробега с начала эксплуатации.

Коэффициент перехода от цикла к году:

$$\eta = \frac{L_c}{L_y} = \frac{58937}{320000} = 0,184$$

Следовательно, на группу автомобилей годовое число технических воздействий:

$$N_{кр\Gamma} = N_{кр} \cdot \eta \cdot A_{и} = 1 \cdot 0,184 \cdot 18 = 3,3$$

$$N_{2\Gamma} = N_2 \cdot \eta \cdot A_{и} = 31 \cdot 0,184 \cdot 18 = 94,3$$

$$N_{1\Gamma} = N_1 \cdot \eta \cdot A_{и} = 93 \cdot 0,184 \cdot 18 = 308$$

$$N_{EOcc\Gamma} = N_{EOcc} \cdot \eta \cdot A_{и} = 1724 \cdot 0,184 \cdot 18 = 5709,9$$

$$N_{EO\Gamma} = N_{EO\Gamma} \cdot \eta \cdot A_{и} = 198,4 \cdot 0,184 \cdot 18 = 657,1$$

Таблица 2.4 Годовое количество воздействий на парк автомобилей

Пробег, км	ПАЗ- 3205	ЛАЗ- 695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213	Всего
α_T	0,87	0,87	0,8	0,91	0,86	0,89	
η_c	0,18	0,21	0,20	0,12	0,19	0,17	
$N_{кр}^c$	3,3	5,25	1,0	2,0	1,1	0,7	13,35
N_2^c	94,3	141,8	29,0	55,1	30,8	10,9	361,9
N_1^c	308,0	441,0	90,0	146,8	82,1	34,0	1101,9
$N_{EO\Gamma}^c$	657,1	932,4	190,4	323,1	180,6	71,8	2355,4
N_{EOcc}^c	5709,9	8142,8	1478,0	4208,5	1375,9	945,9	21861,0
L_c	58937	58969	94842	27142	43597	35223	318710

2.2.4. Определение программы диагностических воздействий на весь парк за год

Диагностирование Д-1 предназначено главным образом для определения технического состояния агрегатов, узлов и систем автомобиля обеспечивающих безопасность движения. Д-1 проводится, как правило, с периодичностью ТО-1.

Программа Д-1 на весь парк за год (количество автомобилей, диагностируемых при ТР составляет примерно 10% программы ТО-1 за год):

$$N_{Д-1} = \sum N_{1Г} + \sum N_{2Г} + 0,1 N_{1Г} = 1,1 N_{1Г} + N_{2Г} = 1,1 \cdot 1101,9 + 361,9 = 1574$$

Диагностирование Д-2 предназначено для определения мощностных и экономических показателей автомобиля, а также для выявления объемов ТР. Д-2 проводится с периодичностью ТО-2 и в отдельных случаях при ТР. Исходя из этого программа Д-2 на весь парк автомобилей за год составляет (количество автомобилей, диагностируемых при ТР принимают равным 20% годовой программы ТО-2):

$$N_{Д-2} = \sum N_{2Г} + 0,2 \sum N_{2Г} = 1,2 \sum N_{2Г} = 1,2 \cdot 361,9 = 434,3$$

2.2.5. Определение суточной программы ТО и диагностирования автомобилей

Суточная производственная программа является критерием выбора метода организации технического обслуживания (на универсальных постах или поточных линиях) и служит исходным показателем для расчета постов и линий ТО.

По видам ТО (ТО-1 и ТО-2) и диагностированию (Д-1 и Д-2) суточная производственная программа определяется по выражениям:

$$N_{i\text{ сум}} = \sum N_{i\text{ сум}}^c / D_{\text{раб.г.и}} = 361,9 + 1101,9 + 1574 + 434,3 / 365 = 9,5$$

где $D_{\text{раб.г.и}}$ - годовое число рабочих дней зоны, участка, предназначенных для выполнения того или иного вида ТО и диагностирования автомобилей.

2.3. Расчет объемов технических воздействий

2.3.1. Выбор и корректировка нормативов трудоемкостей

Нормативы трудоемкостей ТО и ТР Положением установлены для следующего комплекса условий: 1 категория эксплуатации; базовые модели автомобилей; климатический район умеренный; на АТП производится ТО и ремонт менее 100 единиц подвижного состава, составляющих три

технологически совместимые группы, АТП оснащено средствами механизации согласно таблице технологического оборудования.

Для других условий нормативы трудоемкостей ТО и ТР корректируются соответствующими коэффициентами:

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 = 0,7 \cdot 1,0 = 0,7 \text{ чел.-ч}$$

$$t_{TO-1} = t_{TO-1}^H \cdot K_2 \cdot K_4 = 5,5 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 7,7 \text{ чел.-ч}$$

$$t_{TO-2} = t_{TO-2}^H \cdot K_2 \cdot K_4 = 18 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 25,2 \text{ чел.-ч}$$

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 = 5,3 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 \cdot 1,15 = 10,2 \text{ чел.-ч/1000 км,}$$

где, K_4, K_5 – коэффициент, учитывающие количество технологически совместимых групп и условий хранения автомобилей.

Таблица 2.5 Скорректированы нормативы трудоемкости

Пробег, км	ПАЗ-3205	ЛАЗ-695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213
t_{EO} , чел.-ч	0,7	0,95	1	0,6	0,5	0,5
t_{TO-1} , чел.-ч	7,7	7,7	10,5	8,8	3,6	5,6
t_{TO-2} , чел.-ч	25,2	33,6	44,1	27,4	14,4	21,0
t_{TP} , чел.-ч/1000 км	10,2	12,5	13,1	12,9	7,5	7,7

2.3.2. Годовой объем работ по ТО и ТР

Объем работ (в человеко-часах) по EO_C , EO_T , $TO-1$ и $TO-2$.

$$T_{EO_m} = \sum N_{EO_m} \cdot t_{EO_T} = 657,1 \cdot 0,7 = 459,9 \text{ чел.-ч}$$

$$T_{1z} = \sum N_{1z} \cdot t_{TO-1z} = 308 \cdot 7,7 = 2371,6 \text{ чел.-ч}$$

$$T_{2z} = \sum N_{2z} \cdot t_{TO-2z} = 94,3 \cdot 25,2 = 2376,6 \text{ чел.-ч}$$

$$T_{EO_C} = N_{EO_C} \cdot t_{EO_{OM}} = 5709,9 \cdot 0,7 = 3996,9 \text{ чел.-ч}$$

Годовой объем работ ТР (в человеко-часах) определяют из выражения:

$$T_{TPz} = L_z \cdot A_{II} \cdot t_{TP} / 1000 \text{ чел.-ч}$$

$$T_{TPz} = 58937 \cdot 18 \cdot 10,2 / 1000 = 10820,8 \text{ чел.-ч}$$

Таблица 2.6 Годовой объем работ по ТО, ЕО и ТР за год по всему парку автомобилей

Пробег, км	ПАЗ-3205	ЛАЗ-695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213	Всего
$T_{EO_{mc}}$	459,9	885,8	190,4	193,9	90,3	35,9	1856,2
T_{1z}	2371,6	3395,7	945,0	1291,8	295,6	190,4	8490,1
T_2	2376,6	4764,8	1278,7	1509,7	443,5	228,9	10602,2
T_{TP_z}	10820,8	18427,8	6212,2	5952,2	1961,9	1084,9	44459,8
T_{EO_C}	3996,9	7735,7	1478,0	2525,1	688,0	473,0	16896,7

2.3.3. Распределение объемов работ ТО и ТР по производственным зонам

Для расчета объемов работ, выполняемых на постах зон ТО, ТР и производственных участках, а также для определения потребности в рабочей силе определенной специализации производится распределение годового объема работ по видам работ.

Таблица 2.7 Распределение объемов работ ТО и ТР по производственным зонам

Виды работ	ПАЗ-3205		ЛАЗ-695		ВОЛЬВО		КамАЗ 5320		ГАЗ 53		ГАЗ 32213	
	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ТО-1												
Общее диагностирование Д1	8	189,7	8	271,6	8	75,6	10	129,2	10	29,6	15	28,6
Крепежные, регулировочные, смазочные и др.	92	2181,3	92	3123,4	92	869,4	90	1162	90	266	15	162
ТО-2												
Общее диагностирование Д2	7	166,3	7	333,6	7	89,5	10	151,0	10	44,4	12	34,3
Крепежные, регулировочные, смазочные и др.	93	2209,7	93	4431,5	93	1189,5	90	1359	90	399	88	195

2.3.4. Расчет численности ремонтно-обслуживающего персонала

Технологически необходимое число рабочих обеспечивает выполнение годового объема работ ТО и ремонта, в общем или отдельно по каждому виду работ :

$$P_T = T_T / \Phi_T = 82305 / 2070 = 39,8 \text{ чел}$$

Принимаем $P_T = 40$ чел

где T_T - годовой объем работ по зоне ТО, ТР или участке, чел.-ч;

Φ_T - годовой фонд времени рабочего места или технологически необходимого рабочего, ч.

Штатное количество производственных рабочих, т. е. принимаемое предприятием с учетом потерь рабочих дней на отпуска, болезни и по другим причинам, определяется по формуле:

$$P_{ш} = T_T / \Phi_{ш} = 82305 / 1840 = 44,7 \text{ чел}$$

Принимаем $P_{ш} = 45$ чел

где $\Phi_{ш}$ - годовой фонд времени штатного рабочего.

Годовой фонд времени «штатного» рабочего определяет фактическое время, отработанное исполнителем на рабочем месте.

2.4. Расчет постов в производственных зонах и отделениях.

Подбор технологического оборудования и оснастки для них

2.4.1. Расчет зон ЕО, ТО-1, ТО-2 и диагностики

Для зон и отделений, выполняющих работы планового характера (ЕО, ТО-1, ТО-2) расчёт линий или постов ведётся по двум основным параметрам: такту и ритму производства.

Количество универсальных постов рассчитывается по формуле:

$$X_i = \tau_{mi} / R_i \cdot \eta,$$

где η - коэффициент использования рабочего времени поста;

τ_{ni} - такт поста (продолжительность простоя автомобиля на данном посту, необходимая для выполнения г-го вида технического воздействия).

Ритм производства в соответствии со смысловым значением этого параметра определяется по формуле:

$$R_i = 60 \cdot T_{iOB} / N_{ic},$$

где T_{iOB} - продолжительность смены зоны, линии или поста, ч;

N_{ic} - суточная программа данного вида воздействия, ед.

Расчет такта поста i-го назначения проводится по формуле:

$$\tau_{in} = (60 \cdot t_i / P_{in}) + t_{ПС},$$

где t_i - трудоемкость комплекса работ, составляющих вид технического воздействия, выполняемого на данном посту;

P_{in} - среднее количество рабочих, одновременно работающих на 1 посту, чел;

$t_{ПС}$ - продолжительность времени, затрачиваемого на постановку и съезда автомобиля с поста, мин. (принимают равным 1-3 мин.)

2.4.2. Расчет количества постов текущего ремонта

Для расчета количества постов ТР используют годовой объем постовых работ текущего ремонта.

При технологическом расчете определяется количество постов текущего ремонта для следующих зон и отделений:

- зона ТР (контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные и разборно-сборочные работы);
- малярное отделение;
- сварочное отделение;
- кузовное отделение;

- другие отделения в зависимости от производственной структуры конкретного АТП.

Таблица 2.8 Распределение трудоемкости текущего ремонта по видам работ

Виды работ	ПАЗ-3205		ЛАЗ-695		ВОЛЬВ О		КамАЗ 5320		ГАЗ 53		ГАЗ 32213	
	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч	%	чел.-ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Постовые работы												
Диагностир.	2	216	2	369	2	124	2	119	2	39	2	22
Регулиров. и разб.-сборочн.	2	292	2	497	2	167	3	208	3	687	3	358
	7	2	7	6	7	7	5	3	5		3	
Сварочные	5	541	5	921	5	311	4	238	4	78	4	44
Жестяницкие	2	216	2	369	2	124	3	179	3	59	2	22
Окрасочные	8	866	8	1474	8	497	6	357	6	118	8	87
Участковые работы												
Агрегатные	17	1839	17	3131	17	1056	18	1071	18	353	17	183
Слесарно-мех.	8	866	8	1474	8	497	10	595	10	196	10	109
Электротехническ.	7	757	7	1290	7	435	5	298	5	98	6	66
Аккумуляторные	2	216	2	369	2	124	2	119	2	39	2	22
Ремонт приборов систем питания	3	325	3	553	3	186	4	238	4	78	3	33
Шиномонтажные	2	216	2	369	2	124	1	59	1	20	1	11
Шиноремонтные	1	108	1	184	1	62	1	59	1	20	1	11
Кузнечно-рессорные	3	325	3	553	3	186	3	179	3	59	2	22
Медницкие	2	216	2	369	2	124	2	119	2	39	2	22
Сварочные	2	216	2	369	2	124	1	59	1	20	2	22
Жестяницкие	2	216	2	369	2	124	1	59	1	20	2	22
Арматурные	3	325	3	553	3	186	1	59	1	20	2	22
Обойные	3	325	3	553	3	186	1	59	1	20	2	22

Исходя из многообразия условий работы зоны ТР, особенно неравномерного распределения объемов по сменам, из всех рекомендуемых в

методических пособиях методов расчета для любых условий применима следующая формула:

$$X_{TP} = T_{TP}^{\varepsilon} \cdot \varphi \cdot K_{\max} / D_{PT} \cdot T_{CM} \cdot P_{II} \cdot \eta_{II} = 44459,8 \cdot 0,8 \cdot 0,6 / 365 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 0,8 = 3 \text{ поста}$$

T_{TP}^{ε} - годовая трудоемкость контрольных, крепежных, регулировочных работ, разборочно-сборочных работ, выполняемых на постах ТР, чел-ч;

φ - коэффициент, учитывающий возможность неравномерного поступления автомобилей в зону ТР в течение смены. Зависит от уровня совершенства планирования и управления производством ($\varphi=0,8$);

K_{\max} - коэффициент, отражающий долю работ, выполняемых в наиболее загруженную смену ($K_{\max}=0,5-0,6$);

D_{PT} - принятое количество дней работы в году постов ТР, дни;

T_{CM} - продолжительность рабочей смены, ч; $T_{CM}=7$ ч;

P_{II} - среднее количество рабочих, одновременно работающих на посту, чел.;

η_{II} - коэффициент использования рабочего времени поста за смену (0,75...0,90).

2.4.3. Подбор технологического оборудования и оснастка для производственных зон и отделений

К технологическому оборудованию относятся стационарные и переносные станки, стенды, приборы, приспособления и производственный инвентарь (верстаки, стеллажи, столы, шкафы), необходимые для обеспечения производственного процесса АТП. Технологическое оборудование по производственному назначению подразделяется на основное (станочное, демонтажно-монтажное и др.), комплектное, подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное, общего назначения (верстаки, стеллажи и др.) и складское.

Подбор оборудования проводится на основе каталогов и "Табеля технологического оборудования и специализированного инструмента", а также с учетом информации о выпуске нового прогрессивного оборудования.

Количество основного оборудования определяют или по трудоемкости работ и фонду рабочего времени оборудования или по степени использования оборудования и его производительности.

Составляется ведомость оборудования.

Определяемое расчетом по трудоемкости работ число единиц основного оборудования:

$$n_{OB} = T_{OB} / \Phi_{OB} \cdot P_{OB} \cdot \eta_{OB} = T_{OB} / D_{раб.з.} \cdot T_{см} \cdot C \cdot P_{OB} \cdot \eta_{OB} = \\ = 44459,8 / 365 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,8 = 6 \text{ ед.}$$

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

Φ_{OB} - годовой фонд времени рабочего места;

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

$D_{раб.з.}$ - число рабочих дней в году;

$T_{см}$ - продолжительность рабочей смены, ч;

C - число рабочих смен;

η_{OB} - коэффициент использования оборудования по времени, т.е. отношение времени работы оборудования в течение смены к общей продолжительности времени смены (в среднем составляет 0,75...0,90).

2.5. Расчет площадей производственных зон и отделений (участков)

2.5.1. Методы расчета производственных площадей

Площади производственных участков рассчитывают по площади помещения, занимаемой оборудованием, и коэффициенту плотности его расстановки.

Площадь агрегатного участка:

$$F_y = f_{об} \cdot K_{пл} = 35,4 \cdot 4,5 = 159,3 \text{ м}^2$$

где $f_{об}$ - суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования, м^2 ;

$K_{пл}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования

2.5.2 Расчет хранимых запасов и площадей производственных помещений

Для нормальной эксплуатации подвижного состава, его технического обслуживания и ремонта АТП должно иметь необходимый запас эксплуатационных материалов, запасных частей и других ценностей.

Перечень и размер запаса хранимых на АТП материалов зависит от уровня внешних кооперативных связей по ТО и ремонту подвижного состава, содержания производственно-технической базы, организационной структуры материально-технического снабжения в регионе и отрасли.

По своему назначению складские помещения могут использоваться для хранения:

- автомобильного топлива;
- смазочных материалов;
- автомобильных шин;
- лакокрасочных материалов;
- металлов;
- агрегатов;
- деталей и узлов;
- пиломатериалов;
- инструмента;
- кислорода и ацетилена в баллонах;
- прочих эксплуатационных материалов;

- автомобилей, агрегатов, узлов, деталей, шин, подлежащих списанию, капитальному ремонту, восстановлению;
- отработанных смазочных материалов, подлежащих регенерации;
- других ценностей.

Для расчета площади складских помещений предварительно по нормативам определяют количество (запас) хранимых запасных частей и материалов исходя из суточного расхода и продолжительности хранения. Далее по количеству хранимого подбирается оборудование склада (емкости для хранения смазочных материалов, насосы, стеллажи и пр.) и определяется площадь $f_{об}$ помещения, занимаемая этим оборудованием.

2.5.3. Склад смазочных материалов

Запас склада смазочных материалов определяется по каждому типу автомобиля и по каждой марке масла, т. е. для моторных, трансмиссионных, пластичных (консистентных) и специальных масел.

Запас смазочных материалов:

$$З_м = 0,01 \cdot Q_{сут} \cdot q_n \cdot D_з$$

где $Q_{сут}$ – суточный расход топлива, л;

q_n – норма расхода смазочных материалов на 100 л расхода топлива;

$D_з = 15$ – число дней запаса.

Суточный расход топлива автомобиля [14]:

$$Q_{сут.} = (Q_л + Q_м) \cdot \omega,$$

где $Q_л$ – расход топлива на линии;

$Q_м$ – суточный расход топлива на внутригаражное маневрирование и технические надобности (составляет менее 1% от $Q_л$);

ω – коэффициент, учитывающий принятое в АТС повышение или снижение нормы расхода топлива.

Суточный расход топлива на линейную работу подвижного состава рассчитывается по следующей формуле [14]:

$$Q_{\text{л}} = \frac{A_{\text{и}} \cdot \alpha_{\text{и}} \cdot L_{\text{сс}}}{100} \cdot q_{\text{н}},$$

где $A_{\text{и}}$ – списочное количество автомобилей, единиц;

$\alpha_{\text{и}}$ – коэффициент использования парка;

$L_{\text{сс}}$ – среднесуточный пробег одного автомобиля, км;

$q_{\text{н}}$ – линейный расход топлива по нормам, л/100 км.

$$Q_{\text{л}} = 0,01 \cdot 18 \cdot 0,87 \cdot 185,6 \cdot 34 = 988,2 \text{ л.}$$

$$Q_{\text{сут.}} = (988,2 + 9,9) \cdot 1,05 = 1048 \text{ л.}$$

$$З_{\text{м.м.}} = 0,01 \cdot 1048 \cdot 2,4 \cdot 15 = 377,3 \text{ л.}$$

$$З_{\text{тр.м.}} = 0,01 \cdot 1048 \cdot 0,3 \cdot 15 = 47,2 \text{ л.}$$

$$З_{\text{сп.м.}} = 0,01 \cdot 1048 \cdot 0,1 \cdot 15 = 15,7 \text{ л.}$$

$$З_{\text{конс.м.}} = 0,01 \cdot 1048 \cdot 0,2 \cdot 15 = 31,4 \text{ л.}$$

После определения запасов смазочных материалов необходимо подобрать ёмкости для свежих и отработанных масел и консистентных смазок.

Таблица 2.10 Расчет запаса смазочных материалов

Пробег, км	ПАЗ 3205	ЛАЗ 695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213	Всего
Нормативный линейный расход топлива $q_{\text{н}}$, л/100 км	34	44	31Д	25Д	24,5	16	
Списочное кол-во	18	19	11	17	6	4	
Среднесуточный пробег $L_{\text{сс}}$, км	185,6	185,7	324,8	116,3	198,8	155,2	
Расход топлива на линии, $Q_{\text{л}}$, л	988,2	1777,1	402,8	449,8	251,3	88,4	
Суточный расход топлива $Q_{\text{сут.}}$, л	1048,0	1866,6	423,0	472,5	264,0	92,8	
Нормы расхода:							
Моторные масла, л	2,4	2,4	4,0	2,8	2,1	1,8	
Трансмиссионные масла, л	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,15	
Специальные масла, л	0,1	0,1	0,2	0,15	0,1	0,05	

Пластичные смазки, кг	0,2	0,2	0,4	0,35	0,25	0,1	
Запас:							
Моторные масла, л	377,3	672,0	253,8	198,2	83,2	25,1	1609,6
Трансмиссионные масла, л	47,2	84,0	31,7	28,3	11,9	2,1	490,5
Специальные масла, л	15,7	28,0	12,7	10,6	4,0	0,7	71,7
Пластичные смазки, кг	31,4	56,0	25,4	24,8	9,9	1,4	148,9

Для моторного и трансмиссионного масел выбираем резервуары объемом $2,2 \text{ м}^3$

Площадь, занимаемая одним резервуаром:

$$F_p = D \cdot L = 1,0 \cdot 2,8 = 2,8 \text{ м}^2$$

Для специального масла и пластичных смазок выбираем резервуары объемом $0,2 \text{ м}^3$

Площадь склада смазочных материалов равна:

$$F_{\text{СКЛ.СМ}} = f_{\text{ОБ}} \cdot k_{\text{П}},$$

где $k_{\text{П}} = 2,5$ – коэффициент плотности расстановки оборудования [14].

$$F_{\text{СКЛ.СМ}} = 2 \cdot 3,0 \cdot 2,5 = 15,0 \text{ м}^2.$$

2.5.4. Склад резины

Площадь склада резины определяется исходя из того, что покрышки хранятся на стеллажах в два или три яруса в вертикальном положении вплотную одна к другой. Камеры могут храниться внутри покрышек (в комплекте) или отдельно на вешалках.

Площадь оборудования на складе резины будет включать площадь стеллажей и вешал с учетом количества ярусов.

Запас покрышек можно рассчитать по следующей формуле:

$$Z_{\text{РЕЗ}} = \frac{A_H \cdot \alpha_H \cdot L_{\text{СС}} \cdot x_K}{L} \cdot D_3;$$

где x_K – количество шин, используемых на автомобиле (без запасной);

$L = 60000$ – гарантийная норма пробега новой покрышки без ремонта ;

$D_3 = 15$ дней – число дней запаса.

$$Z_{\text{РЕЗ}} = \frac{18 \cdot 0,87 \cdot 185,6 \cdot 6}{60000} \cdot 15 = 4 \text{ шт.}$$

Таблица 2.14 Расчет запаса покрышек

Параметры	ПАЗ 3205	ЛАЗ 695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213	Всего
Списочное количество автомобилей A_H	18	19	11	17	6	4	75
Среднесуточный пробег $L_{\text{СС}}$, км	185,6	185,7	324,8	116,3	198,8	155,2	1166,4
Количество шин, используемых на автомобиле x_K , шт	6	6	6	10	6	6	
Гарантийная норма пробега новой покрышки $L_{\text{ЗН}}$, км	60000	60000	60000	45000	45000	33000	
Запас покрышек $Z_{\text{рез}}$: расчетное принятое	4,5 5	5,9 6	1,9 2	5,9 6	1,95 2	0,2 1	22

Длина стеллажей для хранения покрышек определяется из выражения:

$$l_{\text{СТ}} = Z_{\text{РЕЗ}}/n,$$

где $n = 6 \dots 10$ – количество покрышек на 1 погонный метр стеллажа при хранении в два яруса [14].

$$l_{\text{СТ}} = 22/8 = 2,75 \text{ м.}$$

Ширина стеллажа определяется размером покрышки $b_{\text{СТ}} = 0,5$ м.

Площадь занимаемая стеллажами равна:

$$f_{\text{ОБ}} = l_{\text{СТ}} \cdot b_{\text{СТ}}.$$

$$f_{\text{ОБ}} = 2,75 \cdot 0,5 = 1,375 \text{ м}^2.$$

Площадь склада равна:

$$F_{\text{СК.РЕЗ.}} = f_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{П.}}$$

$$F_{\text{СК.РЕЗ.}} = 1,375 \cdot 2,54 = 13,75 \text{ м}^2.$$

2.5.5. Склад запасных частей, агрегатов и материалов

Хранимый запас запасных частей, металлов и прочих материалов (в кг) определяется по формуле:

$$M_{\text{ЗП.ч.}} = \frac{A_H \cdot \alpha_H \cdot L_{CC}}{10000} \cdot \frac{a \cdot M_a}{100} \cdot D_3,$$

где M_a = масса автомобиля;

a = - процент расхода запчастей на 1000 км пробега;

D_3 = 15 дней – число дней запаса.

$$M_{\text{МЕТАЛЛОВ}} = \frac{18 \cdot 0,87 \cdot 185,6 \cdot 1,5 \cdot 4535 \cdot 15}{10000} = 296,6 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{Л.К.М.}} = \frac{18 \cdot 0,87 \cdot 185,6 \cdot 0,3 \cdot 4535 \cdot 15}{10000} = 59,3 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{ПРОЧ.МАТ.}} = \frac{18 \cdot 0,87 \cdot 185,6 \cdot 0,45 \cdot 4535 \cdot 15}{10000} = 89,0 \text{ кг.}$$

Площадь пола, занимаемая стеллажами для хранения запасных частей, агрегатов, материалов и металлов:

$$f_{CT} = M / m_C,$$

где M - масса хранимых ценностей, кг;

m_C - допускаемая нагрузка на 1 м² площади стеллажа, составляющая для запасных частей 600 кг/м², прочих материалов - 250 кг/м², агрегатов - 500 кг/м², металла - 600-700 кг/м².

Таблица 2.15 Расчет хранимых запасов запасных частей, агрегатов и материалов

Зап.частей, агрегатов и материалов	ПАЗ 3205	ЛАЗ 695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213	Всего
Списочное кол-во автобусов Аи	18	19	11	17	6	4	75
Среднесуточный пробег L_{cc} , км	185,6	185,7	324,8	116,3	198,8	155,2	1166,4
Средний расход на 10000 км пробега, %:							

Зап.частей	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	
Металлы и мет.изд.	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,0	
ЛК изделия и химикаты	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	1,0	
Прочие мат-лы	0,45	0,45	0,45	0,2	0,2	0,45	
Хранимый запас:							
Зап.частей	296,6	621,3	233,9	382,1	98,5	32,9	1665,3
Металлы и мет. изделия	296,6	621,3	233,9	248,4	64,0	13,2	1477,4
ЛК изделия и химикаты	59,3	124,3	46,8	38,2	9,9	13,2	291,7
Прочие мат-лы	89,0	186,4	70,2	38,2	9,9	5,9	399,6

Таблица 2.16 Расчет площади пола

Оборудование	М, кг	м _с , кг/м ²	f _{об} , м ²
Зап.частей	1665,3	600	2,78
Металлы и мет.изд.	1477,4	650	2,27
ЛК изделия и химикаты	291,7	250	1,17
Прочие мат-лы	399,6	250	1,59
Всего:	3834,0	-	7,81

Площадь склада запасных частей и материалов:

$$F_{ск} = f_{об} \cdot K_{П} = 7,81 \cdot 2,5 = 19,5 \text{ м}^2$$

2.5.6. Расчёт площади зоны хранения (стоянки) автомобилей

При укрупненных расчетах площадь зоны хранения автомобилей рассчитывают по формуле [14]:

$$F_X = f_a \cdot A_{СТ} \cdot K_{П},$$

где f_a - площадь занимаемая автомобилем в плане (по габаритным размерам), м² ;

$A_{СТ}$ - число автомобиле-мест хранения;

$K_{П} = 2,7-3,0$ - коэффициент плотности расстановки автомобиле-мест хранения

Таблица 2.17 Расчет площади стоянки автобусов

Параметры	ПАЗ 3205	ЛАЗ 695	ВОЛЬВО	КамАЗ 5320	ГАЗ 53	ГАЗ 32213	Всего
Площадь, занимаемая автобусом в плане, f_a , m^2	18,5	22,8	30,5	18,6	10,7	8,25	
Число автомобиле- мест хранения, Аст	18	19	11	17	6	4	75
Коэффициент плотности, Кп	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	
Площадь зоны хранения автобусов F_x , m^2	899,1	1539	411,75	853,74	173,34	89,1	3966,03

2.6 Охрана труда

Каждое предприятие вынуждено вести большую работу по обеспечению своей безопасности. Возможные угрозы исходят из самых разных сфер, поэтому в понятие комплексной защиты непременно должны входить решения, обеспечивающие безопасность физическую, противопожарную, внутреннюю, экономическую, финансовую, технологическую, правовую и др. Независимая работа по каждому отдельному направлению сегодня признаётся неэффективной. Это объясняется высоким уровнем современных систем безопасности и их возможностью интегрироваться и объединяться.

На защиту предприятия специалисты предлагают выставить самые современные технологии, которые будут реализованы в виде комплексной системы безопасности, включающей:

- системы контроля и управления доступом (СКУД),
- видеонаблюдение,
- охранную и пожарную сигнализации,

- системы оповещения,
- охрану периметра.

При использовании самых передовых и масштабных комплексов предприятие может получить полноценную систему управления всеми имеющимися инженерными коммуникациями, что позволит автоматизировать контроль и добиться максимально высокого уровня безопасности на объекте.

Современный охранный комплекс представляет собой совокупность ряда систем и отдельных технических средств охраны, объединенных единым программным комплексом. Общая информационная среда, общая база данных, единый пульт контроля и управления работой системы – всё это в перспективе заметно снижает издержки на содержание большого штата сотрудников специальных служб, контролирующих безопасность отдельно по каждому направлению.

Набор необходимых средств защиты и элементов комплекса заказчик вправе выбирать самостоятельно. Сегодняшние возможности нисколько не ограничивают проектировщиков таких систем в функциональности и масштабности комплексов, поэтому уровень защиты предприятия может быть сколь угодно высоким.

Первая ступень этого вида контроля осуществляется благодаря соответствующей деятельности непосредственного руководителя сотрудников в функциональном подразделении. В это же время за осуществление второй ступени отвечает начальник функционального подразделения. Третья ступень контроля по охране труда находится в сфере деятельности специальных комиссий.

Руководство трёхступенчатым контролем по охране труда на предприятии находится в руках руководителя предприятия, а также органов охраны труда.

Как отмечалось ранее, за первой ступенью контроля по охране труда должен следить непосредственный начальник определённого числа

сотрудников в функциональном отделении. При этом он отвечает за контроль деятельности только тех лиц, которые находятся у него в подчинении. На этом этапе проверяется достаточно большое количество моментов:

Являются ли проезды, проходы и переходы достаточно свободными;

Определение в полной ли мере были выполнены те требования и рекомендации, которые были даны в результате предыдущего контроля;

Контроль за наличием, а также расположением инструментов, материалов, а также аппаратуры;

Определение того, насколько безопасно то оборудование, которое используются на предприятии;

Проверка исправности вентиляции. Кроме этого желательно проверить достигает ли уровень вентиляции необходимо в соответствии с нормами показателя;

Контроль за соблюдением сотрудниками правил электробезопасности;

Наличие на предприятии инструкций по охране труда последнего образца, а также соблюдение находящихся в них предписаний;

Соблюдение правил противопожарной безопасности. В частности знание персоналом правил работы с пожароопасными материалами, аппаратурой и инструментами;

Контроль за работой сотрудников с вредными и взрывоопасными веществами;

Наличие необходимого количества средств индивидуальной защиты, их исправность, а также умение персонала им пользоваться;

Контроль за наличием у сотрудников предприятий необходимых документов (удостоверений) по охране труда, выдачей нарядов для тех работников, которые отправляются на выполнение действий, сопровождающихся дополнительными опасностями.

В соответствии с проведённой проверкой оформляется журнал, где указывается сам факт проверки и её результаты. Данный документ должен

храниться у руководителя предприятия или же начальника одного из функциональных подразделений.

Вторая ступень контроля осуществляется под руководством начальника структурного подразделения. Контроль должен проводиться еженедельно в соответствии с графиком, который утверждается начальником структурного подразделения вместе со специалистами по охране труда. В процессе такого контроля проверяются следующие моменты:

Непосредственно выполнение мероприятий, прописанных в первой и второй ступенях контроля;

Исправность той аппаратуры, которая используется сотрудниками в процессе их профессиональной деятельности на предприятии. Также оборудование должно полностью соответствовать нормативной документации;

Выполнение всех правил, касающихся сроков ремонта оборудования предприятия, а также вентиляции установок;

Соблюдение сотрудниками всех правил пожарной безопасности и электробезопасности;

Выполнение всех тех предписаний, которые указаны в распорядительной документации по охране труда;

Наличие в полном объёме средств используемых для индивидуальной и групповой защиты сотрудников, а также тех средств, которые применяются для предотвращения чрезвычайных ситуаций, а также подавления последствий разного рода аварий. Помимо этого в процессе проведения второй ступени контроля следует проверять исправность всех этих защитных средств;

Наличие на предприятии всех необходимых плакатов и стендов по охране труда, а также их состояние. Помимо этого в обязательном порядке на нужных местах должны иметься специальные цветные наклейки, а также стикеры со знаками безопасности;

Контроль за работой сотрудников с пожаровзрывоопасными и вредными материалами и веществами;

Правильность использования сотрудниками средств индивидуальной защиты, а также спецодежды;

Своевременность проведения инструктажей по безопасности труда с каждым из работников предприятия, обязанным его пройти;

Состояние санитарно-бытового оборудования и помещений;

Полноценность обеспечения сотрудников лечебно-профилактическим питанием, молоком, а также прочими средствами, применяемыми для профилактики возникновения профессиональных заболеваний;

Правильность следования рациональному режиму труда и отдыха.

Данные, полученные во время проведения второй ступени контроля необходимо заносить в соответствующий журнал.

Третья ступень должна проводиться 1 раз каждый месяц. Ответственность за неё несёт комиссия по охране труда. В процессе данной проверки необходимо установить следующее:

Полноту выполнения мероприятий в соответствии с первой и второй ступенями контроля;

Точность и полноту выполнения всех мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Реализация всех пунктов коллективных договоров, а также документов, регламентирующих охрану труда;

Точность исполнения всех предписаний, которые внесены в распорядительную документацию по охране труда;

Техническое состояние каждого функционального подразделения, входящего в состав предприятия;

Выполнение предписаний, установленных после произошедших ранее групповых и тяжёлых несчастных случаев;

Степень эффективности функционирования вентиляционных установок на предприятии;

Соответствие каждой единицы оборудования всем техническим параметрам, регламентируемым нормативной документацией по охране труда;

Наличие на предприятии количества средств индивидуальной защиты, достаточного обеспечить ими каждого сотрудника. Также проверяется правильность их ремонта, хранения, чистки, стирки и выдачи;

Полнота организации лечебно-профилактического обслуживания всех сотрудников предприятия;

Наличие достаточного количества санитарно-бытовых помещений, а также приспособлений;

Наличие и состояние стендов, касающихся охраны труда. Своевременность их замены, а также их состояние;

Состояние тех помещений, которые отведены для организации в них кабинетов охраны труда;

Полноту подготовленности каждого сотрудника предприятия к рациональным действиям, регламентируемым в нормативных документах, во время аварийных ситуаций;

Качественность и своевременность проведения с сотрудниками предприятия инструктажей и курсов обучения по безопасности труда;

Полноту соблюдения трудовой дисциплины. Следование рациональному режиму труда и отдыха работниками предприятия.

После проведения проверки комиссией составляется соответствующий акт. В том случае, если в процессе проведения проверки были выявлены какого-либо рода нарушения, то составляется предписание.

2.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

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

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание проектируемой конструкции

За основу проектируемой конструкции стенда для разборки и сборки редуктора принимаем используемый на предприятии стенд собственного изготовления. Основной причиной выбора данной конструкции является его технологическая равноценность существующим аналогам стендов, возможность модернизации и отсутствие необходимости в покупке оборудования.

Выбранная конструкция стенда для разборки и сборки редуктора заднего моста отвечает всем предъявляемым требованиям, основанным на существующем модельном ряде автомобилей предприятия. Конструкция имеет ряд преимуществ над существующими прототипами, а в частности ориентацией на удобство при разборке и сборке редукторов среднего и заднего мостов автомобиля КамАЗ. Также эту конструкцию возможно модернизировать собственными силами.

Проектируемая конструкция стенда для разборки и сборки редуктора заднего (среднего) моста будет состоять из следующих элементов:

1. Опорная крестовина, закрепляемая при помощи фундаментных болтов к полу отделения;
2. Основание, выполненное из трубы;
3. Механизма вращения вокруг вертикальной оси;
4. Плита на которой монтируется каркас стенда и расположен поддон для сбора масла;

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист //	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Насибуллин			Установка для сборки и разборки редукторов <i>Пояснительная записка</i>	Лит.	Лист
Провер.		Медведев					1
Рценз.						Казанский ГАУ	
Н.Контр.		Медведев					
Утв.		Адигамов					

5. Каркас выполненный в виде рамы-вилки;
6. Червячный редуктор;
7. Корпус с опорным валом;
8. Кронштейны для фиксации редуктора.

Принцип работы станда таков от рукоятки 1 закрепленной на конце ведущего вала 2 червячного редуктора 3 крутящий момент передается через червяк на червячное колесо. Далее через дополнительную опору 5 ведомый вал 4 передает крутящий момент на кронштейн 6 закрепленный на его конце.

Кронштейны закреплены на ведомом валу червячного редуктора и опорном валу корпуса. Кронштейны имеют специальные приспособления позволяющие жестко закреплять редуктор за отверстия фланца.

Во время работы ремонтируемый редуктор остается неподвижным за счет самотормозящего эффекта создаваемого червячным редуктором. При необходимости редуктор можно повернуть вокруг оси на любой угол, при этом он останется неподвижным.

Для увеличения стандартизации изделия можно использовать стандартный червячный редуктор.

Опора с подшипниками и червячный редуктор крепятся болтами к двум поперечинам, имеющим профиль швеллера. Поперечины приварены к каркасу станда.

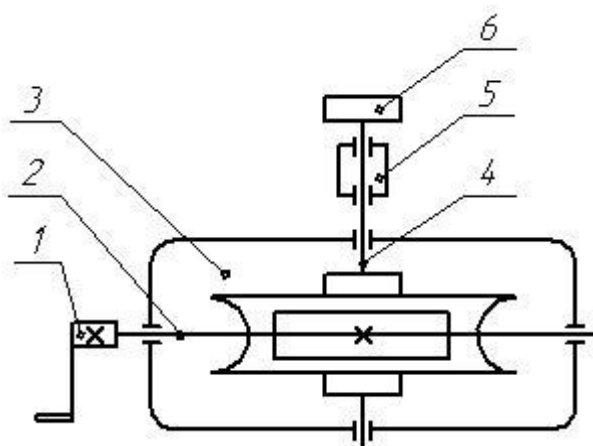
Модернизация существующего станда заключается в улучшении условий мобильности труда, а именно все существующие подобные станды позволяют вращать ремонтируемый редуктор лишь вокруг горизонтальной оси. При этом крепеж, который необходимо открутить при разборке находится вокруг вертикальной оси. Вращение стола станда вокруг вертикальной оси позволяет работнику оставаться на месте. При этом, если в операциях по разборке участвует гайковерт, то нет необходимости в прокладывании дополнительных кабелей или шлангов.

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

3.2 Расчет конструкции

3.2.1 Энергетический и кинематический расчет привода

Энергетический и кинематический расчёты привода [5] сводятся к выбору червячного редуктора усиливающего прилагаемую работу работника к рукоятке стенда, к определению мощностей, угловых скоростей и крутящих моментов на валах.



1 – рукоятка; 2 - ведущий вал; 3 - редуктор червячный; 4- ведомый вал; 5 - дополнительная опора; 6 - кронштейн.

Рисунок 3.1 Кинематическая схема стенда

Ввиду того, центр тяжести разбираемого двигателя будет изменять свое положение относительно центра вращения в ходе разборки - сборки, необходимо определить расстояние, при котором центр тяжести будет находиться на максимальном удалении. Примем это расстояние равным 84 мм.

Принимаем, что центр масс двигателя расположен на оси вращения. Мощность на рабочем валу стенда ($N_{р.в.}$, кВт) определяем по формуле [2]:

					$N_{р.в.} = \frac{G_p \cdot A \cdot n_{р.в.} \cdot \pi}{60}$	Лист
					ВКР 2.3006.03.017.18 00.00.00 ПЗ	(3.1)
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

где G_p – вес редуктора. Масса редуктора в сборе, автомобиля КамАЗ, составляет 182 кг. $G_p = m \cdot g = 182 \cdot 9,8 = 1783,6$ Н.;

A – максимальное расстояние между центром тяжести редуктора и центром вращения. Учитывая геометрическое расположение редуктора на стенде принимаем равным 120 мм = 0,12 м;

$n_{p.v.}$ - частота вращения рабочего вала, $n_{p.v.} = 6,5$ мин⁻¹.

$$N_{p.v.} = \frac{1783,6 \cdot 0,12 \cdot 6,5 \cdot 3,14}{30 \cdot 1000} = 0,14 \text{ кВт}.$$

Потребная мощность на первом валу привода, кВт:

$$N_1 = N_{p.v.} / \eta_{пр}, \quad (3.2)$$

где $\eta_{пр}$ – КПД привода. КПД определяем по формуле:

$$\eta_{пр} = \eta_{чр} \cdot \eta_{п}^3, \quad (3.3)$$

где $\eta_{чр}$ - КПД червячного редуктора, $\eta_{чр} = 0,8$ [8];

$\eta_{п}^2$ - КПД опорных пар (подшипников качения), принимаем $\eta_{п} = 0,99$ [8].

$$\eta_{пр} = 0,8 \cdot 0,99^2 = 0,78.$$

$$N_1 = 0,14 \cdot 0,78 = 0,11 \text{ кВт}.$$

Используя выше приведенную формулу по определению мощности на рабочем валу редуктора, определяем мощность на входном валу.

Усилие прилагаемое человеком к рукоятке стенда в среднем равно 15 кг, т.е 150 Н. Расстояние от точки приложения до оси ведущего вала 170 мм = 0,17 м.

Передаточное отношение червячной передачи (i) определяется по формуле:

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

$$i = \frac{n_{\text{ч}}}{n_{\text{чк}}} = 10, \quad (3.4)$$

где $n_{\text{ч}}$, $n_{\text{чк}}$ - соответственно частота вращения червяка и червячного колеса, мин^{-1} .

Преобразуя формулу (3.3) определим частоту вращения червяка:

$$n_{\text{ч}} = n_{\text{чк}} \cdot i = 6,5 \cdot 10 = 65 \text{ мин}^{-1}.$$

Определяем мощность на входном валу ($N_{\text{в.в.}}$, кВт):

$$N_{\text{в.в.}} = \frac{G_{\text{р}} \cdot A \cdot n_{\text{в.в.}} \cdot \pi}{30 \cdot 1000} = \frac{150 \cdot 0,17 \cdot 65 \cdot 3,14}{30 \cdot 1000} = 0,17 \text{ кВт}.$$

Для определения геометрических параметров червячного редуктора определим крутящий момент червячного колеса ($T_{\text{р.в.}}$, Н·м):

$$T_{\text{р.в.}} = \frac{N_{\text{р.в.}}}{\omega_{\text{р.в.}}}, \quad (3.5)$$

где $\omega_{\text{р.в.}}$ - угловая скорость, рад^{-1} :

$$\omega_{\text{р.в.}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{р.в.}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 6,5}{30} = 0,68 \text{ рад}^{-1}, \quad (3.6)$$

$$\omega_{\text{в.в.}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{в.в.}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 65}{30} = 6,8 \text{ рад}^{-1}$$

$$T_{\text{р.в.}} = \frac{0,14 \cdot 10^3}{0,68} = 205 \text{ Н} \cdot \text{м} = 205 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Определим крутящий момент ведущего вала ($T_{\text{в.в.}}$, Н·м):

$$T_{\text{в.в.}} = \frac{T_{\text{р.в.}}}{u \cdot \eta} = \frac{205}{10 \cdot 0,8} = 25,6 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.7)$$

Определяем межосевое расстояние ($a_{\text{в}}$, мм) из условия контактной

выносливости:

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

$$a_w = \left(\frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{z_2}{q}} \cdot [\sigma_H] \right)^2} \cdot T_{pv} \cdot K, \quad (3.8)$$

где $[\sigma_H]$ – контактное напряжение. Принимаем $[\sigma_H] = 150 \text{ МПа}$, при материале червяка Сталь 45 с закалкой до твердости не менее HRC 45, и венца червячного колеса бронзу БрА9ЖЗЛ, при скорости скольжения в зацеплении $v_s = 5 \text{ м/с}$;

q – предварительный коэффициент диаметра червяка, $q = 8$ [8];

z_2 – число зубьев червячного колеса:

$$z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 10 = 10. \quad (3.9)$$

K – коэффициент нагрузки, $K = 1,2$ [8].

$$a_w = \left(\frac{10}{8} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{170}{\frac{10}{8}} \cdot 150 \right)^2} \cdot 205 \cdot 1.2 = 61 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное межосевое расстояние $a_w = 63 \text{ мм}$ (ГОСТ 2144-76).

Определяем значение модуля (m , мм) по формуле:

$$m = \frac{2 \cdot a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 63}{10 + 8} = 7. \quad (3.10)$$

Принимаем по ГОСТ 2144-76 стандартное значение модуля $m = 8 \text{ мм}$.

Определяем основные геометрические размеры червяка и червячного колеса:

делительный диаметр червяка:

					$d_1 = m \cdot z_1 = 8 \cdot 1 = 8 \text{ мм}$	Лист
					$d_{a1} = d_1 + 2m = 8 + 2 \cdot 8 = 24 \text{ мм}$	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР-23-03-03-017.18 00.00.00 ПЗ	7

делительный диаметр червячного колеса:

$$d_2 = z_2 \cdot m = 10 \cdot 8 = 80 \text{ мм.}$$

Определяем диаметр выходного конца ведущего вала:

$$d_{в1} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{вв}}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{25,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 17,2 \text{ мм.} \quad (3.11)$$

Принимаем диаметр равный 18 мм.

Определяем диаметр выходного конца рабочего вала:

$$d_{в2} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{рв}}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{205 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 34,4 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр равный 35 мм.

Результаты кинематического расчета сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 Результаты кинематического расчета

Вал редуктора	Частота вращения (n), мин ⁻¹	Угловая скорость (ω) , с ⁻¹	Мощность (N) , кВт	Крутя щий момент (T), Н·м
входной вал редуктора	65	6,8	0,17	25,6
рабочий вал стенда	6,5	0,68	0,14	205

Результатам кинематического расчета из существующих конструкций червячных редукторов более всего подходит редуктор марки ЧМ-63.

3.2.2 Расчет шпоночного соединения

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

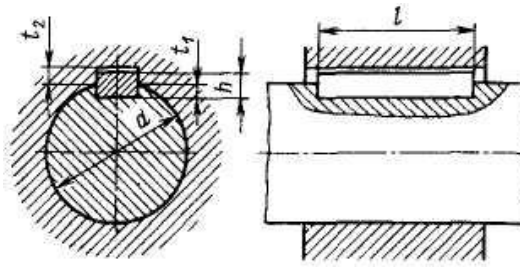


Рисунок 3.2 Схема шпоночного паза

Диаметр вала равен 35 мм. Выбираем шпонку призматическую 10x8x20 ГОСТ 23360-78 [2].

Напряжение смятия узких граней шпонки не должно превышать допустимого, т.е. должно удовлетворяться условие [2]:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F}{A_{\text{см}}} \leq [\sigma]_{\text{см}}, \quad (3.12)$$

где F – сила, действующая на шпонку, Н;

$A_{\text{см}}$ – площадь смятия, м^2 ;

$[\sigma]_{\text{см}}$ – допустимое напряжение смятия при стальной ступице Сталь 45 ГОСТ 1058-88 и спокойной нагрузке, МПа. $[\sigma]_{\text{см}} \leq 100$ МПа [2].

$$F = \frac{2 \cdot T_{\text{пв}}}{d} = \frac{2 \cdot 205}{0,035} = 11710 \text{ Н}, \quad (3.13)$$

где T – передаваемый крутящий момент, Н·м;

d – диаметр вала в месте установки шпонки, м;

$$A_{\text{см}} = (h - t_1) \cdot l_p = (8 - 5) \cdot 20 = 60 \text{ мм}^2 = 0,0060 \text{ м}^2, \quad (3.14)$$

где h – высота сечения шпонки, м;

t_1 – глубина паза вала, м;

l_p – рабочая длина шпонки, м. Для шпонки с плоскими торцами $l_p = l = 20$ мм [8];

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{11710}{0,060} = 0,2 \text{ МПа} \leq 100 \text{ МПа} .$$

Условие выполнено.

3.4 Экономическое обоснование разрабатываемого устройства

3.4.1 Расчёт массы и стоимости устройства

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_{\text{к}} + G_{\text{г}}) \cdot K \quad (3.15)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

$G_{\text{г}}$ – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.1.

$$G = (66+20) \cdot 1,1 = 94,6 \text{ кг}.$$

Принимаем массу конструкции проектируемой установки $G = 95 \text{ кг}$.

$$C_{\text{б}} = (G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{ИД}}) \cdot K_{\text{НАЧ}}, \quad (3.16)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов;

$C_{\text{з}}$ – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб,
($C_{\text{з}} = 0,02 \dots 0,15$), [2] ;

E – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

C_M – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_M=50$ руб/кг;

$C_{ПД}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб;

$K_{НАЧ}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{НАЧ} = 1,1 \dots 1,4$, [2].

$$C_B = (66 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 7800) \cdot 1,13 = 12553 \text{ руб.}$$

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности разрабатываемого устройства и их сравнение

Часовая производительность конструкции определяется по формуле:

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ц}}} \quad (3.17)$$

где t – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

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

$$W_{+1} = 60 \cdot (0,8/16) = 3 \text{ ед/час}$$

$$W_{+0} = 60 \cdot (0,8/24) = 2 \text{ ед/час}$$

В таблице 3.1 представлены технико-экономические показатели разрабатываемой и существующей установки.

Таблица 3.1 – Техничко-экономические показателей конструкций

									Лист
									10
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ				

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемый
Масса конструкции, кг	100	95
Балансовая стоимость конструкции, руб.	13000	12553
Потребная мощность, кВт	0	0
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел.ч.	150	150
Норма амортизации, %	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Годовая загрузка конструкции, ч	100	100
Срок службы, лет	10	10
Часовая производительность, шт/час	2	3

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

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q} \quad (3.18)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_q – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.18) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{0}{3} = 0 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{0}{2} = 0 \quad \text{кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

		Металлоемкость процесса определяют по формуле:			Лист
		ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ			12
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$M_e = \frac{G}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.19)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{95}{3 \cdot 100 \cdot 10} = 0,027 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{100}{2 \cdot 100 \cdot 10} = 0,05 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.20)$$

где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{12553}{3 \cdot 100} = 41,84 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{13000}{2 \cdot 100} = 65 \text{ руб/ед.}$$

					Грудоёмкость процесса определяется по формуле:	ВКР 29.03.03.017:18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			13

$$T_e = \frac{n_p}{W_q} \quad (3.21)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{3} = 0,33 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.22)$$

где $C_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e \quad (3.23)$$

где Z – часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зп}0} = 150 \cdot 0,33 = 50 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 150 \cdot 0,5 = 75 \text{ руб./ед}$$

					Затраты на электроэнергию определяют по формуле:	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	14

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}} \quad (3.24)$$

где $C_{\text{э}}$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт, $C_{\text{э}}=2,88$.

$$C_{\text{э}0} = 2,88 \cdot 0 = 0 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{э}1} = 2,88 \cdot 0 = 0 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.25)$$

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

Полученные значения подставим в формулу:

$$C_{\text{рто}0} = \frac{12553 \cdot 10}{100 \cdot 3 \cdot 100} = 4,18 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто}1} = \frac{13000 \cdot 10}{100 \cdot 2 \cdot 100} = 6,5 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.26)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{12553 \cdot 10}{100 \cdot 3 \cdot 100} = 4,18 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{13000 \cdot 10}{100 \cdot 2 \cdot 100} = 6,5 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу:

$$S_0 = 50 + 0 + 4,18 + 4,18 = 58,36 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 75 + 0 + 6,5 + 6,5 = 88 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.27)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1$);

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 58,36 + 0,14 \cdot 41,84 = 64,64 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 88 + 0,14 \cdot 65 = 97,75 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}} \quad (3.28)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (88 - 58,36) \cdot 3 \cdot 100 = 8892 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta K \quad (3.29)$$

$$E_{\text{год}} = 8892 - 0,15 \cdot 447 = 8825 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}$$

(3.30)

$$T_{\text{ок}} = \frac{12553}{8892} = 1,4 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\Delta_{\text{год}}}{C_6} \quad (3.31)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{8892}{12553} = 0,7$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект
1	2	3	4
1	Часовая производительность, ед/ч	2	3
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	65	41,84
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	0	0
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,05	0,027
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,5	0,33
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	88	58,36
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	97,75	64,64
8	Годовая экономия, руб./ед.	8892	
9	Годовой экономический эффект, руб.	8825	
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,4	
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,7	

Как видно из таблицы 3.5 спроектированная установка является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,4 года, и коэффициент эффективности равен: 0,7.

ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	16

ВЫВОДЫ

					ВКР 23.03.03.017.18 00.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В результате проведенных проектных работ был спроектирован стенд для разборки и сборки редукторов.

Экономический анализ показал, что внедрение установки позволит получить годовой экономический эффект 8825 руб., при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 1,4 года.

Также в материалах ВКР были предложены рекомендации по организации технического обслуживания, направленные на повышение безопасности жизнедеятельности и снижения вредных выбросов в окружающую среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. / В.И. Анурьев 5-е изд. перераб. и доп. М: Машиностроение 1979г. в 3-х томах.
2. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. /Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев// - Казань, 2009. – 64 с.
3. Булгариев Г.Г. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий в дипломных проектах. /Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, М.Н. Калимуллин// - Казань, 2011.
4. Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций. Учебное пособие для технических вузов. /А.А. Вайнсон Изд. 2-е, перераб. И доп. -М., "Машиностроение", 1976-150 с
5. Воронцов А.И. Охрана природы / А.И. Воронцов-М: Высшая школа, 1977 - 408с.
6. Гуревич А.М. Справочник сельского автомеханика / А.М. Гуревич, Н.В. Зайцев - 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Росагропромиздат, 1990.-224 с.
7. Гуревич Д.Ф. Трубопроводная арматура: Справочное пособие. / Д.Ф. Гуревич 2-е изд., перераб. И доп. Л: Машиностроение, 1981.
8. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие специальности "технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе". Под редакцией К.А. Хафизова. Казань - 2004. -316с.
9. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка./ С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Колос, 1984. - 351 с.
10. Методика анализа хозяйственной деятельности предприятий АПК в дипломных проектах по специальности "Механизация сельского хозяйства", КСХИ-Казань 1988г.
11. Матвеев В. А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А.Матвеев, И. И.Пустовалов. - М.: Колос, 1979г. - 248 с.
12. Канарев Ф. М. Охрана труда./ Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А.

- Пережогин и др. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1988. - 351 с.
13. Охрана труда в сельском хозяйстве М.Колос, 1983 - 541 с.
14. Поляков В.С. Справочник по муфтам./ В.С.Поляков, И.Д. Барбаш, О.А.Ря-ховский,- 2-е изд., испр. и доп. - Л.: Машиностроение, 1979.-344с.
15. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов. / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов и др. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 560 с.
16. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка/С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; Под общ. ред. С.А. Иофинова. - М., Агропромиздат. 1985.-272 с.
17. Степин П.А. Сопротивление материалов / П.А.Степин ~ 8-е изд. ~ М.: Вйсш.шк., 1988.-367 с.
18. Федоренко В. А. Справочник по машиностроительному черчению. /В. А. Федоренко, А. И. Шошин- 14-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние. 1983. - 416 с.

СПЕЦИФИКАЦИИ