

**Министерство сельского хозяйства РФ**  
**Департамент научно-технологической политики и образования**  
**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

**Направление:** «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

**Профиль:** «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (СХ)»

**Кафедра:** «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
**на соискание степени «бакалавр»**

**Тема: «Проект пункта ТО с разработкой стенда для разборки и сборки заднего моста автомобиля КАМАЗ»**

Шифр      СРСЗМ 18.13.00 ПЗ

Студент	<u>3451с группа</u>	<u>подпись</u>	<u>Давлетшин А.И.</u>
			<u>Ф.И.О.</u>
Руководитель	<u>ст. преподаватель</u>	<u>подпись</u>	<u>Хафизов Р.Н.</u>
			<u>Ф.И.О.</u>

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(Протокол № 6 от 12 февраля\_2018 г.)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	<u>подпись</u>	<u>Хафизов К.А.</u>
	<u>ученое звание</u>		<u>Ф.И.О.</u>

Казань – 2018 г.

**Министерство сельского хозяйства РФ**  
**Департамент научно-технологической политики и образования**  
**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

**Направление:** «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

**Профиль:** «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (СХ)»

**Кафедра:** «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Утверждаю  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_  
/Хафизов К.А./  
\_\_\_\_\_ 2017 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту: **Давлетшину Айдару Ильгизовичу**

Тема: **«Проект пункта ТО с разработкой стенда для разборки и сборки заднего моста автомобиля КАМАЗ»**

Утверждена приказом по университету от 12 января 2018 № 12

**2. Срок сдачи студентом законченного ВКР** \_\_\_\_\_ 08.02.2018 \_\_\_\_\_

**3. Исходные данные к ВКР:** Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (анализ существующих конструкций, патенты, статьи и др.).

**4. Перечень подлежащих разработке вопросов:**

1. Аналитическая часть;
2. Технологическая часть;
3. Конструкторская часть;
4. Безопасность жизнедеятельности, охрана труда и физическая культура на производстве;
5. Экономическая эффективность конструкции.

## **5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).**

Лист 1 – Технологическая карта по разборке и сборке заднего моста автомобиля КамАЗ; Лист 2 – Пункт ТО; Лист 3 – Схема движений грузовых автомобилей при проведения ТО; Лист 4 – Сборочные чертежи стенда, Лист 5 – Сборочный чертеж и рабочие чертежи деталей стенда; Лист 6 – Технико-экономические показатели конструкции.

## **6. Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов**

Раздел	Консультант
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

**7. Дата выдачи задания** \_\_\_\_\_ 05.12.2017 \_\_\_\_\_

## **КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Аналитическая часть	09.01.18	
2	Технологическая часть	15.01.18	
3	Конструкторская часть	22.01.18	
4	Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	29.01.18	
5	Экономическая эффективность конструкции	05.02.18	

Студент \_\_\_\_\_ (Давлетшин А.И.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Хафизов Р.Н.)

## **АННОТАЦИЯ**

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записи на 76 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 10 рисунков, 13 таблиц, приложения и спецификация. Список использованной литературы содержит 25 наименование.

В первом разделе дан технологический процесс разборки и сборки деталей заднего моста автомобилей КаМАЗ, а также приведен анализ существующих конструкций стенда для разборки и сборки заднего моста автомобилей КаМАЗ.

В втором разделе произведено проектирование участка технического обслуживания, а также расчет и выбор основного производственного оборудования для участка.

В третьем разделе разработан стенд для разборки и сборки заднего моста автомобилей КаМАЗ, произведены необходимые расчеты деталей и узлов конструкции.

В четвертом разделе спроектирована инструкция по охране труда, технике безопасности и физической культуре на производстве. Предусмотрены мероприятия по улучшению экологии окружающей среды.

В пятом разделе приведено экономическое обоснование конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями (рекомендациями) для производства на основе своих разработок, представленными в пятом разделе.

## **ABSTRACT**

The final qualification work consists of an explanatory note on 76 pages of computer text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, five sections, conclusions and includes 10 figures, 13 tables, annexes and a specification. The list of used literature contains 25 names. In the first section, the technological process of disassembling and assembling the parts of the rear axle of KAMAZ cars is given, as well as an analysis of existing stand structures for disassembling and assembling the rear axle of KAMAZ vehicles.

In the second section, the maintenance site was designed, as well as the calculation and selection of the main production equipment for the site.

In the third section, a stand has been designed for disassembling and assembling the rear axle of KAMAZ vehicles, the necessary calculations of the parts and components of the design have been made.

In the fourth section, instructions for the protection of labor, safety and physical culture in production have been designed. Measures are being taken to improve the ecology of the environment.

The fifth section gives an economic justification for the design.

The note concludes with conclusions and suggestions (recommendations) for production on the basis of their developments, presented in the fifth section.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ . . . . .</b>	<b>9</b>
1.1 Ремонт заднего моста .....	9
1.2 Замена заднего моста.....	19
1.3 Анализ существующих конструкций.. . . . .	27
<b>2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ . . . . .</b>	<b>30</b>
2.1 Расчет периодичности технических обслуживаний.....	30
2.2 Расчет коэффициентов технической готовности и выпуска автомобилей.....	33
2.3 Расчет количества технических обслуживаний в год для одного автомобиля.....	34
2.4 Расчет количества технических воздействий за год . . . . .	35
2.5 Расчет суточной программы по ТО и диагностированию.....	36
2.6 Расчет годового объема работ по ТО и ТР.....	37
2.7 Расчет общей численности ремонтно-обслуживающего персонала и участков ТО.....	40
2.8 Расчет необходимого количества постов ТО.....	40
2.8.1 Расчет количества постов ТО-1.....	40
2.8.2 Расчет количества постов ТО-2.....	41
2.8.3 Расчет количества постов диагностирования.....	42
2.9 Расчет необходимых площадей отделений ТО.....	43
2.10 Разработка общей компоновки реконструируемого производственного корпуса.....	44
<b>3. РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ЗАДНЕГО МОСТА АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ.....</b>	<b>46</b>
3.1 Описание стенда и принципа действия .. . . . .	46
3.2 Расчет и выбор колес. . . . .	47

3.3 Расчет усилия на перекатывание стенда .....	47
3.4 Расчет усилия на поворотной рукоятке.....	48
3.5 Выбор элементов рамы.....	49
3.6 Энергетический и кинематический расчет привода.....	49
3.7 Расчет шпоночного соединения.....	53
3.8 Выводы .....	54
<b>4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА. ....</b>	<b>55</b>
4.1 Правила техники безопасности при эксплуатации конструкции...	55
4.2 Инструктаж и обучение по технике безопасности .....	56
4.3 Мероприятия по улучшению состояния окружающей среды .....	57
4.4 Физическая культура на производстве.....	58
<b>5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ .....</b>	<b>64</b>
5.1 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки .....	64
<b>ВЫВОДЫ .....</b>	<b>69</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>70</b>
<b>СПЕЦИФИКАЦИЯ.....</b>	<b>72</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

В реализации стратегической задачи подъема экономики важнейшая роль отводится сельскому хозяйству. Главная задача состоит в развития сельского хозяйства на базе интенсификации производства и его перевооружение, совершенствование систем управления и хозяйственного механизма. Для этого необходимо обеспечить надежный выпуск новых и совершенствование структуры сельскохозяйственных машин, тракторов и орудий в соответствии с предусмотренной комплексной системой. В настоящее время необходимо снизить расход топлива и смазочных масел тракторами и комбайнами. Организовать надежные поставки запчастей для всех моделей тракторов и сельскохозяйственных машин используемых в сельском хозяйстве. Улучшить инженерную службу в сельскохозяйственных предприятиях.

Одним из путей повышения эффективности использования сельскохозяйственных машин и тракторов является поддержание рабочей техники в постоянной готовности, что обеспечивает своевременное проведение технических обслуживаний и ремонта техники.

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

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

В данной выпускной квалификационной работе планируется изучить и проанализировать вопросы организации технологического процесса обслуживания и ремонта заднего моста грузового автомобиля Камаз.

# **1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

## **1.1 Ремонт заднего моста**

При разборке заднего моста нужно обязательно проверять осевые перемещения в сборочных единицах колесной и главной передач, поскольку сборка должна обеспечивать обязательный предварительный натяг конических подшипников. После полной разборки детали передачи нужно промыть и проверить.

При осмотре деталей следует [20]:

- проверить зубья и расположение пятна контакта на рабочих поверхностях зубьев конических зубчатых колес; при обнаружении недопустимого износа или повреждения (выкашивание зубьев) заменить новыми. При неправильном зацеплении зубьев найти причину и устраниить ее. В запасные части и на сборку ведущее и ведомое конические зубчатые колеса поставляются комплектом, подобранным по шуму и пятну контакта, поэтому в случае повреждения одного из них надо заменять оба колеса;
- проверить состояние поверхности шипов крестовин и втулок, сателлитов и отверстий сателлитов межколесного дифференциала.

При незначительных повреждениях можно отполировать поверхности мелкозернистой шкуркой, а при серьезных повреждениях детали заменить новыми. Аналогичным образом следует проверять состояние поверхностей опорных шайб сателлитов, шеек и торцов колес дифференциала и их посадочных поверхностей в чашках дифференциала;

- осмотреть все подшипники, они должны быть без износа, с гладкими рабочими поверхностями.

Для разборки колесной передачи необходимо снять со ступицы колеса с тормозным барабаном.

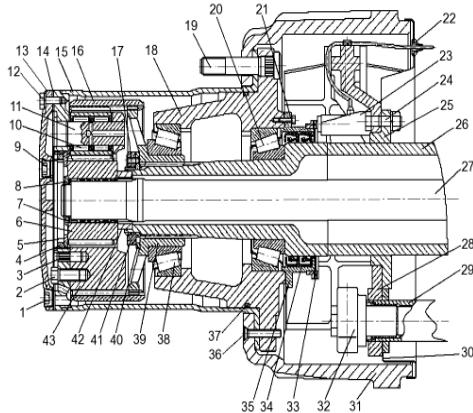


Рисунок 1.1 – Колесная передача и ступица колеса: 1 – пробка маслосливного и контрольного отверстий; 2, 12, 21, 24 — болты; 3 – штифт; 4 – гайка; 5, 8, 40 – шайбы; 6 – солнечное зубчатое колесо; 7 – кольцо стопорное; 9 – пробка маслозаливного отверстия; 10 – игольчатые подшипники; 11 – ось сателлита; 13 – крышка; 14 – прокладки; 15 – кожух колесной передачи; 16 – коронное зубчатое колесо; 17 – винт стопорный; 18 – ступица; 19 – колесный болт; 20, 38 –подшипники; 22 – разрезная втулка; 23 – датчик скорости; 25 – фланец крепления суппорта; 26 – картер заднего моста; 27 – полуось; 28 – суппорт тормозного барабана; 29 – кронштейн крепления разжимного кулака; 30 – щиток тормозного механизма; 31 – тормозной барабан; 32 – разжимной кулак; 33 – ротор датчика; 34 – манжеты уплотнительные; 35 – корпус манжет; 36 – винт крепления тормозного барабана; 37 – кольцо уплотнительное; 39 – ступица коронного колеса; 41 – гайка подшипников; 42 – втулка распорная; 43 – водило

Слить масло из картера колесной передачи, вывернув болты 12 крепления крышки 13 водила, снять крышку с прокладкой 14.

Ввернуть болт в торец полуоси 27 и извлечь из передачи полуось с солнечным колесом. Вывернуть фланцевые болты 2 крепления водила 43 и, вворачивая технологические болты M10×1,25 (2 шт.), выпрессовать водило из ступицы колеса.

Проверить техническое состояние осей сателлитов. Запрессовку осей сателлитов нужно производить, сориентировав лыски по буртику водила.

При замене игольчатых подшипников 10 необходимо учесть, что в

одну колесную передачу должны быть установлены подшипники из одной партии, т. е. с одинаковой маркировкой и с одинаковыми полями допусков.

Расстопорить и снять упорные гайки 41 крепления подшипников ступицы. Подать слегка вперед ступицу колеса и выпрессовать внутреннее кольцо наружного подшипника и коронное зубчатое колесо со ступицей [20].

Снять ступицу 18 колеса с кожуха полуоси, при этом снимается внутреннее кольцо внутреннего подшипника. Наружные кольца подшипников, манжета, направляющая пластина, маслосъемное кольцо, маслоуловитель, распорное кольцо следует демонтировать в случае их замены.

Сборку ступицы и колесной передачи нужно производить в обратной последовательности. Перед сборкой посадочные поверхности полуоси, ступицы зубьев колес смазать консистентной смазкой. После установки ступицы необходимо отрегулировать подшипники ступицы. Установить кожух 15 колесной передачи в сборе с сателлитами и гайкой 4 отрегулировать зазор между упорной шайбой и солнечным зубчатым колесом 6.

Для этого, вращая ступицу, затянуть регулировочную гайку до упора в солнечное зубчатое колесо так, чтобы имело место легкое подтормаживание. Затем отпустить гайку на 1/2 оборота. Установить стопорную пластину и крышку.

Болты 12 крепления крышки следует затянуть с моментом 35-49 Н.м (3,6-5,0 кгс.м), болты 2 крепления водила к ступице колеса — 90-100 Н.м (9-10 кгс.м).

Для разборки главной передачи необходимо вывесить задний мост, закрепить его на подставках, слить масло из картеров главной и колесных передач, снять крышки с обеих сторон колесных передач [14].

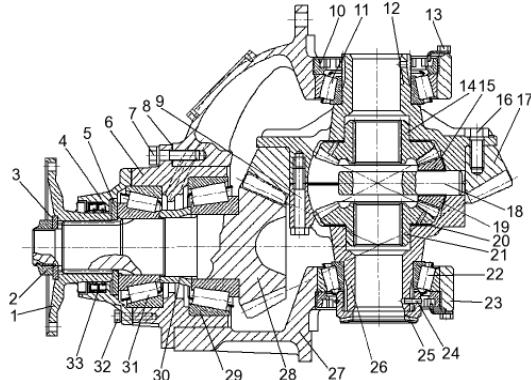


Рисунок 1.2 – Главная передача заднего моста: 1 – фланец ведущего вала; 2 – гайка; 3, 5, 20 – шайбы опорные; 4 – крышка подшипников; 6 – стакан подшипников; 7, 9, 16, 32 – болты; 8 – регулировочные прокладки; 10 – регулировочная гайка; 11, 22, 29, 31 – подшипники; 12, 26 – чашки дифференциала; 13 – винты; 14, 21 – полуосевые зубчатые колеса; 15 – бронзовая втулка; 17 – ведомое зубчатое колесо; 18 – крестовина; 19 – сателлит; 23 – крышка картера; 24 – кольцо стопорное; 25 – зубчатая муфта; 27 – картер главной передачи; 28 – ведущее зубчатое колесо; 30 – втулка регулировочная; 33 – манжеты

Ослабить болт крепления рычага включения замка механизма блокировки дифференциала и повернуть приводной вал муфты настолько, чтобы муфта упиралась в бурт полуоси. Застопорить ступицу муфты, затягивая болт крепления рычага включения. Вынуть полуоси на 150 мм с обеих сторон колесных передач. Вывернув болты крепления картера главной передачи, вынуть его из картера моста.

Для разборки ведущего зубчатого колеса главной передачи нужно расшплинтовать и отвернуть гайку 2 крепления фланца карданного вала и снять фланец 1. Вывернуть болты 32 крепления крышки 4 стакана подшипников ведущего конического зубчатого колеса 28, снять крышку с прокладкой. Вворачивая технологические болты M12×1,25×50 (2 шт.), выпрессовать стакан 6 в сборе с наружным подшипником, регулировочной втулкой и наружной обоймой внутреннего подшипника.

Вынуть узел ведущего конического зубчатого колеса из картера. Спрессовать съемником внутреннее кольцо конического роликового

подшипника. Для снятия установить кромки клиньев 8 съемника между внутренним кольцом подшипника и колесом и, ввернув винт 6 и траверсу 7, стянуть их [20].

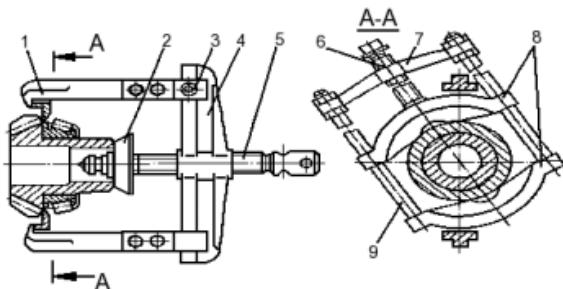


Рисунок 1.3 – Съемник внутренних колец подшипников ведущих зубчатых колес и чашек дифференциала моста 1 – захват; 2 – наконечник; 3, 5, 6 – винты; 4, 7 – траверсы; 8 – клин; 9 – стойка

Завести захваты 1 за клинья 8 и зафиксировать их в этом положении винтом 3. Упирая наконечник 2 в торец колеса, и вворачивая винт 3 в траверсу 4, снять кольцо.

Для разборки дифференциала нужно снять стопорное кольцо и зубчатую муфту 25 механизма блокировки дифференциала. Вывернуть винты 13, снять стопорные пластины и регулировочные резьбовые гайки 10. При необходимости замены спрессовать подшипники 11 и 22 с чашек 12 и 26 дифференциала.

Для этого захваты 1 завести за внутреннее кольцо подшипника и зафиксировать винтами 3.

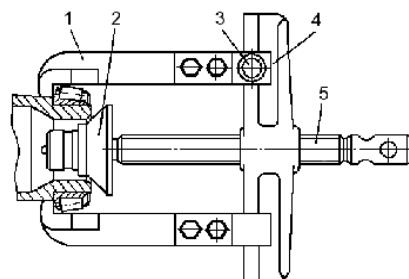


Рисунок 1.4 – Снятие внутреннего кольца подшипника главной передачи 1 – захват; 2 – наконечник; 3, 5 – винты; 4 – траверса

Упираясь наконечником 2 в торец дифференциала, ввертывать винт 5 в траверсу 4 до полного снятия внутреннего кольца подшипника.

Вывернув болты 9 крепления чашек дифференциала, разъединить чашки. Вынуть чашку, собранную с ведомым коническим колесом 17, крестовину 18 с сателлитами 19, втулками и шайбами. Вынуть полуосевые зубчатые колеса 14 и 21 с шайбами.

Очистить снятые детали и проверить их техническое состояние. При повышенном износе или наличии следов заедания на поверхности втулок их следует заменить.

При замене чашек менять их нужно только комплектно (обе чашки должны иметь один номер комплекта). Поставить на место правое полуосевое зубчатое колесо с шайбой, крестовину, собранную с втулками, сателлитами и шайбами.

Вставить опорные шайбы в левую чашку дифференциала, собранную с ведомым зубчатым колесом, левое полуосевое колесо и установить узел в картер главной передачи, при этом болты крепления ведомого колеса должны быть затянуты с моментом 245-294 Н.м (25-30 кгс.м). Совместить чашки дифференциала по заводским меткам, установить стяжные болты 9 и затянуть их с моментом 69-78 Н.м (7-8 кгс.м). Напрессовать внутренние кольца подшипников 11 и 22 на чашки дифференциала, затем запрессовать наружные кольца в гнезда картера. Наружное кольцо подшипника со стороны ведомого колеса необходимо полностью запрессовывать после установки ведущего колеса.

При сборке картера главной передачи необходимо помнить, что крышки подшипников дифференциала не взаимозаменяемы, т. к. они обрабатываются в сборе с картером, поэтому каждую крышку нужно установить на то место, где она находилась.

Сборку и установку сборочной единицы ведущего конического колеса производить в порядке, обратном ее разборке. После установки дифференциала в картер главной передачи необходимо отрегулировать

зацепление ведомого и ведущего зубчатых колес по боковому зазору, который должен быть (0,25-0,35) мм и пятну контакта.

Боковой зазор в зацеплении может быть определен одновременной регулировкой подшипников ведущего зубчатого колеса и дифференциала.

Регулирование главной передачи включает в себя регулировку предварительного натяга подшипников ведущего конического зубчатого колеса в сборе, дифференциала и регулирование бокового зазора и пятна контакта конической пары.

Для обеспечения предварительного натяга в конических подшипниках ведущего конического колеса в сборе при наличии осевого перемещения:

Уменьшите высоту регулировочной втулки 30 шлифованием или заменой втулками из запасных частей на величину осевого перемещения плюс (0,04-0,06) мм.

Затяните гайку 2 крепления фланца с моментом 590-690 Н.м (60-70 кгс.м).

Проверьте силу проворачивания стакана подшипников, которая должна быть равна 10-24 Н (1,0-2,5 кгс). Замеряйте силу проворачивания при непрерывном вращении стакана в одну сторону не менее чем после пяти полных оборотов. Подшипники при этом должны быть смазаны, а крышка стакана подшипников должна быть сдвинута так, чтобы манжета не оказывала сопротивления вращению зубчатых колес.

Отрегулированную по предварительному натягу сборочную единицу ведущего зубчатого колеса установите в картер главной передачи. Установите дифференциал и затяните болты крепления крышек подшипников межколесного дифференциала с моментом 100-120 Н.м (10-12 кгс.м).

Отрегулируйте подшипники дифференциала регулировочными гайками, для этого равномерно с двух сторон затягивайте их до момента, при котором расстояние между крышками подшипников увеличится на (0,1-0,2) мм. Отрегулировав подшипники, затяните окончательно болты крепления

крышек подшипников с моментом 380-460 Н.м (38-46 кгс.м) и законтрите их отгибанием стопорных пластин на одну из граней головок болтов. Соберите главную передачу моста. Герметичность всех фланцевых и резьбовых соединений, имеющих выход в масляные полости, обеспечьте герметиком УН-25.

Регулирование механизма блокировки межколесного дифференциала проводите в следующем порядке [14]:

- снимите главную передачу;
- снимите крышку механизма блокировки;
- выньте поршень со стержнем;
- установите муфту блокировки в положение, при котором расстояние от плоскости А зубчатого венца муфты до оси отверстия ( $d = 338+0,215$ ) мм в картере моста составляет 170 мм;
- замерьте размер Б от поверхности пальца вилки до опорной плоскости фланца картера;
- соберите поршень со стержнем в размер (Б+7) мм, законтрите гайкой и установите в картер моста, затяжку болтов крепления крышки и диафрагмы проводите равномерно, при этом усилие затяжки должно обеспечивать герметичность, без чрезмерного спрессования бортов диафрагмы;
- проверьте ход муфты блокировки при подаче воздуха на диафрагму, который должен составлять 14 мм.

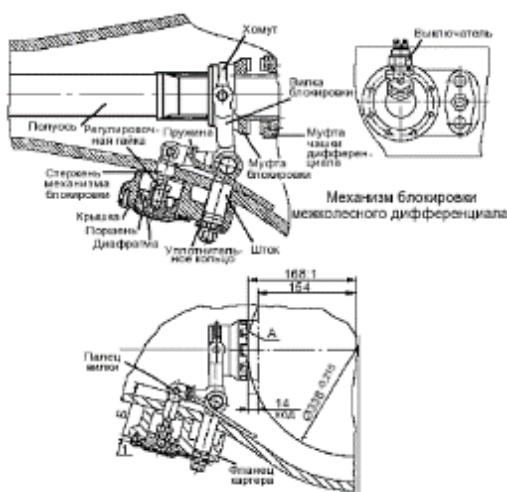


Рисунок 1.5 – Механизм блокировки меж колесного дифференциала

## **Техническое обслуживание заднего моста**

### ***При техническом обслуживании ТО-1:***

закрепить картер главной передачи и болты крепления крышки водила колесных передач заднего моста, пробки сливных и заливных отверстий. Момент затяжки гаек (для мостов КАМАЗ) – 160-180 Н.м (16-18 кгс.м), болтов – 36-50 Н.м (3,6-5 кгс.м);

очистить от грязи предохранительный клапан заднего моста. Головка клапана должна легко вращаться от усилия руки.

### ***При техническом обслуживании ТО-2:***

проверить герметичность соединений заднего моста. Подтекание масла не допускается;

проверить крепление датчика включения механизма блокировки межколесного дифференциала;

закрепить картер главной передачи и болты крепления крышки водила колесных передач заднего моста;

проверить и довести до нормы уровень масла до кромки контрольного отверстия в картерах главной и колесных передач заднего моста;

очистить от грязи предохранительный клапан моста. Головка клапана должна легко вращаться от усилия руки.

### ***При сезонном техническом обслуживании (СТО):***

Проверить работу механизма блокировки меж колесного дифференциала. При включении блокировки должен загораться сигнализатор на панели приборов;

проверить состояние подшипников ступиц колес (при снятых ступицах). На роликах и обоймах подшипников не должно быть видимых раковин и трещин. Ролики не должны выпадать из сепараторов. После проверки отрегулировать подшипники колес;

сменить смазочный материал в ступицах колес. Удалить старый смазочный материал, промыть керосином внутреннюю полость ступицы, подшипники, гайки и шайбы. Заложить смазочный материал между

роликами и сепараторами подшипников равномерно по всей окружности и в полость ступицы между обоймами подшипников;

закрепить картер главной передачи и болты крепления крышки водила колесных передач заднего моста;

закрепить гайки фланцев валов ведущих зубчатых колес заднего моста (при наличии перемещения). Определить наличие перемещения покачиванием карданного вала руками. При наличии перемещения отсоединить карданный вал, расконтрить и затянуть гайку крепления фланца моментом 250-300 Н.м (25-30 кгс.м). Вдавить край гайки в паз вала;

сменить масло в картерах главной и колесных передач заднего моста. Вывернуть пробки контрольных и заливных отверстий. Удалить отложения с магнитов сливных пробок. Залить масло до уровня кромки контрольного отверстия.

Для проверки моста на герметичность подайте воздух через резьбовое отверстие под предохранительный клапан картера моста с избыточным давлением в картере 19,6-24,5 кПа (0,20-0,25 кгс/см<sup>2</sup>).

Подтекание масла через манжеты, места соединений и сварные швы на картере моста недопустимы (незначительное образование масляных пятен на поверхностях в вышеуказанных зонах, кроме сварных швов, без каплеобразования не является браковочным признаком).

Для проверки уровня масла выверните пробки контрольных отверстий на картерах главной и колесных передач заднего моста. Если при этом нет течи масла из контрольного отверстия, долейте масло до его уровня через заливное отверстие.

Замена масла. Сливайте отработавшее масло, когда оно еще теплое от нагрева при работе. Слив масла осуществляйте через сливное отверстие, вывернув пробки контрольного, заливного и сливного отверстий.

Замену масла проводите согласно химмотологической карте – для мостов КАМАЗ, и в соответствии с требованиями, изложенными в Приложении Т – для мостов ф. «MADARA». После слива масла пробку

сливного отверстия установите на место. Предохранительные клапаны передач мостов промывайте дизельным топливом с последующей продувкой сжатым воздухом.

Регулирование подшипников ступиц колес ведущего моста нужно проводить при вывешенных колесах и выполнить следующее:

затянуть гайку крепления подшипников до начала торможения ступицы, поворачивая ее в обе стороны;

отвернуть гайку примерно на 1/6 оборота до совпадения резьбового отверстия с ближайшим отверстием в замковой шайбе;

ввернуть до упора болт с отгибной шайбой в резьбовое отверстие гайки с установкой отгибного усика шайбы на грань гайки. Момент затяжки болта — 20-25 Н.м (2,0-2,5 кгс.м);

отогнуть усики отгибной шайбы на две грани болта, при этом болт должен входить в отверстие замковой шайбы;

проверить равномерность и легкость вращения ступицы в двух направлениях;

завернуть стопорный винт.

## **1.2 Замена заднего моста**

Для снятия заднего моста нужно вывернуть магнитную пробку сливного отверстия картера заднего моста и слить масло. После слива пробку очистить и ввернуть.

Приподнять за раму заднюю часть автобуса (шасси), затормозить автобус посредством стояночной тормозной системы. Отвернуть гайки крепления колес, подкатить тележку и снять их с левой и правой стороны автобуса Нефаз.

Ослабить накидные соединительные гайки трубопроводов стояночной и рабочей тормозных систем к тройникам развода воздуха, закрепленных на лонжеронах каркаса основания шасси, и вывернуть шланги из тройников развода воздуха, закрепленных на картере заднего моста [20].

Отсоединить кабели от модуляторов АБС, шланг и штекер провода датчика блокировки от МКД, регуляторы положения кузова, гайки крепления амортизаторов от нижних кронштейнов, снять оболочки пневмоэлементов подвески.

Отвернуть болты крепления фланца карданного вала привода заднего моста к фланцу ведущего зубчатого колеса главной передачи, вынуть болты и отвести карданный вал в сторону. Подвести под задний мост подъемник и слегка вывесить мост. Отсоединить от картера главной передачи и картера моста реактивные штанги задней подвески.

Поднять заднюю часть автобуса и убрать подставку.

Выкатить подъемник с задним мостом из-под автобуса, подставить под каркас основания подставку и опустить его.

Снять задний мост с Н-образной рамой с подъемника и установить его на тележку.

Отсоединить Н-образную раму от заднего моста. Отвернуть гайки крепления стремянок задней пневмоподвески, снять стремянки. Отсоединить пневмобаллоны, регуляторы положения кузова и амортизаторы.

Установку заднего моста следует проводить в обратной последовательности. При установке моста необходимо совместить опорные посадочные площадки под установку пневмобаллонов подвески, регуляторов положения кузова и амортизаторов.

Установить колеса на ступицу, навернуть гайки и затянуть их в диагональной последовательности с моментом 540-670 Н.м (54-67 кгс.м).

Проверить величину хода штоков тормозных камер заднего моста.

Вывернуть пробку заливного отверстия главной передачи заднего моста и залить масло. Ввернуть и затянуть пробку.

Проверить работу заднего моста пробегом. Перегрев подшипников ступиц колес и подшипников главной передачи не допускается.

### **Задний мост**

**Задний мост на автобусных шасси** — ведущий, двухступенчатый, с

центральной главной и планетарными колесными передачами, с блокировкой межколесного дифференциала, с антиблокировочной системой колес (АБС) и автоматическими регулировочными рычагами 17.

Автобусное шасси может быть укомплектовано ведущим мостом «MADARA-397» (Болгария). Мост – с блокировкой межколесного дифференциала по типу моста КАМАЗ.

**Центральная главная передача** – одноступенчатая, состоит из пары конических зубчатых колес 12 и 15 со спиральными зубьями.

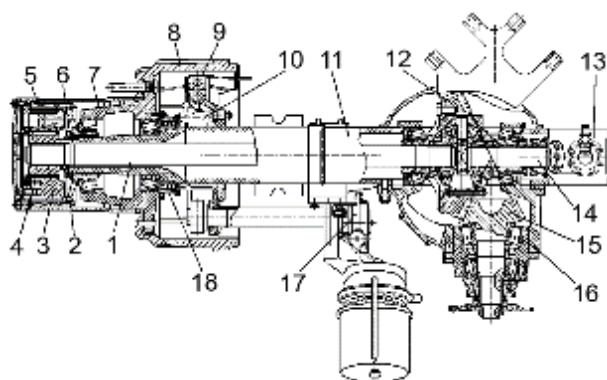


Рисунок 1.6 – Задний мост КАМАЗ: 1 – левая полуось; 2 – ступица коронного зубчатого колеса колесной передачи; 3 – водило с кожухом и сателлитами; 4 – солнечное зубчатое колесо колесной передачи; 5 – коронное зубчатое колесо колесной передачи; 6 – гайка подшипников; 7 – ступица заднего колеса; 8 – тормозной барабан; 9 – задний левый тормозной механизм; 10 – датчик скорости с кронштейном; 11 – картер заднего моста; 12 – ведомое коническое зубчатое колесо; 13 – механизм блокировки; 14 – правая полуось; 15 – ведущее коническое зубчатое колесо; 16 – главная передача заднего моста; 17 – регулировочный рычаг; 18 – ротор датчика

Ведомое зубчатое колесо 12 скреплено с чашкой дифференциала болтами, вал ведущего конического колеса 15 вращается в двух конических роликовых подшипниках. От попадания пыли и грязи, а также от вытекания смазочного материала подшипниковый узел защищен крышкой с прокладкой и манжетой.

Предварительный натяг подшипников и положение ведомого

конического зубчатого колеса 12 относительно ведущего колеса 15 регулируется гайками, ввернутыми в гнезда подшипников.

**Колесная передача** — планетарная, с пятью сателлитами, с прямозубыми цилиндрическими зубчатыми колесами. Крутящий момент от главной передачи к ступице колеса передается через полуось 1, солнечное зубчатое колесо 4 и далее на сателлиты, которые перекатываются по неподвижно закрепленному на цапфе картера моста и коронному зубчатому колесу 5 и врачают водило 3, соединенное со ступицей 2 ведомого зубчатого колеса, которое, в свою очередь, через подшипник передает вращение на ступицу 7 колеса. Ступица колеса установлена на конических роликовых подшипниках и на цапфе картера моста.

Картер моста сварен из стальных штампованных балок с приваренными к ним крышками картеров, имеет фланцы для крепления главной и колесных передач, концевые фланцы для крепления суппортов тормозных механизмов и цапф ступиц колес, рычаги для крепления реактивных штанг и опоры пневмоподвески.

Полуоси моста полностью разгруженные. На цапфах моста с помощью гаек, замковых шайб и стопорного винта закреплены ступицы, вращающиеся на конических роликовых подшипниках. К фланцам ступиц колесными болтами с гайками прикреплены тормозные барабаны и диски колес. Кроме того, барабаны зафиксированы на ступицах двумя винтами.

Ступицы и детали их крепления взаимозаменяемы. Подшипники ступицы защищены от попадания грязи и пыли прокладками, расположенными под фланцем полуоси, и двумя манжетами в стакане, установленном в ступице. В картерах главной и колесных передач моста имеются заливные и сливные отверстия, закрытые пробками. Через заливные отверстия можно проверить состояние зубьев конических зубчатых колес и правильность пятна контакта. Для выравнивания давления внутри картера моста в верхней части картера установлены предохранительные клапаны.

**Большегрузные автомобили КамАЗ**, предназначены для перевозки

различных грузов, в основном на большие расстояния, отличаются высокой экономичностью и эксплуатационной надёжностью, комфорtabельностью рабочего места водителя. Эти преимущества, выдигают грузовик КамАЗ на одно из первых мест среди грузовых автомобилей.

Массовое производство автомобилей КамАЗ и их поступление в народное хозяйство, началось в 1976 году. На автомобиль КамАЗ устанавливается дизельный восьмицилиндровый четырёх-тактный двигатель с воспламенением от сжатия и V-образным расположением цилиндров, угол развала равен 90 градусов. Двигатель КамАЗ-7403.10 отличающийся высокой мощностью, надёжностью и повышенным ресурсом благодаря применению:

- поршней, отлитых из высококремнистого алюминиевого сплава с чугунной упрочняющей вставкой под верхнее компрессионное кольцо и коллоидно-графитным при работочным покрытием юбки;
- поршневых колец с хромовым и молибденовым покрытием боковых поверхностей;
- азотированного или упрочнённого индукционной закалкой коленчатого вала;
- трёхслойных тонкостенных сталебронзовых вкладышей коренных и шатунных подшипников;
- закрытой системы охлаждения, заполняемой низкозамерзающей охлаждающей жидкостью, с автоматическим регулированием температурного режима, гидромуфтой привода вентилятора и термостатами;
- высокоэффективных бумажных фильтрующих элементов для фильтрации масла, топлива и воздуха;
- гильз цилиндров, объемно-закаленных и обработанных плосковершинным хонингованием;
- электрофакельного устройства подогрева воздуха, обеспечивающего надёжный пуск двигателя при отрицательных температурах окружающего воздуха до  $-25^{\circ}\text{C}$ .

Полученные в процессе исследований закономерности интенсивности

изнашивания агрегатов автомобилей позволили усовершенствовать действующую методику корректирования нормативов технической эксплуатации автомобильного транспорта. Кроме того, результаты исследований топливной экономичности указанных автомобилей позволили разработать принципиально новую систему дифференцированного корректирования линейных норм расхода топлива, учитывающую реальные климатические, дорожные и транспортные условия их эксплуатации. В условиях производства создана исследовательская лаборатория спектрального анализа масла двигателей семейства КамАЗ. Результаты выполненных исследований интенсивности изнашивания двигателей по параметрам работающего масла КамАЗ-5320. Разработкой на машиностроительных предприятиях новых технологий и технологического оборудования по всем основным производственным переделам от получения заготовок до сборки и испытаний готовой продукции. Цикл работ включает как исследования, так и разработку технологических процессов, проектирование и изготовление оборудования. электрофакельного устройства подогрева воздуха, обеспечивающего надёжный пуск двигателя при отрицательных температурах окружающего воздуха до  $-25^{\circ}\text{C}$ .

**Дифференциал** — конический, симметричный, блокируемый, установлен на двух роликовых подшипниках. Управление блокировкой — электропневматическое, осуществляется клавишой на панели приборов.

**Внимание.** Включать механизм блокировки межколесного дифференциала можно только на скользком участке дороги. Включение производить во время остановки автобуса или при медленном движении по прямой непосредственно перед скользким участком дороги. Включать и выключать блокировку следует при отжатой педали сцепления.

В чашках дифференциала установлены два конических зубчатых колеса, находящихся в зацеплении с четырьмя сателлитами, установленными на шипах крестовины дифференциала. В сателлитах запрессованы бронзовые втулки, под торцы полуосевых зубчатых колес и сателлиты подложены

опорные шайбы. Шайбы необходимо устанавливать шлицевыми углублениями в сторону полуосевых зубчатых колес, плоской поверхностью — в сторону чашек. В шлицевые отверстия конических зубчатых колес входят шлицы полуосей моста, фланцы которых прикреплены к ступицам колес шпильками и гайками.

Сателлиты, находясь в зацеплении с правой и левой полуосевыми шестернями, своими зубами приводят их во вращении одинаковой частотой, сателлиты в этом случае вокруг своей оси не вращаются. На поворотах, когда вращение внутреннего колеса замедляется, сателлиты начинают вращаться вокруг своих осей, в результате чего второе колесо, описывающее больший путь, начинает вращаться быстрее [20].

Схема работы дифференциала при перемещении ведущих колес:

- a) С единственными скоростями
- b) С различными скоростями

Учитывая, что ведущие колеса должны в определенных условиях вращаться с неодинаковой частотой, крутящий момент от дифференциала к колесам должен передаваться через две отдельные полуоси. Каждая полуось соединена с сателлитами дифференциала при помощи полуосевых шестерен. Полуосевые шестерни своими шлинкованными отверстиями насыжены на полуось. Другой конец полуосей соединен фланцем со ступицами колес. На грузовых автомобилях установлены полностью разгруженные полуоси, которые передают только крутящий момент. Все остальные нагрузки воспринимаются кожухом полуоси, в которых на подшипниках установлены ступицы колес.

На автомобиле КамАЗ для уменьшения нагрузки на ось устанавливают два ведущих моста – средний и задний. Для равномерного распределения крутящего момента между двумя ведущими мостами в трансмиссию введен межосевой дифференциал, установленный в промежуточном мосту. Дифференциал с механизмом блокировки собран в отдельном картере, который крепится болтами к фланцу стакана подшипникового узла ведущей

конической шестерни среднего моста. В картере расположены правая и левая чашки межосевого дифференциала, конические шестерни привода среднего и заднего мостов, между которыми расположена крестовина с посаженными на ней сателлитами на бронзовых втулках. Здесь же расположен механизм блокировки дифференциала, состоящий из муфты блокировки, вилки муфты и диафрагменной камеры. Механизм блокировки предназначен для принудительной блокировки дифференциала при движении по скользким и размокшим дорогам. Блокировка межосевого дифференциала осуществляется механизмом блокировки, который состоит из корпуса, диафрагмы, двух пружин, крышки и штока. При повороте ручки крана управления блокировки межосевого дифференциала, расположенной с правой стороны щитка приборов, под рулевой колонкой, воздух из пневматической системы поступает в диафрагменную камеру. Диафрагма, прогибаясь, сжимает пружину, перемещая шток с вилкой и муфту блокировки. Муфта, соединяясь шлицами с зубчатым венцом задней чашки дифференциала, блокирует его. Блокировку следует производить при малой скорости движения во избежание изнашивания механизма блокировки. При движении на сухих дорогах с твердым покрытием блокировать межосевой дифференциал не следует, так как это приводит к повышенному износу шин и перерасходу топлива.

### **Ведущий мост. Требования, классификация, применяемость**

Ведущий мост представляет собой несущую конструкцию, упруго соединяющую несущий кузов (раму) автомобиля с ведущими колесами, в которой расположены механизмы трансмиссии, передающие крутящий момент от карданного вала или коробки передач (в случае отсутствия карданного вала) к ведущим колесам автомобиля. Ведущий мост грузового автомобиля обычно имеет жесткий цельный или составной картер, в котором размещаются механизмы передачи моста, чаще всего – главная передача, дифференциал и полуоси.

Все механизмы ведущего моста заключены в едином картере главной передачи и ведущего моста.

К ведущему мосту предъявляются следующие требования:

- передача крутящего момента от карданного вала к ведущим колесам автомобиля;

- увеличение крутящего момента;

- передача сил инерции кузова к колесам и реакций опорной поверхности от колес к кузову так, чтобы вертикальные силы воспринимались упругими элементами, а продольные и поперечные силы — направляющими подвески автомобиля.

- минимальная масса, наименьшие габаритные размеры и оптимальная жесткость.

Основными элементами ведущего моста являются механизмы, передающие крутящий момент от двигателя к ведущим колесам (передача, дифференциал, полуоси и ступицы); несущая система, воспринимающая вертикальные, продольные и поперечные силы, вызываемые действием на транспортное средство, как опорной поверхности, так и инерционных масс кузова и груза.

Ведущие мосты включают в себя элементы трансмиссии: главную передачу, дифференциал, полуоси и применяются в качестве заднего и промежуточного моста.

Управляемые мосты, как правило, передние: включают в себя поворотные цапфы и соединяющие детали. Применяются и задние управляемые мосты.

### **1.3 Анализ существующих конструкций**

Классификация стендов для разборки-сборки задних мостов следующая:

- по способу установки: стационарные и передвижные;

- по типу привода: с ручным, механическим, электромеханическим, гидравлическим, пневматическим;
- по числу степеней свободы объектов разборки-сборки: 0, 1, 2, 3.

Основным оборудованием для ремонта главной передачи является стенд для разборки и сборки.

Для выполнения работ по разборки-сборки редуктора, его устанавливают на поворотный стол и закрепляют с помощью двух откидных зажимов. Для изменения положения редуктора в пространстве используют червячный редуктор.

Данный стенд состоит из сварной рамы 1 (рисунок 1.7), на которой смонтирован поворотный стол 3. Поворотный стол опирается своими осями на два подшипника, установленных в раме. Правая ось поворотного стола соединена с червячной передачей 5, с помощью которой вручную осуществляется поворот стола на  $360^{\circ}$ . ремонтируемый редуктор 4 заднего моста автомобиля устанавливается на поворотный стол, имеющий два фиксирующих пальца и закрепляется двумя откидными зажимами. Для сбора масла и мелких деталей между стойками рамы закреплен поддон 6. Полка 2 служит для размещения инструмента и крепежных деталей.

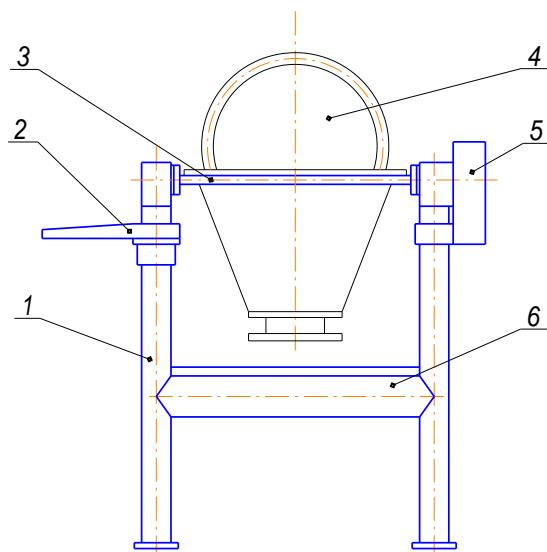


Рисунок 1.7 - Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов Р-236:

1 – рама; 2 – полка; 3 – поворотный стол; 4 – редуктор; 5 – червячный редуктор; 6 – поддон.

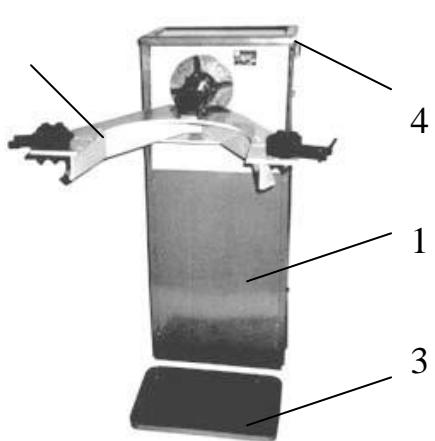


Рисунок 1.8 - Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов Р-640:  
1 – корпус; 2 – поворотный стол; 3 – поддон; 4 – пульт управления.

В корпусе 1 (рисунок 1.8) смонтирован электродвигатель и соединенный с ним редуктор. Выходной вал редуктора соединен с поворотным столом 2, на который, с помощью зажимов, устанавливается ремонтируемый редуктор. С помощью пульта управления 4 осуществляется поворот стола на  $360^{\circ}$ . поддон 3 служит для сбора масла и деталей.

Для выполнения работ, ремонтируемый редуктор устанавливают в поворотный стол и закрепляют с помощью двух зажимов. Для поворота стола в определенную сторону нажимается соответствующая кнопка на пульте управления, срабатывает электродвигатель и через соединенный с ним редуктор происходит поворот стола.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ниже приведенная методика расчета производственной программы ТО одинаковая для всех принятых к расчету марок подвижного состава. Указанные в ходе решения числовые выражения относятся к бортовому автомобилю КАМАЗ – 5320. Данные по маркам сводятся в таблицы и по итогам суммируются.

### 2.1 Расчет периодичности технических обслуживаний

Таблица 2.1- Исходные нормативы периодичности пробега и коэффициенты их корректирования

Марка автомобиля	Нормативы периодичности, км			Коэффициенты корректирования нормативов периодичности ТО и пробега до КР в зависимости от условий эксплуатации					
	$L_1^H$	$L_2^H$	$L_{kp}^K$	$K_1$		$K_2$		$K_3$	
				ТО	КР	ТО	КР	ТО	КР
ГАЗ-3308	5000	20000	300000	0,8	0,8	1,00	1,00	1,0	1,0
УАЗ-3303	4000	16000	180000	0,8	0,8	1,00	1,00	1,0	1,0
КАМАЗ-5320	4000	16000	320000	0,8	0,8	1,00	1,00	1,0	1,0
ЗИЛ- 130	4000	16000	350000	0,8	0,8	1,15	0,85	1,0	1,0
КамАЗ-55111	4000	16000	300000	0,8	0,8	1,15	0,85	1,0	1,0

Периодичность ТО-1( $L_1^K$ , км), скорректированная в соответствии с условиями эксплуатации равна:

$$L_1^K = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

где,  $L_1^H$  - нормативный пробег до ТО-1, км;

$K_1$  - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от категории условий эксплуатации подвижного состава [20];

$K_3$  - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от климатических условий эксплуатации подвижного состава [20]:

$$L_1^K = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3200 \text{ км.}$$

Периодичность ТО-2 ( $L_2^K$ , км), скорректированная в соответствии с условиями эксплуатации равна:

$$L_2^K = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3,$$

где  $L_2^H$  - нормативный пробег до ТО-2, км [15];

$K_2$  – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификаций подвижного состава и организации его работы [20].

$$L_2^K = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 12800 \text{ км.}$$

Скорректированные пробеги до ТО-1 и ТО-2 должны быть кратными среднесуточному пробегу и между собой.

Кратность пробега до ТО-1 среднесуточному пробегу ( $i_1$ ) равна:

$$i_1 = \frac{L_1^K \cdot K_1 \cdot K_3}{l_{cc}}. \quad (2.2)$$

где,  $l_{cc}$  - среднесуточный пробег, км.

$$i_1 = \frac{4000 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{180} = 18.$$

Определяем плановую периодичность пробег до ТО-1 ( $L_1$ ), км:

$$L_1 = l_{cc} \cdot i_1 = 180 \cdot 18 = 3240 \text{ км.}$$

Кратность пробега до ТО-2 ( $i_2$ ) пробегу до ТО-1 равна:

$$i_2 = \frac{L_2^K \cdot K_1 \cdot K_3}{L_1} = \frac{16000 \cdot 0,8 \cdot 1,0}{3240} = 4.$$

Определяем плановый пробег до ТО-2 ( $L_2$ , км):

$$L_2 = L_1 \cdot i_2 = 3240 \cdot 4 = 12960 \text{ км.}$$

Периодичность КР ( $L_{kp}^K$ , км), скорректированная в соответствии с условиями эксплуатации равна:

$$L_{kp}^K = L_{kp}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

где,  $L_{kp}^H$  - нормативный пробег до КР, км [20];

$$L_{kp}^K = 320000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 256000 \text{ км.}$$

Общий средний пробег автомобиля КАМАЗ – 5320 превышает скорректированный в соответствии с условиями эксплуатации до первого КР. Определяем долю пробега до второго КР ( $L_{kp2}$ , км), не превышающую 80% от скорректированного, по формуле [21]:

$$L_{kp2} = L_{kp}^k \cdot 0,8 = 256000 \cdot 0,8 = 204800 \text{ км.}$$

Для подвижного состава прошедшего более одного капитального ремонта, кратность пробега до КР ( $i_{kp}$ ) определяем по формуле:

$$i_{kp} = \frac{(L_{kp}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3) \cdot 0,8}{L_2} = \frac{(320000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0) \cdot 0,8}{12960} = 16.$$

Определяем плановый пробег до КР ( $L_{kp}$ , км):

$$L_{kp} = L_2 \cdot i_{kp} = 12960 \cdot 16 = 207360 \text{ км.}$$

Полученные скорректированные данные периодичности проведения ТО и КР сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Скорректированная периодичность проведения ТО и КР

Марка автомобиля	Скорректированная периодичность пробега, км			Кратность пробега			Плановая периодичность пробега, км		
	$L_1^k$	$L_2^k$	$L_{kp}^k$	$i_1$	$i_2$	$i_{kp}$	$L_1$	$L_2$	$L_{kp}$
ГАЗ-3308	4000	16000	240000	26	4	15	4000	16000	240000
УАЗ-3303	3200	12800	115200	19	4	9	3190	12760	114840
КАМАЗ- 5320	3200	12800	204800	18	4	16	3240	12960	207360
ЗИЛ-130	3200	12800	190400	37	4	15	3220	12880	193200
КамАЗ- 55111	3200	12800	163200	35	4	13	3220	12880	167440

## 2.2 Расчет коэффициентов технической готовности и выпуска автомобилей

Коэффициент технической готовности ( $\alpha_T$ ):

$$\alpha_T = \frac{D_\vartheta}{D_\vartheta + D_P} = \frac{1}{1 + l_{cc} \cdot \left( \frac{D_{TO-TP} \cdot K'_4}{1000} + \frac{D_k}{L_k} \right)}, \quad (2.4)$$

где,  $D_\vartheta$  – количество дней эксплуатации в год;

$D_P$  – количество дней в ремонте в год;

$l_{cc}$  – среднесуточный пробег, км;

$D_{TO-TP}$  – нормативное число дней простоя в ТО и ремонте автомобиля

$D_k$  – нормативное число дней простоя в КР [20];

$K'_4$  – коэффициент корректирования норматива продолжительности простоя в ТО и ремонте в зависимости от пробега с начала эксплуатации [20]:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 180 \cdot \left( \frac{0,52 \cdot 1,3}{1000} + \frac{22}{207360} \right)} = 0,877.$$

Коэффициент выпуска ( $\alpha_B$ ) (отсутствие работы или персонала, форс-мажор при расчете не учитываем):

$$\alpha_B = \alpha_I = \frac{\alpha_T D_{p.r.}}{D_{k.r.}}, \quad (2.5)$$

где,  $D_{p.r.}$  – количество рабочих дней в году;

$D_{k.r.}$  – количество календарных дней в году.

$$\alpha_B = \alpha_I = \frac{0,877 \cdot 248}{365} = 0,596.$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Коэффициенты технической готовности и выпуска

Марка автомобиля	Исходные данные						$\alpha_T$	$\alpha_B$
	$D_{к.г.}$ , дней	$D_{р.г.}$ , дней	$l_{cc}$ , км	$\frac{D_{то-тр.}}{1000 \text{ км}}$ дн	$D_k$ , дней	$K'_4$		
ГАЗ-53 А	365	248	154	0,3	18	1,3	0,933	0,634
УАЗ-3303	365	248	168	0,4	22	1,3	0,893	0,607
КАМАЗ-5320	365	248	180	0,52	22	1,3	0,877	0,596
ЗИЛ-130	365	248	91	0,5	22	1,3	0,935	0,635
КамАЗ-55111	365	248	96	0,55	22	1,3	0,925	0,628

### 2.3 Расчет количества технических обслуживаний в год для одного автомобиля

Определяем общий пробег автомобилей ( $L_{общ}$ , км):

$$L_{общ} = D_{к.г.} \cdot l_{cc} \cdot \alpha_B, \quad (2.6)$$

$$L_{общ} = 365 \cdot 180 \cdot 0,596 = 39157 \text{ км.}$$

Количество ТО определяем по следующим формулам:

Количество ТО-2 ( $N_2$ ) равно:

$$N_2 = \frac{L_{общ}}{L_2} = \frac{39157}{12960} = 3. \quad (2.7)$$

Количество ТО-1 ( $N_1$ ) равно:

$$N_1 = \frac{L_{общ}}{L_1 - N_2} = \frac{39157}{3240 - 3} = 9. \quad (2.8)$$

Количество ЕО ( $N_{EO}$ ) равно:

$$N_{EO} = \frac{L_{общ}}{l_{cc}} = \frac{39157}{180} = 218. \quad (2.9)$$

Число автомобилей проходящих общее диагностирование ( $N_{Д-1}$ ) после ТР, принимается равным 10% от программы ТО-1 за год [20].

Таким образом, количество Д-1 на один автомобиль в год:

$$N_{Д-1} = 1,1 \cdot N_1 + N_2 = 1,1 \cdot 9 + 3 = 13. \quad (2.10)$$

Число автомобилей проходящих поэлементное диагностирование ( $N_{D-2}$ ) после ТР, принимается равным 20 % от годовой программы ТО-2 [20].

Таким образом, количество  $D-2$  на один автомобиль в год:

$$N_{D-2} = 1,2 \cdot N_2 = 1,2 \cdot 3 = 4. \quad (2.11)$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Количество технических обслуживаний в год для одного автомобиля

Марка автомобиля	$L_{общ}$ , км	Виды обслуживания				
		$N_2$	$N_1$	$N_{EO}$	$N_{D-1}$	$N_{D-2}$
ГАЗ-3308	35637	2	7	231	10	2
УАЗ-3303	37221	3	9	222	13	4
КАМАЗ-5320	39157	3	9	218	13	4
ЗИЛ-130	21092	2	5	232	8	2
КамАЗ-55111	22005	2	5	229	8	2

## 2.4 Расчет количества технических воздействий за год

Количество ТО-1 в год ( $N_1^{\Gamma}$ ):

$$N_1^{\Gamma} = A_{СП} \cdot N_1, \quad (2.12)$$

где,  $A_{СП}$  – списочное количество автомобилей расчетной марки.

$$N_1^{\Gamma} = A_{СП} \cdot N_1 = 18 \cdot 9 = 162.$$

Количество ТО-2 в год ( $N_2^{\Gamma}$ ):

$$N_2^{\Gamma} = A_{СП} \cdot N_2 = 18 \cdot 3 = 54.$$

Количество ЕО в год ( $N_{EO}^{\Gamma}$ ):

$$N_{EO}^{\Gamma} = A_{СП} \cdot N_{EO} = 18 \cdot 218 = 3924.$$

Количество  $D-1$  в год ( $N_{D-1}^{\Gamma}$ ):

$$N_{D-1}^{\Gamma} = A_{СП} \cdot N_{D-1} = 18 \cdot 13 = 234.$$

Количество  $D-2$  в год ( $N_{D-2}^{\Gamma}$ ):

$$N_{D-2}^{\Gamma} = A_{СП} \cdot N_{D-2} = 18 \cdot 4 = 72.$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Количество технических обслуживаний в год списочного состава автомобилей

Марка автомобиля	Списочное количество автомобилей, А <sub>СП</sub>	Виды обслуживания				
		N <sub>1</sub> <sup>Г</sup>	N <sub>2</sub> <sup>Г</sup>	N <sub>EO</sub> <sup>Г</sup>	N <sub>D-1</sub> <sup>Г</sup>	N <sub>D-2</sub> <sup>Г</sup>
ГАЗ-53 А	4	28	8	924	40	8
УАЗ-3303	8	72	24	1776	104	32
КАМАЗ-5320	18	162	54	3924	234	72
ЗИЛ-130	12	60	24	2784	96	24
КамАЗ-55111	13	65	26	2977	104	26

## 2.5 Расчет суточной программы по ТО и диагностированию

Расчет суточной программы по ТО и диагностированию определяем по следующей формуле [21]:

$$N_i^C = \frac{N_i^{\Gamma}}{\Delta_{\Gamma}^i}, \quad (2.13)$$

где,  $\Delta_{\Gamma}^i$  - количество дней работы в году подразделения выполняющего данный вид обслуживания.

Количество ТО-1 в сутки ( $N_1^C$ ):

$$N_1^C = \frac{N_1^{\Gamma}}{\Delta_{\Gamma}^1} = \frac{162}{248} = 0,65.$$

Количество ТО-2 в сутки ( $N_2^C$ ):

$$N_2^C = \frac{N_2^{\Gamma}}{\Delta_{\Gamma}^2} = \frac{54}{248} = 0,22.$$

Количество ЕО в сутки ( $N_{EO}^C$ ):

$$N_{EO}^C = \frac{N_{EO}^{\Gamma}}{\Delta_{\Gamma}^{EO}} = \frac{3924}{248} = 15,8.$$

Количество Д-1 в сутки ( $N_{D-1}^C$ ):

$$N_{D-1}^C = \frac{N_{D-1}^{\Gamma}}{\Delta_{\Gamma}^{D-1}} = \frac{234}{248} = 0,94.$$

Количество Д-2 в сутки ( $N_{D-2}^C$ ):

$$N_{D-2}^C = \frac{N_{D-2}^{\Gamma}}{D_{\Gamma}^{D-2}} = \frac{72}{248} = 0,29.$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Суточная программа технических обслуживаний и диагностики списочного состава автомобилей

Марка автомобиля	Виды обслуживания				
	$N_1^C$	$N_2^C$	$N_{EO}^C$	$N_{D-1}^C$	$N_{D-2}^C$
	Количество дней работы в году подразделения выполняющего данный вид обслуживания				
	$D_{\Gamma}^1$	$D_{\Gamma}^2$	$D_{\Gamma}^{EO}$	$D_{\Gamma}^{D-1}$	$D_{\Gamma}^{D-2}$
	248	248	248	248	248
ГАЗ-3308	0,11	0,03	3,73	0,16	0,03
УАЗ-3303	0,29	0,1	7,16	0,42	0,13
КАМАЗ-5320	0,65	0,22	15,82	0,94	0,29
ЗИЛ-130	0,24	0,1	11,23	0,39	0,1
КамАЗ-55111	0,26	0,1	12	0,42	0,1
Общее суммарное количество обслуживаний в сутки	2	1	50	3	1

## 2.6 Расчет годового объема работ по ТО и ТР

Таблица 2.7 - Исходные нормативы трудоемкости ТО и ТР, и коэффициенты их корректирования

Марка автомобиля	Нормативы трудоемкости, чел · час				Коэффициенты корректирования нормативов трудоемкости ТО и ТР		
	$t_{EO}^H$	$t_1^H$	$t_2^H$	$t_{TP}^H$	$K_2$	$K_4$	$K_5$
ГАЗ-53 А	0,25	2,5	10,5	3,0	1,00	1,4	1,15
УАЗ-3303	0,25	1,5	7,7	3,6	1,00	1,9	1,15
КАМАЗ-5320	0,3	3,2	12,0	5,8	1,00	2,1	1,3
ЗИЛ-130	0,3	2,5	10,6	3,6	1,15	2,1	1,2
КамАЗ-55111	0,4	3,4	14,5	8,5	1,15	2,1	1,3

Скорректированная трудоемкость ЕО ( $t_{EO}$ , чел · час):

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 \cdot K_5 \quad (2.14)$$

где,  $t_{EO}^H$  – нормативная трудоемкость работ ЕО, чел · час [15]:

$K_5$  – коэффициент корректирования нормативов трудоемкости технического обслуживания в зависимости от количества обслуживаемых автомобилей и количества технологически совместимых групп подвижного состава [20].

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 \cdot K_5 = 0,3 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 0,39 \text{ чел · час.}$$

Скорректированная трудоемкость ТО-1 ( $t_1$ , чел · час):

$$t_1 = t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5,$$

где,  $t_1^H$  - нормативная трудоемкость работ ТО-1, чел · час [20]:

$$t_1 = t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5 = 3,2 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 4,16 \text{ чел · час.}$$

Скорректированная трудоемкость ТО-2 ( $t_2$ , чел · час):

$$t_2 = t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5,$$

где,  $t_2^H$  - нормативная трудоемкость работ ТО-2, чел · час [20]:

$$t_2 = t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5 = 12 \cdot 1,0 \cdot 1,3 = 15,6 \text{ чел · час.}$$

Скорректированная трудоемкость ТР ( $t_{TP}$ ,  $\frac{\text{чел · час}}{1000 \text{ км}}$ ):

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5,$$

где,  $t_{TP}^H$  - нормативная трудоемкость работ ТР,  $\frac{\text{чел · час}}{1000 \text{ км}}$  [20]:

$$t_{TP} = 5,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,1 \cdot 1,3 = 19.$$

Объем работ ЕО в год ( $T_{EO}^r$  чел · час):

$$T_{EO}^r = N_{EO}^r \cdot t_{EO} = 3924 \cdot 0,39 = 1530,4 \text{ чел · час.} \quad (2.15)$$

Объем работ ТО-1 в год ( $T_1^r$  чел · час):

$$T_1^r = N_1^r \cdot t_1 = 162 \cdot 4,16 = 673,9 \text{ чел · час.}$$

Объем работ ТО-2 в год ( $T_2^{\Gamma}$  чел· час):

$$T_2^{\Gamma} = N_2^{\Gamma} \cdot t_2 = 54 \cdot 15,6 = 842,4 \text{ чел· час.}$$

Объем работ ТР в год, ( $T_{\text{TP}}^{\Gamma}$   $\frac{\text{чел· час}}{1000 \text{ км}}$ ):

$$T_{\text{TP}}^{\Gamma} = \frac{t_{\text{tp}} \cdot A_{\text{СП}} \cdot L_{\text{общ}}}{1000}, \quad (2.16)$$

$$T_{\text{TP}}^{\Gamma} = \frac{19 \cdot 18 \cdot 39157}{1000} = 13391,7 \frac{\text{чел· час.}}{1000 \text{ км.}}$$

Суммарный объем работ ТО и ТР в год ( $T_{\text{TO-TP}}$ , чел· час):

$$T_{\text{TO-TP}} = T_{\text{EO}}^{\Gamma} + T_1^{\Gamma} + T_2^{\Gamma} + T_{\text{TP}}^{\Gamma}, \quad (2.17)$$

$$T_{\text{TO-TP}} = 1530,4 + 673,9 + 842,4 + 13391,7 = 16438,4 \text{ чел· час.}$$

Полученные данные сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Годовой объем работ по ТО и ТР

Марка автомобиля	Скорректированная трудоемкость ТО и ТР, чел· час				Объем работ по видам ТО и ТР, чел· час				Суммар. объем работ ТО и ТР в год, чел.ч
	$t_{\text{EO}}$	$t_1$	$t_2$	$t_{\text{TP}}$	$T_{\text{EO}}^{\Gamma}$	$T_1^{\Gamma}$	$T_2^{\Gamma}$	$T_{\text{TP}}^{\Gamma}$	
ГАЗ 53 А	0,2	2,8	12,	4,93	268	80,6	96,6	702,8	1148
УАЗ 3303	0,2	1,7	8,86	9,44	515	124,6	212,6	2810,9	3663,14
КАМАЗ 5320	0,3	4,1	15,6	19	1530,4	673,9	842,4	13391,	16438,4
ЗИЛ 130	0,4	3,4	14,6	12,5	1141,4	207	351,1	3168,9	4868,44
КамАЗ 55111	0,6	5	21,6	32,0	1786,2	330,2	563,7	9159,8	11839,9
Общий суммарный объем работ ТО и ТР в год				14016	3798	5082,1	84696	104723,2	

В дальнейшем расчете используется общий годовой суммарный объем работ по ТО в хозяйстве.

## **2.7 Расчет общей численности ремонтно-обслуживающего персонала и участков ТО**

Технологически необходимое число рабочих:

$$P_t = \frac{T_{TO-TP}}{\Phi_t} \quad (2.18)$$

где,  $\Phi_t$  – годовой фонд времени технологически необходимого рабочего, час.

$$P_t = \frac{107593}{1984} = 55 \text{ чел.}$$

Количество рабочих по штатному расписанию:

$$P_{ш} = \frac{T_{TO-TP}}{\Phi_{ш}}, \quad (2.19)$$

где  $\Phi_{ш}$  – годовой фонд времени штатного рабочего, час. [14]:

$$P_{ш} = \frac{107593}{1760} = 62 \text{ чел.}$$

## **2.8 Расчет необходимого количества постов ТО**

### **2.8.1 Расчет количества постов ТО-1**

Количество постов ТО-1 ( $X_1$ ) определяем по формуле:

$$X_1 = \frac{\tau_n}{R}, \quad (2.20)$$

где,  $R$  - ритм поста:

$$R = \frac{60 \cdot T_{cm} \cdot C}{N_1^C \cdot \varphi}, \quad (2.21)$$

где,  $C$  - число смен,  $C=1$ ;

$T_{cm}$  - продолжительность смены,  $T_{cm} = 8$  час.;

$\varphi$  - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей на пост,  $\varphi=1,25$  [14].

$$R = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{3 \cdot 1,25} = 128 \text{ мин.}$$

$\tau_{\pi}$  - тakt поста:

$$\tau_{\pi} = \frac{60 \cdot t_1^{\text{cp.}}}{P_{\pi}} + t_w, \quad (2.22)$$

где,  $t_1^{\text{cp.}}$  - средняя трудоемкость обслуживания ТО-1 одного автомобиля ,  
чел · час [24]:

$$t_1^{\text{cp.}} = \frac{T_1^{\Gamma}}{N_1^C \cdot D_1^{\Gamma}} = \frac{3798,8}{3 \cdot 248} = 5,1 \text{ чел · час.} \quad (2.23)$$

$P_{\pi}$  - число работающих одновременно рабочих на посту,  $P_{\pi} = 2$  чел.,  
 $t_w$  - время необходимое на передвижение автомобиля на пост,  $t_w = 3$   
мин.

$$\tau_{\pi} = \frac{60 \cdot 5,1}{2} + 2 = 155 \text{ мин.},$$

$$X_1 = \frac{155}{128} = 1,2 \approx 1 \text{ пост.}$$

Принимаем  $X_1 = 1$  пост.

## 2.8.2 Расчет количества постов ТО-2

Количество постов ТО-2 ( $X_2$ ) определяем по формуле:

$$X_2 = \frac{\tau_{\pi}}{R \cdot \eta_{\pi}}, \quad (2.24)$$

где,  $\eta_{\pi}$  - коэффициент использования рабочего времени поста,

$$\eta_{\pi} = 0,85-0,9 [14].$$

Ритм производства:

$$R = \frac{60 \cdot T_{\text{cm}} \cdot C}{N_2^C \cdot \varphi} = \frac{60 \cdot 8 \cdot 1}{1 \cdot 1,25} = 384 \text{ мин.}$$

Такт поста:

$$\tau_n = \frac{60 \cdot t_2^{cp}}{P_n} + t_w,$$

где,  $t_2^{cp}$  - средняя трудоемкость обслуживания ТО-2 одного автомобиля без учета трудоемкости затраченной на диагностику Д-2, чел·час [21]:

$$t_1^{cp} = \frac{T_2^{\Gamma} - T_{D-2}^{\Gamma}}{N_2^C \cdot D_2^{\Gamma}}, \quad (2.25)$$

где,  $T_{D-2}^{\Gamma}$  - годовая трудоемкость поэлементных диагностических работ проводимых при прохождении ТО-2, чел·час.

$$t_2^{cp} = \frac{5082-508,2}{1 \cdot 248} = 18,4 \text{ чел·час.}$$

$$\tau_n = \frac{60 \cdot 18,4}{3} + 3 = 371 \text{ мин.}$$

$$X_2 = \frac{371}{384 \cdot 0,9} = 1 \text{ пост.}$$

Принимаем  $X_2 = 1$  пост.

### 2.8.3 Расчет количества постов диагностирования

Общие диагностические работы (Д-1) проводятся совместно с работами по ТО-1 с использованием переносных средств диагностирования.

Количество постов поэлементного диагностирования ( $X_{D-2}$ ) рассчитываем по формуле:

$$X_{D-2} = \frac{T_{D-2}^{\Gamma} + T_{D-2\text{тр}}^{\Gamma}}{\Phi_n \cdot P_n} = \frac{T_{D-2}^{\Gamma} + T_{D-2\text{тр}}^{\Gamma}}{D_{раб.г} \cdot T_{см} \cdot C \cdot \eta_d \cdot P_n}, \quad (2.26)$$

где,  $T_{D-2}^{\Gamma}, T_{D-2\text{тр}}^{\Gamma}$  - годовой объем диагностических работ Д-2. Складывается из трудоемкости поэлементных диагностических работ проводимых при ТО-2 и ТР с последующим вычетом из их общего объема;

$\Phi_n$  - годовой фонд рабочего времени поста, час;

$P_n$  - число работающих одновременно рабочих на посту,  $P_n=1$  чел.;

$D_{раб.г}$  - число рабочих дней зоны диагностики;

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

$C$  - число смен;

$\eta_d$  - коэффициент использования рабочего времени поста,  $\eta_d = 0,6-0,75.$

$$X_{Д-2} = \frac{508,2+847}{248 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1} = 0,98 \approx 1 \text{ пост.}$$

Принимаем  $X_{Д-2}=1\text{пост.}$

## 2.9 Расчет необходимых площадей отделений ТО

**Расчет площадей отделения EO:**

$$F = L_\phi \cdot H_\phi, \quad (2.27)$$

где,  $L_\phi$  - фактическая длина линии, м;

$H_\phi$  - фактическая ширина, м;

$B$  - ширина моечной установки, м;

$b$  - нормальное расстояние от моечной установки до стены, [15].

$$H_\phi = B + 2 \cdot b, \quad (2.28)$$

$$H_\phi = 5,2 + 2 \cdot 0,8 = 6,8 \text{ м.}$$

Фактическая длина линии

$$L_\phi = L_a \cdot X_n + a \cdot X_n - 1 + 1 \cdot L_a + 2 \cdot a, \quad (2.29)$$

где,  $L_a$  - длина обслуживаемого автомобиля. Принимаем к расчету самый длинный автомобиль (КамАЗ-5320),

$$L_a = 12,8 \text{ м.}$$

$X_n$  - число рабочих постов на линии,  $X_n = 3;$

$a$  - нормальная величина расстояния между автомобилями стоящими на линии,  $a = 2 \text{ м.}$

$$L_\phi = 12,8 \cdot 3 + 2 \cdot 3 - 1 + 1 \cdot 12,8 + 2 \cdot 2 = 59,2 \text{ м,}$$

$$F = 59,2 \cdot 6,8 = 402,6 \text{ м}^2.$$

## **Расчет площадей отделений ТО:**

$$F_{3i} = f_a \cdot X_{3i} \cdot K_n, \quad (2.30)$$

где  $f_a$  - площадь занимаемая автомобилем. Принимаем к расчету автомобиль с наибольшей площадью (КамАЗ-5320);  
 $X_{3TO}$  - суммарное число постов в отделении ТО. Работы по ТО проводятся в разные смены с использованием одних и тех же постов.  
 $X_{3TP}$  - суммарное число постов в отделении ТР (кроме окрасочного);  
 $K_n$  - коэффициент плотности, учитывающий проезды.  $K_n = 6$  [19].

Площадь постов ТО

$$F_{3TO} = 32 \cdot 1 \cdot 6 = 192 \text{ м}^2.$$

Площадь постов ТР

$$F_{3TP} = 32 \cdot 5 \cdot 6 = 960 \text{ м}^2.$$

Проведем сравнение расчетных площадей отделений ТО и ТР с имеющимися в главном производственном корпусе и сведем все это в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Сравнение расчетных и имеющихся площадей отделения ТО

Отделение	Площадь, м <sup>2</sup>		
	расчетная	по проекту	принятая
ТО	192	252	252

Площадь реконструируемых отделений позволяет использовать их для выполнения работ с принятой по расчету трудоемкостью.

## **2.10 Разработка общей компоновки реконструируемого производственного корпуса**

Производственные здания предприятий по обслуживанию автомобилей должны проектироваться и реконструироваться в соответствии с требованиями СНиП 2.09.02-85, ВСН 01-89 и ОНТП-01-91.

Ведомственные строительные нормы предприятий по обслуживанию автомобилей (ВСН 01-89), объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений предприятий автомобильного транспорта тесно привязывает к распределению подвижного состава по категориям в зависимости от габаритных размеров автомобилей.

В соответствии с выше приведенными технологическими расчетами приходим к выводу, что при существующей загрузке производственных мощностей производственных и вспомогательных корпусов возможно сокращение их площадей с переносом части отделений находящихся во вспомогательных корпусах в главный. Так по расчетам определили, что для полного удовлетворения нужд автопарка в ТО достаточно иметь один пост ТО-1 и один пост ТО-2 с совмещением выполняемых работ на одной проездной рабочей канаве в разные смены: ТО-1 в первую, а ТО-2 во вторую. При этом не требуется дополнительного оборудования для выполнения однотипных работ. А автотранспорт не простояивает в ожидании своей очереди на проведения ТО-1.

Здание профилактория, используемое для проведения ТО и диагностики, освобождается от оборудования. Все оборудование переводится в отделение по ТР большегрузных автомобилей. В отделении организуется, на одной из пустующих канав, универсальный проездной пост для выполнения работ по ТО-1 и ТО-2. Вторая свободная канава занимается стендом для проверки тормозов КИ-8964 и на ней организовывается пост для проведения поэлементной диагностики. Пост огораживается перегородкой сборной щитовой. Непосредственная близость с постами ТО и ТР позволяет мастеру-диагносту оперативно реагировать на потребность в диагностических работах.

### **3 РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАЗБОРКИ И СБОРКИ ЗАДНЕГО МОСТА АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ**

Наибольший вес в ремонтно-профилактическом корпусе составляют стеллажи, станки, применяемые для разборки и сборки агрегатов на отдельные узлы и детали с последующим ремонтом.

Требования, предъявляемые к конструкциям разборочно-сборочных стендов, зависят от вида производства. В крупносерийном и массовом производстве применяются специальные приспособления. На данный момент в управлении техническим транспортом в авторемонтном цехе стенд для разборки и сборки заднего моста автомобилей не применяется, а существующие конструкции не унифицированы (применяются только для определенной модели и ее модификации). Все операции разборки и сборки редукторов осуществляются на слесарных верстаках. В связи с этим мною разработан участок по ремонту редукторов заднего моста автомобилей.

Данный стенд предназначен для более быстрой, удобной сборки и разборки редукторов заднего моста автомобилей на узлы и детали. Сравнивая со стеллажом для разборки и сборки, повышается механизация и автоматизация процесса.

Данный стенд позволит облегчить труд, повысит удобство, качество сборки и разборки агрегатов.

#### **3.1 Описание стендса и принципа действия**

Стенд предназначен для проворачивания заднего моста автомобиля Камаз вокруг горизонтальной оси. Его масса составляет 100 кг.

Стенд оснащён редуктором с ручным приводом, который монтируется на его раме, подшипникового узла, поворачивающегося стола, устройства для фиксации стола, устройств для закрепления моста, колес для перемещения стендса, два из которых поворотные.

Стенд работает следующим образом корпус заднего моста автомобиля Камз устанавливается в посадочное место стола и крепится с помощью

замков, которые установлены на створках. Створки предназначены для универсальности стенда, и позволяют закреплять мосты разных диаметров.

С помощью рукоятки вращение через редуктор подается на поворотные валы, к которым крепится стол. При определённом положении, удобном для монтажа редуктора, прекращаем вращение рукоятки и с помощью фиксатора, палец которого вставляется между зубьями шестерни редуктора, создаётся неподвижное положение конструкции над любым углом.

### **3.2 Расчет и выбор колес**

Для выбора колеса необходимо определить нагрузку, которое на него может действовать, по формуле

$$P = \frac{Q_C + Q_P}{n} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (3.1)$$

где  $Q_C$  – вес стенда,  $Q_C = 700$  Н;

$Q_P$  – вес редуктора, для удобства расчетов примем  $Q_P = 400$  Н;

$n$  – количество колес ( $n = 4$ );

$k_1$  – коэффициент, учитывающий режим работы ( $k_1 = 1,3 \dots 2,0$ );

$k_2$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки ( $k_2 = 1,8 \dots 2,5$ ).

$$P = \frac{700 + 400}{4} \cdot 1,5 \cdot 2,0 = 825 \text{ H.}$$

По найденному значению нагрузки  $P = 825$  Н (или 82,5 кг), выбираем из справочника *Колесо 2В-100-100* (поворотное колесо) и *Колесо 2Г-100-100* (неповоротное колесо).

### **3.3 Расчет усилия на перекатывание стенда**

Для колес сопротивления движению определяют как сумму сил трения качения колес по бетону и сил трения в подшипниках этих колес

$$F = V \cdot W + S \quad (3.2)$$

где:  $V$  – общая нагрузка на опорные колеса, Н;

$W$  – коэффициент трения качение ходовых колес, ( $0,05\dots 0,07$ );

$S$  – коэффициент трения в подшипниках ( $S = 0,01\dots 0,02$ );

$$V = 4P \quad (3.3)$$

где  $P$  – нагрузка на опорное колесо, Н;

4 – число колес.

$$V = 3300 \text{ Н.}$$

$$F = 3300 \cdot 0,05 + 0,02 = 231 \text{ Н.}$$

Для передвижения стенда потребуется усилие  $F = 231$  Н.

### 3.4 Расчет усилия на поворотной рукоятке

Для расчета усилия на рукоятке необходимо определить крутящие моменты на поворотном валу

$$M = Q_P \cdot l, \quad (3.4)$$

где  $Q_P$  – вес редуктора, Н;

$l$  – расстояние до центра тяжести редуктора, примем  $l = 0,015$  м.

$$M = 400 \cdot 0,015 = 6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Усилие на рукоятке определяется по формуле:

$$T = \frac{M}{a \cdot i \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где  $a$  – длина рукоятки, м;

$i$  – передаточное отношение редуктора;

$\eta$  – коэффициент полезного действия цилиндрического редуктора,  $\eta = 0,99$ .

$$T = \frac{6}{0,2 \cdot 2 \cdot 0,99} = 15,15 \text{ Н}$$

Для поворачивания редукторов усилие на рукоятке может достигать  $T = 15,15$  Н (или 1,515 кг).

### 3.5 Выбор элементов рамы

Так как вес редукторов не превышает 400 Н, то выбор элементов рамы осуществляется исходя из технологических соображений с учетом удобства монтажа.

Основная конструкция выполнена из *Швеллера №8 ГОСТ 8240-72*, поперечные балки выполнены из *Швеллера №5 ГОСТ 8240-72*, салазки для удержания и перемещения емкости для масла, которое стекает из редуктора, изготовлены из *Уголка №2 ГОСТ 8509-72*.

Масса рамы составила 78 кг.

### 3.6 Энергетический и кинематический расчет привода

Энергетический и кинематический расчёты привода сводятся к выбору червячного редуктора усиливающего прилагаемую работу работника к рукоятке стенда с определенной мощностью, угловой скоростью и крутящим моментом на валу.

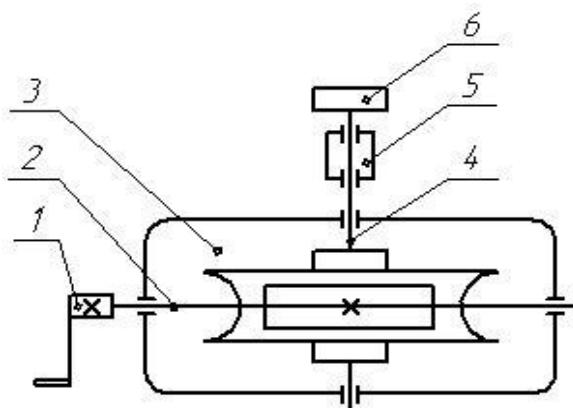


Рисунок 3.1 - Кинематическая схема стенда

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

Ввиду того, центр тяжести разбираемого двигателя будет изменять свое положение относительно центра вращения в ходе разборки и 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 ( $N_{p.b.}$ , кВт) определяем по формуле[10]:

$$N_{p.b.} = \frac{G_p \cdot A \cdot n_{p.b.} \cdot \pi}{30 \cdot 1000}, \quad (3.6)$$

где,  $G_p$  – вес редуктора. Масса редуктора в сборе, автомобиля КамАЗ, составляет 182 кг.

$$G_p = m \cdot g = 182 \cdot 9,8 = 1783,6 \text{ Н.};$$

$A$  – максимальное расстояние между центром тяжести редуктора и центром вращения.

Учитывая геометрическое расположение редуктора на стенде, принимаем равным 120 мм = 0,12 м;

$n_{p.b.}$  - частота вращения рабочего вала,  $n_{p.b.} = 6,5 \text{ мин}^{-1}$ .

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

Потребная мощность на первом валу привода, кВт:

$$N_1 = N_{p.b.} / \eta_{\text{пр}}, \quad (3.7)$$

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

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{чр}} \cdot \eta_{\text{п}}^3, \quad (3.8)$$

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

$\eta_{\text{п}}^2$  - КПД опорных пар (подшипников качения),  $\eta_{\text{п}} = 0,99$

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

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

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:

$$i = \frac{n_q}{n_{q_k}} = 10, \quad (3.9)$$

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

Преобразуя формулу (3.3) определим частоту вращения червяка:

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

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

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

Для определения геометрических параметров червячного редуктора определим крутящий момент червячного колеса ( $T_{\text{p.b.}}$ ,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ):

$$T_{\text{p.b.}} = \frac{N_{\text{p.b.}}}{\omega_{\text{p.b.}}}, \quad (3.10)$$

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

$$\omega_{\text{p.b.}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{p.b.}}}{30} = \frac{3,14 \cdot 6,5}{30} = 0,68 \text{ рад}^{-1}, \quad (3.11)$$

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

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

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

$$T_{\text{в.в.}} = \frac{T_{\text{p.b.}}}{u \cdot \eta} = \frac{205}{10 \cdot 0,8} = 25,6 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (3.12)$$

Определяем межосевое расстояние ( $a_w$ ,  $\text{мм}$ ) из условия контактной выносливости:

$$a_w = \left( \frac{z_2}{q} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{\left( \frac{170}{z_2} \cdot \sigma_H \right)^2 \cdot T_{\text{p.b.}} \cdot K}, \quad (3.13)$$

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  $v_s = 5$  м/с;

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

$z_2$  – число зубьев червячного колеса:

$$z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 10 = 10. \quad (3.14)$$

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

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

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

Определяем значение модуля ( $m$ , мм) по формуле:

$$m = \frac{2 \cdot a_w}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 63}{10 + 8} = 7. \quad (3.15)$$

Принимаем по ГОСТ 2144-76 стандартное значение модуля  $m = 8$  мм.

Определяем основные геометрические размеры червяка и червячного колеса:

- делительный диаметр червяка:

$$d_1 = q \cdot m = 8 \cdot 8 = 64 \text{ мм};$$

- делительный диаметр червячного колеса:

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

Определяем диаметр выходного конца ведущего вала:

$$d_{bl} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{bb}}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{25,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 17,2 \text{ мм.} \quad (3.16)$$

Принимаем диаметр равный 18 мм.

Определяем диаметр выходного конца рабочего вала:

$$d_{b2} \geq \sqrt[3]{\frac{T_{pb}}{0,2 \cdot [\tau_k]}} = \sqrt[3]{\frac{205 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25}} = 34,4 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр равный 35 мм.

Результаты кинематического расчета сводим в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 - Результаты кинематического расчета

Вал редуктора	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Угловая скорость ( $\omega$ ), с <sup>-1</sup>	Мощность (N) , кВт	Крутящий момент, 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.

### 3.7 Расчет шпоночного соединения

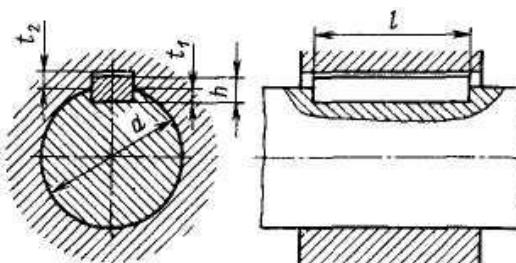


Рисунок 3.2 - Схема шпоночного паза

Диаметр вала равен 35 мм. Выбираем шпонку призматическую 10x8x20 ГОСТ 23360-78 [8].

Напряжение смятия узких граней шпонки не должно превышать допускаемого, т.е. должно удовлетворяться условие [8]:

$$\sigma_{cm} = \frac{F}{A_{cm}} \leq [\sigma]_{cm}, \quad (3.17)$$

где, F – сила, действующая на шпонку, Н;

A<sub>cm</sub> – площадь смятия, м<sup>2</sup>;

[σ]<sub>cm</sub> – допускаемое напряжение смятия при стальной ступице Сталь 45

ГОСТ 1058-88 и спокойной нагрузке, МПа. [σ]<sub>cm</sub> ≤ 100 МПа [8].

$$F = \frac{2 \cdot T_{pb}}{d} = \frac{2 \cdot 205}{0,035} = 11710 \text{ Н}, \quad (3.18)$$

где, T – передаваемый крутящий момент, Н·м;

d – диаметр вала в месте установки шпонки, м;

$$A_{cm} = (h - t_1) \cdot l_p = (8 - 5) \cdot 20 = 60 \text{ мм}^2 = 0,060 \text{ м}^2, \quad (3.19)$$

где,  $h$  – высота сечения шпонки, м;

$t_1$  – глубина паза вала, м;

$l_p$  – рабочая длина шпонки, м.

Для шпонки с плоскими торцами  $l_p = 20$  мм [8];

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

Условие выполнено.

### 3.8 Выводы

Проведенный анализ аналогов существующих конструкций позволил оценить возможности в проведении рациональной модернизации существующего на предприятии оборудования. В результате пришли к выводу, что существующий стенд годен к модернизации и её можно выполнить собственными силами. Разработанная конструкция облегчит труд слесаря по ремонту автомобилей. Повысит уровень механизации на предприятии, а в частности в агрегатном отделении. Для вращения ремонтируемого редуктора применяется червячный редуктор. Червячный редуктор не разрабатывается, а принимается стандартный марки ЧМ-63. Выше приведенными кинематическими расчетами обосновываем этот выбор. Наиболее нагруженное соединение в стенде шпоночное. Для подтверждения правильного выбора размера проведен расчет на прочность шпоночного соединения.

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА**

### **4.1 Правила техники безопасности при эксплуатации конструкции**

К работе на стенде допускаются лица не моложе 18 лет, обученные по специальной программе и аттестованные на право выполнения работ повышенной опасности, а при работе с электроинструментом, дополнительно, - после присвоения 1 группы допуска по электробезопасности [11].

- Слесарь должен работать в спецодежде, полученной в соответствии с нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлениях, с обязательным применением индивидуальных средств защиты.
- Агрегаты и узлы массой более 20 кг допускается поднимать и перемещать только с помощью подъёмно-транспортных механизмов.
- При сборке (разборке) агрегата, транспортировать его следует, при помощи подъёмно-транспортных средств, оборудованных приспособлениями (захватами), гарантирующими безопасность работы.
- Перед перемещением поднятого груза необходимо предупредить рядом работающих об опасности; груз перемещать плавно, без резких толчков [11];
- Тщательно ознакомиться с технологической инструкцией, подготовить рабочее место, необходимая инструмент, приспособления, оснастку, индивидуальные средства защиты.
- Стенд для испытания компрессора должен соответствовать своему назначению и быть безопасными в работе. Устройство для закрепления агрегата должен исключать возможность смешения или падения последнего.
- При работе с кронштейном необходимо надёжно зажимать разбираемый агрегат [24].

- При работе гаечными ключами необходимо подбирать их соответственно размерам гаек, правильно накладывать ключ на гайку. Нельзя поджимать гайку рывком.

- При работе зубилом или другим рубящим инструментом необходимо пользоваться защитными очками для предохранения глаз от поражения металлическими частицами, а также надевать на зубило защитную шайбу для защиты рук.

- Проверять соосность отверстий разрешается только при помощи конусной оправки, а не пальцем.

- При работе пневматическим инструментом подавать воздух разрешается только после установки инструмента в рабочее положение.

- Запрещается устанавливать прокладку между зевом ключа и гранями гаек и болтов, а также наращивать ключ трубой или другими рычагами, если это не предусмотрено конструкцией ключа [17].

## **4.2 Инструктаж и обучение по технике безопасности**

Рабочие (в том числе водители), инженерно-технические работники и служащие могут быть допущены к самостоятельной работе только после прохождения инструктажа по технике безопасности.

Инструктаж и обучение проводятся на основе общих и отраслевых правил и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии с учетом конкретных условий работы.

Инструктаж проводится по следующим видам:

а) вводный инструктаж при (поступлении на работу);

б) инструктаж на рабочем месте;

в) повторный инструктаж на рабочем месте;

г) дополнительный (внеплановый) инструктаж.

д) целевой (перед выполнением особо опасных работ), при этом оформляют наряд-допуск.

Результаты проведения инструктажей заносят в соответствующие журналы [24].

#### **4.3 Мероприятия по улучшению состояния окружающей среды**

Для улучшения состояния окружающей среды предлагаются проводить следующие мероприятия:

1) Необходимо усилить контроль при обслуживании склада ремонтного фонда. Обеспечить защиту вокруг склада от протекания возможных загрязнений в почву.

2) Локализовать участки территории, где возможно рассыпание и разлив жидких продуктов, с отведением локального поверхностного стока в систему производственной канализации для очистки.

3) внедрить для очистки сточных вод и их повторного использования установку «Кристалл».

4) Также необходимо восстановить систему регенерации моющего раствора, которая позволит сэкономить на моющих средствах и уменьшит их попадание в систему канализации мастерской.

5) Для улучшения окружающего воздуха необходимо засадить территорию вокруг участка зелеными насаждениями и оградить эти зоны озеленения бортовым камнем, исключающим смыв грунта на дорожное покрытие во время ливневых дождей.

6) Организовать регулярную уборку территории участка.

7) Для защиты окружающей среды необходимо улучшить фильтрацию воздуха с производства путем установки в участке промышленных фильтров.

Учет и контроль над выбросами отработанных газов необходимо проводить по ГОСТ 17.22.03-77, выхлопные газы дизельных двигателей по ГОСТ 17.22.01-84 законом РФ (РТ) «Об охране атмосферного воздуха» от 14.06.1999г. Учет и контроль над выбросами воды необходимо проводить по ГОСТ 171.10-84 «Использование и охрана вод» [11].

#### **4.4 Физическая культура на производстве**

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д.

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая благотворное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуя устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученного и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции.

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализаторы, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат.

В производственной гимнастики нужно включать специальные упражнения на разгибание туловища, наклоны, вращение в плечевых суставах, повороты, вращение туловищем и другие упражнения [25].

### **Производственная гимнастика на рабочем месте**

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности (феномен активного отдыха И.М. Сеченова). Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, делятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут

возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу [25].

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха

пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.) [25].

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше 25°C и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м<sup>3</sup>): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до 10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно находиться не менее 1,5 м<sup>2</sup> свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (гребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже

чем за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками) [25].

### **Заключение**

Движение, в широком понимании этого слова, является основным биологическим раздражителем, стимулирующим процессы биологического роста и развития, поддерживающим и развивающим функциональные проявления организма. Ограниченнное использование движений, характерное для режима работы людей умственного труда, нередко приводит к известной дисгармонии между нервно психическими и физическими раздражителями.

Это обстоятельство является одной из причин развития некоторых заболеваний и функциональных отклонений в системах человеческого организма, особенно его нервной системы, что приводит к понижению общей работоспособности.

Серьезным средством предупреждения функциональных расстройств, а также устранения уже имеющихся расстройств (если они не приобрели стойкого характера) являются регулярные занятия гимнастикой.

Систематические занятия физическими упражнениями оказывают всестороннее положительное воздействие на организм человека. Основные черты этого воздействия характеризуются улучшением функциональной деятельности нервной, сердечно сосудистой и дыхательной систем и пищеварительного аппарата, стимуляцией процессов тканевого обмена и укреплением мышечной системы и приводят к повышению общей устойчивости и работоспособности организма.

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

### 5.1 Технико-экономическая оценка конструкторской разработки

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [6]:

$$C_{\text{ц.констр.}} = C_k + C_{\text{o.д}} + C_{\text{п.д}} \cdot K_{\text{нац}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{накл}}, \quad (5.1)$$

где  $C_k$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

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

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

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

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

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

$K_{\text{нац}}$  – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ( $K_{\text{нац}}=1,4\dots1,5$ ).

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot k, \quad (5.2)$$

где  $G_k$  - масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг ;

$G_r$  - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг ;

$k$  - коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление материалов, ( $k=1,05\dots1,15$ ).

Расчет масс сконструированных деталей, узлов и агрегатов вводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Расчет масс сконструированных деталей

Наименование деталей	Объем, м <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	Количество	Масса детали, кг
Рычаг	0,00069	7800	1	5,4
Площадка	0,00002	7800	1	4,8

Продолжения таблицы 5.1

Педаль	0,00053	7800	1	1,8
Ось	0,00029	7800	1	1,4
Ручка	0,00065	7800	1	1,5
Сектор	0,00055	7800	2	3,2
Итого				18,1

Таблица 5.2 - Массы готовых деталей, узлов, агрегатов

Наименование деталей	Масса деталей, кг
Крепежные изделия	3,2
Стенд для разборки и сборки редукторов заднего моста грузового автомобиля	180
Итого	183,2

Масса сконструированных изделий:  $G_k = 18,1$  кг;

Масса готовых изделий и агрегатов:  $G_r = 3,2$  кг;

Масса всей установки [6]:

$$G = (18,1 + 183,2) \cdot 1,1 = 221,4 \text{ кг.}$$

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле:

$$C_{61} = C_{60} \cdot G_o \cdot \sigma / G_1 \quad (5.3)$$

где,  $C_{60}$ ,  $C_{61}$ - балансовые стоимости существующей и проектируемой конструкций, руб.;

$G_o$ ,  $G_1$  – массы существующей и проектируемой конструкций, кг;  
 $\sigma$  – коэффициент учитывающий дешевизну изготовления 0,9-0,95.

$$C_{61} = 150000 \cdot 18,1 \cdot 0,9 / 221,4 = 11037 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость проектируемой конструкции вполне приемлема, она на 1%-ов дороже аналога.

### Расчет технико-экономических показателей устройства

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$M_e = G / (W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}), \quad (5.4)$$

где  $G$  - масса конструкции, кг;

$M_e$  – металлоемкость, кг/шт;

$T_{год}$  - годовая загрузка, ч;

$T_{сл}$ – срок службы, лет;

$W_q$  – часовая производительность, ед/ч.

Таблица 5.3 – Технико - экономические показатели конструкции

Наименование показателей	Ед. изм.	Существующая конструкция	Проектируемая конструкция	Проект в % к аналогу
1	2	3	4	5
Масса конструкции	кг	183,2	221,4	15
Балансовая стоимость	руб	150000	161037	2
Кол-во обслуживающего персонала	чел	1	1	-
Норма амортизации	%	11	10	10
Норма затрат на ремонт и ТО	%	14	10	20
Срок службы	лет	8	8	-
Годовая загрузка	час	2480	2480	-
Металлоемкость	кг/ ед.	0,9	1,24	12
Фондоемкость	руб./ед	6251,61	6356,28	2
Трудоемкость	чел.ч./ед	0,5	0,33	-
Уровень эксплуатационных затрат	руб./ед	1240	883,3	24
Уровень приведенных затрат	руб./ед	2200	1836,71	18
Годовая экономия	руб.		28867,12	
Годовой экономический эффект	руб.		27913,7	
Срок окупаемости	лет		1,8	
Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений			0,5	

Для проектируемой конструкции принимаем примерно  $W_q = 0,125 \text{ ед/ч}$ .

$$M_e = 221,4 / (0,125 \cdot 310 \cdot 8) = 1,2472 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость процесса обслуживания определяется по формуле:

$$F_e = C_6 / (W_q \cdot T_{год}), \text{ руб./ед} ; \quad (5.5)$$

$$F_e = 161037 / (0,125 \cdot 310) = 6356,28 \text{ руб./ед.}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$T_e = \Pi_p / W_q , \quad (5.6)$$

где  $\Pi_p$  – количество обслуживающих рабочих, чел.

$$T_e = 1 / 3 = 0,33 \text{ чел. ч/ед.}$$

Определяем себестоимость работы выполняемый с помощью проектируемой конструкции по формуле [6]:

$$S = C_{зп} + C_3 + C_{pto} + A, \quad (5.7)$$

где  $C_{зп}$  – затраты на зарплату, руб./ед;

$C_{pto}$  – затраты на ремонт и ТО, руб./ед;

$A$  – затраты на амортизацию руб. /ед;

$C_3$  – затраты на электроэнергию руб. /ед.

Затраты на заработную плату определяются:

$$C_{зп} = z_q \cdot T_e \quad (5.8)$$

где  $z_q$  – часовая тарифная ставка, руб.

$$z_q = 80 \text{ руб.}$$

$$C_{зп} = 80 \cdot 0,33 = 26,4 \text{ руб/ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют по формуле :

$$C_{pto} = C_6 \cdot H_{pto} / (100 \cdot W_q \cdot T_{год}) \quad (5.9)$$

где  $H_{pto}$  – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{pto} = 161037 \cdot 10 / (100 \cdot 0,125 \cdot 310) = 415,6 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизацию определяются по формуле :

$$A = C_6 \cdot a / (100 \cdot W_q \cdot T_{год}) \quad (5.10)$$

где  $a$  - норма амортизации, %.

$$A = 161037 \cdot 10 / (100 \cdot 0,125 \cdot 310) = 415,6 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_3 = 25,7 \text{ руб.}$$

Себестоимость работы выполненный с помощью спроектированной конструкции определяют по формуле:

$$S = 26,4 + 415,6 + 415,6 + 25,7 = 883,3 \text{ руб./ед.}$$

Уровень приведенных затрат определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S + E_n \cdot k, \quad (5.11)$$

где  $C_{\text{пр}}$  – уровень приведенных затрат, руб.

$E_n$  – нормативный коэффициент капитальных вложений,  $E_n = 0,15$ .

$k$  – удельные капитальные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{\text{пр}} = 883,3 + 0,15 \cdot 6356,28 = 1836,71 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}, \quad (5.12)$$

где  $(S' - S)$  – себестоимость РТО в хозяйстве и по проекту, руб./ед.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 450 \cdot 0,125 \cdot 310 = 28867,12 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год.эф.}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot (C'_{\text{прив}} - C_{\text{прив}}), \quad (5.13)$$

где  $(C'_{\text{прив}} - C_{\text{прив}})$  – разница приведенных затрат аналога и конструкции, руб./ед.

$$E_{\text{год.эф.}} = 28867,12 - 0,15 \cdot 6356,28 = 27913,7 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений находим по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_{\delta 1} / \mathcal{E}_{\text{год}}, \quad (5.14)$$

где  $T_{\text{ок}}$  – срок окупаемости дополнительных вложений, лет;

$$T_{\text{ок}} = 161037 / 28867,12 = 1,8 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = 1 / T_{\text{ок}}, \quad (5.15)$$

где,  $E_{\text{эф}}$  – коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.

$$E_{\text{эф}} = 1 / 1,8 = 0,5.$$

Как видно из таблицы 6.4 в результате разработки новой конструкции, увеличилось металлоемкость на 12 %, фондоемкость на 2 %, а следующие показатели снизились уровень эксплуатационных затрат на 24%, а также уровень приведенных затрат на 18%.

Годовая экономия составила 28867 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составила 1,8 года, а коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равна 0,5.

## **Выводы**

В данной выпускной квалификационной работе были рассмотрены и решены задачи, с которыми сталкиваются при организации какого-либо производственного процесса.

Эффективная работа участка зависит от правильной организации технологического процесса ремонта. Разработанный типовой технологический процесс ремонта деталей заднего моста автомобиля КамАЗ позволяет продуктивно использовать рабочее время, предоставляя рабочим последовательность и технологию выполнения операций. Оптимальный выбор технологического оборудования, рациональное его размещение, в порядке выполнения технологических операций, в соответствии с годовой производственной программой, позволяют добиться максимальной эффективности производства.

Разработана конструкция стенда для разборки и сборки заднего моста автомобиля Камаз.

Разработаны мероприятия по безопасной жизнедеятельности, охране труда и физической культуре в производстве.

Экономические расчеты подтверждают целесообразность разработанных в проекте мероприятий. В результате себестоимость условного ремонта снизилась на 7 %, производительность труда увеличилась, и срок окупаемости дополнительных капиталовложений составил 1,8 года.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Зинин Н.Е., Соколова В.Н.- М.: Колос, 2004.-384с
2. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2005. – 326 с.
3. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин. - М., 2011. – 246 с.
4. Анульев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Анульев. – М.: Машиностроение, 2010. – Т. 2. – 1086 с.
5. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно- обслуживающих мероприятий / С. М. Бабусенко. – М.: ВО Агропромиздат, 2009. – 326 с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 2008. – 340 с.
8. Детали машин и основы конструирования / М. Н. Ерохин, А. В. Карп, Е. И. Соболев и др. – М.: «Колос», 2004. – 463 с.
9. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
10. Иоселевич Г.Б. Прикладная механика / Г. Б. Иоселевич. – М.: Высшая школа, 2010. – 430 с.
11. Канаев Ф.М. Охрана труда / Ф. М. Канаев. – М.: Агропромиздат, 2010. – 359 с.
12. Корж А. Г. Справочник по ремонтно-обслуживающему производству агропромышленного комплекса / А.Г. Корж. - Киев, 2008. – 469 с.

13. Методическое указание по проектированию предприятий технического сервиса в сельском хозяйстве. Разработано доц., кандидат тех. Наук Жуленков В. И. , Фасхутдинов Х.С. Офсет КазГАУ – Казань, 2001 стр. 63.
14. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «Колос», 2000. – 863 с.
15. Матвеев В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А. Матвеев. - М.: Колос, 2004. – 280 с.
16. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учеб для студ. ВУЗ.- 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2004.-336 с.
17. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.- М.; Колос,2002. -424 с.: ил.
18. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Проектирования и расчет средства обеспечения безопасности. .- М.; Колос,2009. -136 с.
19. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин / А.П. Смелов, И.С.Серый. – М.: Колос, 2012. – 192 с.
20. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин / Н. Ф. Тельнов. – М.: «Агропромиздат», 2012. – 540 с.
21. Техническое обслуживание и ремонт машин / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатов, В.А. Борисенко и др. – М.: «Агропромиздат», 2010. - 380 с.
22. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / С. С. Черепанов, А.А. Афанасьев. – М.: «Колос», 2011. – 256 с.
23. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов / П. И. Шевченко – Л.: «Машиностроение», 2012. – 335 с.
24. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986.
25. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко. - М.: Изд-во АСВ, 2005.- 432 с.

# **СПЕЦИФИКАЦИЯ**