

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка стенда для ремонта редуктора заднего моста
автомобиля КамАЗ

Студент

Р.Я. Ягафаров

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.Д. Чижаткина

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Данная бакалаврская работа посвящена разработке стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ. Целью работы является проектирование агрегатного отделения, разработка конструкции кантователя и составление технологической карты процесса ремонта редуктора заднего моста.

В работе проводится анализ существующих стендов для ремонта редукторов заднего моста и выявляются их недостатки. Затем проводится проектирование агрегатного отделения, включающее в себя разработку технологической планировки, установку необходимого оборудования и инструментов, а также обеспечение безопасности ремонтных работ.

Далее предлагается разработка конструкции кантователя, который является необходимым оборудованием осуществления процесса ремонта. Рассматриваются различные варианты конструкции, проводится анализ и выбор наиболее оптимального решения конструкции устройства. Производится проектирование и расчет деталей кантователя с учетом требований к прочности и надежности.

В завершении работы составляется технологическая карта для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ. На основе определенных этапов работы и необходимых операций разрабатывается последовательность действий, учитывающая требования по качеству и срокам выполнения работ. Технологическая карта также включает в себя перечень необходимых инструментов, приспособлений и материалов.

В результате данной работы ожидается создание стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ, который будет обладать оптимальной конструкцией и функциональностью. Такой стенд позволит проводить эффективный ремонт редукторов заднего моста КамАЗ и повысит производительность работы в автосервисе или производственном предприятии.

Содержание

Введение	5
1 Техничко-экономическое обоснование объекта разработки	6
1.1 Конструкция редуктора заднего моста КамАЗ и основные неисправности агрегата	6
1.2 Анализ конструкции стендов для проведения технологической операции ремонта редуктора заднего моста	10
2 Технический проект агрегатного отделения	15
2.1 Назначение и основные виды работ в отделении	15
2.2 Оборудование и персонал агрегатного отделения	16
2.3 Инженерно-техническое оснащение агрегатного отделения	19
3 Разработка стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ	22
3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда	22
3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда	23
3.3 Расчет конструкции стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ	29
4 Технологический процесс разборки редуктора заднего моста	35
4.1 Конструкция ремонтируемого объекта	35
4.2 Неисправности деталей моста и способы их устранения	37
4.3 Технологический процесс разборки редуктора заднего моста	39
5 Безопасность и экологичность агрегатного отделения	44
Заключение	52
Список используемой литературы и используемых источников	56
Приложение А. Спецификация	59

Введение

Современное развитие автомобильной промышленности требует непрерывного совершенствования и обновления технологий, используемых в процессе производства и ремонта автомобилей. Особое внимание при этом следует уделять грузовым автомобилям, поскольку именно они в процессе эксплуатации испытывают наибольшие нагрузки на все узлы и агрегаты. Важным аспектом в этой области является разработка специализированных стендов, которые позволяют проводить эффективный и качественный ремонт автомобильных узлов и агрегатов.

Одним из важных компонентов грузовых автомобилей является задний мост, который отвечает за передачу крутящего момента на задние колеса, обеспечивая передвижение транспортного средства. Редуктор заднего моста КамАЗ является надежным и востребованным устройством, однако он подвержен износу и требует регулярного обслуживания и ремонта. Редуктор заднего моста КамАЗ является важной составной частью грузовых автомобилей данного производителя. Он выполняет функцию передачи крутящего момента от двигателя к задним колесам автомобиля, обеспечивая его движение. Конструкция редуктора моста КамАЗ разработана с учетом требований к надежности, прочности и эффективности работы грузового автомобиля. Этот узел автомобиля обеспечивает передвижение и позволяет справляться с различными нагрузками при эксплуатации на дорогах различных условий.

Целью данной бакалаврской работы является разработка стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ. Стенд будет представлять собой специализированное оборудование, позволяющее проводить процесс ремонта редуктора заднего моста с минимальными физическими усилиями со стороны рабочего.

Также, в рамках бакалаврской работы, предусмотрено проектирование на уровне технического проекта агрегатного отделения, разработка конструкции кантователя на уровне рабочего проекта и составление технологической карты

на проведение технологической операции ремонта редуктора заднего моста. Проектирование агрегатного отделения включает в себя определение оптимальной планировки, расстановку оборудования в соответствии с выполняемым технологическим процессом, а также обеспечение безопасности выполнения ремонтных работ. Разработка конструкции кантователя позволит обеспечить надежное и точное позиционирование редуктора заднего моста во время процесса проведения сборочно-разборочных работ.

Технологическая карта определяет последовательность операций и перечень необходимых инструментов для осуществления технологического процесса ремонта. Разработка технологической карты также является неотъемлемой частью процесса обучения, позволяющей на практике показать уровень полученных знаний.

Ожидается, что разработанный стенд значительно улучшит процесс ремонта редуктора заднего моста КамАЗ и увеличит производительность работы в автомобильном сервисе или автотранспортном предприятии. Разработка в рамках работы бакалавра на уровне конструкторского проекта стенда подобного вида будет способствовать снижению времени на проведение ремонтных работ и повышению качества выполненных работ. Также выполнение выпускной квалификационной работы позволит реализовать на практике весь объём теоретических и практических знаний, полученных в процессе обучения.

1 Технико-экономическое обоснование объекта разработки

1.1 Конструкция редуктора заднего моста КамАЗ и основные неисправности агрегата

Особенности современной экономики диктуют требования к процессу технической эксплуатации и обслуживания автотранспортных средств. В особенности это касается грузовых автомобилей, чьи условия эксплуатации и эксплуатационные нагрузки значительно превышают условия функционирования легкового автотранспорта. При этом, одну из основных нагрузок от массы перевозимого груза и дорожных условий воспринимает трансмиссия транспортного средства. Редуктор заднего моста является одним из основных узлов трансмиссии грузового автомобиля КамАЗ.

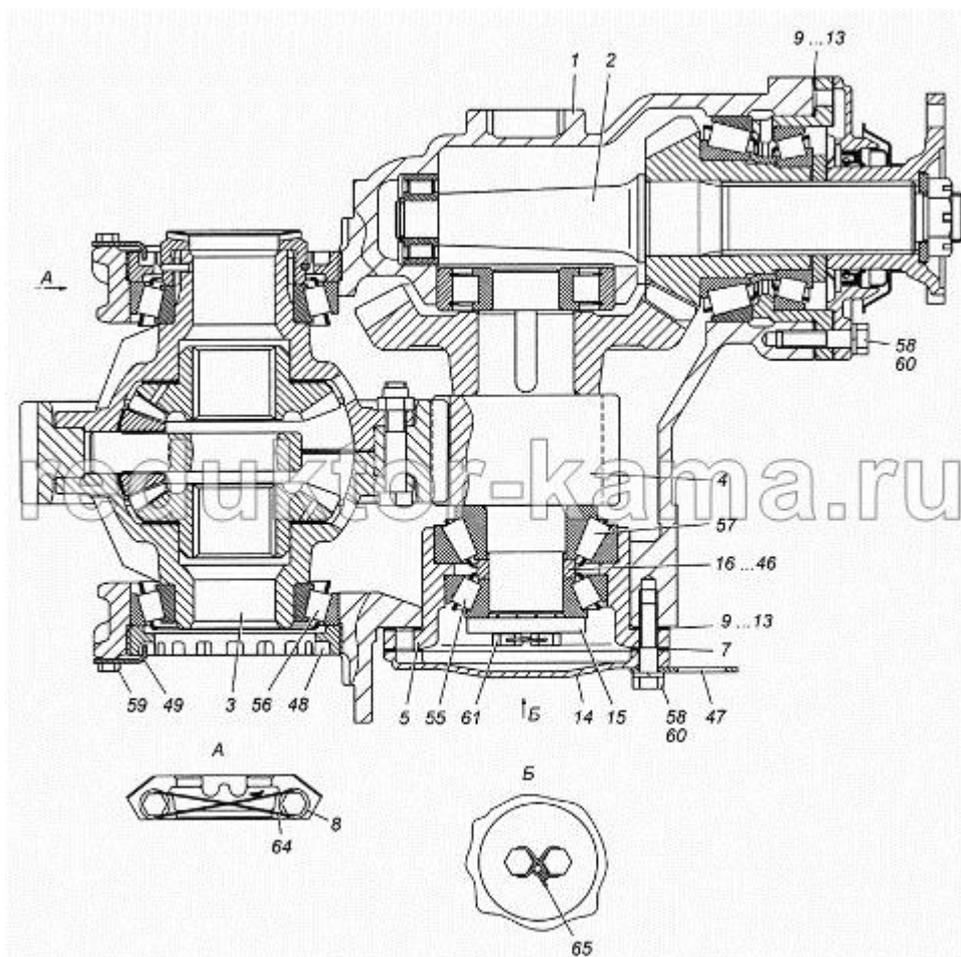
Редуктор заднего моста КамАЗ предназначен для передачи мощности от двигателя на задние ведущие колеса грузового автомобиля. Узел выполняется двухступенчатым, для увеличения крутящего момента, ступени редуктора представляют собой коническую гипоидную и цилиндрическую передачу. Это позволяет адаптировать работу редуктора под различные условия эксплуатации автомобиля, обеспечивая более эффективную передачу крутящего момента и улучшенную проходимость. Редуктор заднего моста КамАЗ работает в тяжелых эксплуатационных условиях, которые включают перевозку грузов на большие расстояния, по дорожному покрытию, не имеющему твердого покрытия, или имеющего значительные неровности. Особенно это относится к автомобилям КамАЗ, занятым в строительных и дорожных работах. Редуктор сконструирован достаточно прочным и надежным, чтобы выдерживать значительные эксплуатационные нагрузки и функционировать без отказов на протяжении длительного времени.

Для обеспечения длительной безотказной работы редуктора заднего моста КамАЗ необходимо проводить регулярное техническое обслуживание и замену изношенных деталей. Соблюдение рекомендаций производителя по

эксплуатации и техническому обслуживанию является важным условием безотказной работы редуктора.

Рассмотрим конструкцию агрегата, для выявления возможных мест возникновения неисправностей, а также выявления типичных для данного узла неисправностей.

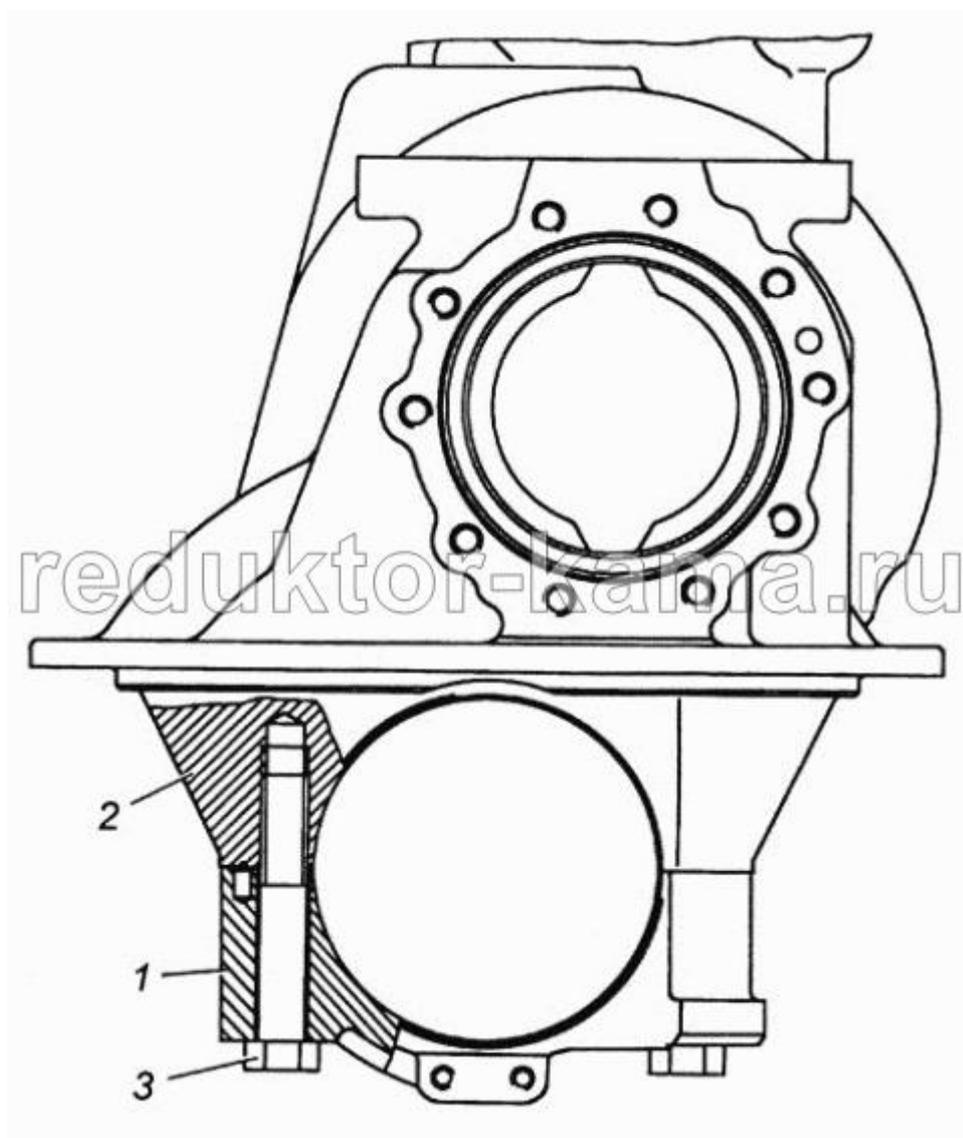
Конструкция редуктора заднего моста представлена на рисунке 1.



1 - Картер редуктора в сборе; 2 - Вал ведущий заднего моста в сборе; 3 - Дифференциал заднего моста в сборе; 4 - Шестерня ведомая коническая в сборе; 5 - Стакан подшипников в сборе; 6 – Прокладка; 7 – Шайба; 9-13 - Прокладка регулировочная 14 - Крышка стакана подшипника; 15 - Шайба опорная; 16-46 - Шайба регулировочная; 47 - Скоба редуктора; 48 - Гайка подшипника; 49 - Стопор гайки; 55 - Подшипник роликовый конический однорядный с большим углом конуса; 56 - Подшипник роликовый конический в сборе 7216А; 57 - Подшипник роликовый конический однорядный с большим углом конуса; 58 - Болт М12х1,25-6х50 1/55408/21; 59 - Болт М8-6х12 1/42376/21; 60 - Шайба 12 пружинная 1/05170/77; 61 - Болт установочный М14х1,5-6Нх50 870013

Рисунок 1 – Редуктор заднего моста Э4308-2402011 КамАЗ 4308

Как видно из представленного на рисунке 2 чертежа, редуктор имеет две ступени. Первая ступень является конической, с гипоидным смещением для уменьшения шумности. Вторая ступень является цилиндрической, с косозубым зацеплением. Данное конструкторское решение позволяет значительно увеличить крутящий момент, передаваемый на колеса транспортного средства.



- 1 – Крышка подшипников второй ступени; 2 – Корпус картера редуктора заднего моста;
3 – Винт стяжной

Рисунок 2 – Картер редуктора заднего моста Э4308-2402015 КамАЗ-4308

Картер редуктора заднего моста изготавливается из стали методом отливки. Отлитая деталь обрабатывается механически для обеспечения точности и соосности посадочных мест под подшипники и уплотнительные манжеты.

«За долгие годы эксплуатации (автомобили КАМАЗ выпускают с 1976 года), специалисты выделили три основные неисправности, которые характерны для редукторов:

- повышенный нагрев главной передачи;
- повышенный шум;
- утечка масла.

Причины повышенного нагрева редуктора могут быть следующими:

- избыток или недостаток масла в картере — необходимо слить или долить масло в картер;
- увеличенный натяг подшипников — его следует отрегулировать;
- неверная регулировка зацепления зубчатых колес — также необходимо отрегулировать.

Повышенный шум, исходящий от редуктора на КАМАЗе, может быть вызван следующими неисправностями:

- износом конических подшипников или осевым перемещением в них. Необходимо проверить подшипники, отрегулировать их или вовсе заменить;
- нарушением зацепления зубчатых колес (неправильная величина бокового зазора или смещение пятна контакта). Данная неисправность устраняется с помощью регулировки;
- износом или повреждением зубьев колес. Необходимо заменить зубчатые колеса (не забудьте затем отрегулировать их зазор);
- ослаблением крепления подшипников. Следует подтянуть гайки подшипников и отрегулировать их преднатяг.

Основных причин утечки масла из редуктора две: изношенный манжет и загрязнённый сапун. В первом случае манжет необходимо заменить новым, во втором можно просто очистить сапун.» [3]

Изношенные механически детали редуктора заднего моста заменяются в процессе проведения ремонта с применением специализированного станда.

1.2 Анализ конструкции стандов для проведения технологической операции ремонта редуктора заднего моста

Существует большое количество самых различных стандов для проведения ремонта редукторов заднего моста грузовых автомобилей. Рассмотрим некоторые из них для выявления наиболее прогрессивных конструкторских решений, которые возможно применить в конструкции разрабатываемого станда.

На рисунке 3 представлен стенд для ремонта редукторов КРОН-640.



Рисунок 3 – Стенд для ремонта редукторов КРОН-640

Стенд предназначен для проведения ремонта редукторов грузового автомобиля. Для ремонта редукторов различных марок автомобилей стенд

оснащается съёмными кронштейнами. Технические характеристики станда, следующие:

- тип: Стационарный, электромеханический;
- габаритные размеры, мм: 850 x 650 x 1000;
- питание, В: 380;
- масса, кг: 115.

Другим аналогом разрабатываемой конструкции будет являться стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей Б252АМ, показанный на рисунке 4.



Рисунок 4 – Стенд для разборки и сборки редукторов задних мостов автомобилей Б252АМ

«Стенд Б252АМ предназначен сборки и разборки редукторов задних мостов автомобилей. Эти изделия используются на производствах, на станциях

техобслуживания, в автобусных и автомобильных парках, в мастерских. Б252АМ изготавливается из прочной стали, которая покрывается полимерно-порошковой краской. Она защищает изделие от коррозии и других повреждений. Стенд оснащается двумя лотками для деталей и инструментов, а также специальной педалью для вращения платформы, на которую устанавливается редуктор. Сам же редуктор фиксируется на специальных креплениях. Стенд Б252АМ соответствует стандартам качества и безопасности, удобен в использовании и имеет высокие эргономичные характеристики.» [7]

Технические характеристики стенда, следующие:

- тип: переносной;
- максимальная масса устанавливаемых редукторов, кг: 260;
- количество фиксируемых положений стола стенда: 8;
- привод поворота стола: ножной;
- габаритные размеры, мм: 905x1255x910;
- масса, кг: 60.

Третьим аналогом, рассматриваемым в разделе, является стенд-кантователь для разборки и сборки редуктора главной передачи (заднего моста) карьерных самосвалов БелАЗ. Стенд представлен на рисунке 5.

«Стенд предназначен для облегчения работ по сервисному обслуживанию и ремонту редуктора главной передачи (заднего моста) карьерных самосвалов БелАЗ 7540, 7545, 7547, 7555 различных модификаций.

Поворотный механизм с ручным или электрическим приводом позволяет вращать зафиксированный редуктор на 360 градусов, тем самым существенно облегчая работы по разборке и сборке.

Наличие стопорного механизма позволяет наиболее безопасно и эффективно осуществлять ремонт редуктора главной передачи.» [17]

В основании стенда имеются отверстия под крепление анкерными болтами для стационарной установки в требуемом месте.



Рисунок 5 – Стенд-кантователь для разборки и сборки редуктора главной передачи (заднего моста) карьерных самосвалов БелАЗ

Технические характеристики стенда для разборки и сборки редуктора главной передачи (заднего моста) карьерных самосвалов БелАЗ:

- исполнение: стационарный;
- список обслуживаемой техники: БелАЗ-7540, БелАЗ-7545, БелАЗ-7547, БелАЗ-7555, БелАЗ-7545, БелАЗ-7547, БелАЗ-7555;
- привод вращения: электрический;
- потребляемая мощность, кВт: 0,75;
- напряжение, В: 380;
- габаритные размеры (L x B x H), мм: 1 230x1 550x1 170;
- масса, кг: 305

На основании проведенного исследования и анализа конструкции стендов для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ, можно сделать следующие выводы:

Конструкция редуктора заднего моста КамАЗ представляет собой агрегат для обеспечения передачи мощности и крутящего момента от двигателя на ведущие колеса автомобиля. Агрегат сконструирован с возможностью выдерживать значительные нагрузки и работать в тяжелых условиях эксплуатации.

Основные неисправности, возникающие в редукторе заднего моста КамАЗ, представляют собой износ и поломку зубчатых колес, подшипников, сальников, а также утечку масла. Причиной таких неисправностей могут быть интенсивная эксплуатация, несвоевременное или некачественное техническое обслуживание или износ деталей в процессе эксплуатации.

Анализ конструкции стендов для ремонта заднего моста показал, что они должны обеспечивать разборку и сборку редуктора, проверку и замену изношенных деталей, а также диагностику и послеремонтную регулировку зубчатого зацепления. Проектируемая конструкция стенда должна обладать высокими эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими удобство в использовании, быть надежными и обеспечивать безопасность при проведении ремонтных работ.

Таким образом, на основе анализа конструкции редуктора заднего моста КамАЗ, а также анализа конструкции стендов для ремонта, можно сделать вывод о необходимости регулярного технического обслуживания и контроля состояния редуктора, чтобы предотвратить возникновение отказов и обеспечить эксплуатацию автомобиля в течении всего периода времени. Также, важно проектировать стенды для ремонта редукторов заднего моста, которые облегчат процесс обслуживания и улучшат эффективность работ по редуктору заднего моста.

2 Технический проект агрегатного отделения

2.1 Назначение и основные виды работ в отделении

Агрегатное отделение размещается в основном производственном корпусе предприятия автомобильного транспорта.

Агрегатное отделение автотранспортного предприятия отвечает за техническое обслуживание, ремонт узлов и агрегатов автотранспортных средств. Работа агрегатного отделения имеет большое значение в обеспечении бесперебойной работы автопарка предприятия и сохранении его в работоспособном состоянии. На агрегатном отделении производятся следующие виды работ, связанных с проведением технического обслуживания и ремонта агрегатов автомобилей.

На агрегатном отделении производится техническое обслуживание агрегатов автомобилей, снятых с автомобиля. Как правило, процесс технического обслуживания включает в себя замену уплотнителей, плановую замену деталей, чья замена предусмотрена регламентом, регулировка и проверка работоспособности агрегата на стендах.

В агрегатном отделении производится ремонт и восстановление агрегатов автотранспортных средств. Работы включают в себя ремонт малых и крупных агрегатов и узлов автомобиля. Рабочие агрегатного отделения занимаются как проведением мелкосрочных ремонтов узлов и агрегатов, так и капитальными восстановительными работами крупных агрегатов, включая ремонт и восстановление корпусных деталей. Все агрегаты, прошедшие ремонт и восстановление, подвергаются послеремонтной обкатке и приработке, для чего в отделении размещается участок обкатки, оборудованный соответствующими стендами.

Одной из функций агрегатного отделения является организация и управление складом запасных частей, необходимых для ремонта и технического

обслуживания автотранспорта предприятия. Агрегатное отделение отслеживает запасы, производит заказы в отдел закупок на необходимые детали и контролируют их расходование.

В агрегатном отделении осуществляется планирование и контроль использования ресурсов предприятия, таких как рабочая сила, конструкционные и эксплуатационные материалы и инструмент, относящийся к расходному. Отделение самостоятельно разрабатывает графики технического обслуживания, ремонтных работ и обеспечивает эффективное использование ресурсов для минимизации простоев оборудования и стендов и максимизации эффективности проведения ремонта.

Работа агрегатного отделения автотранспортного предприятия имеет важное значение для эффективной работы. Все вышеизложенное позволяет поддерживать автомобили в надлежащем техническом состоянии, увеличивать срок безотказной службы и обеспечивать безопасность и надежность во время эксплуатации.

2.2 Оборудование и персонал агрегатного отделения

Для эффективной работы агрегатного отделения, должно быть размещено различное ремонтное и обкаточное оборудование, предназначенное для выполнения всего спектра работ по технической эксплуатации и ремонту подвижного состава. Перечень необходимого оборудования приводится в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование агрегатного отделения

Наименование оборудования	Марка оборудования	Площадь, м ²	Кол-во	Итого площадь, м ²
Контейнер для мусора	б/н	1	1	1
Контейнер технических отходов	б/н	1	1	1

Продолжение таблицы 1

Кран-балка	75-256	-	1	-
Настольно-сверлильный станок	2М112	0,25	1	0,25
Пресс гидравлический	ПГ-15000	1,2	1	1,2
Слесарный верстак	К-120	1,2	5	6
Стеллаж для деталей	СМ-1200	0,8	2	1,6
Стенд для испытания ведущих мостов	КИ-4999	1,1	1	1,1
Стенд для обкатки КПП	КИ-7652	1,6	1	1,6
Стенд для ремонта рулевого механизма	Профинструмент	0,85	1	0,85
Стенд для контроля и ремонта заднего моста	КИ-2231	0,75	1	0,75
Стенд для ремонта редукторов заднего моста	самоизг.	0,85	1	0,85
Тележка для транспортировки агрегатов	ТГ-400	1,1	2	2,2
Тумба техническая	Т-800	0,75	5	3,75
Устройство для проверки амортизаторов	КИ-7951	0,9	1	0,9
Устройство для срезания фрикционных накладок	УС-56	0,59	1	0,59
Кантователь КПП	3612	0,5	4	2
Шкаф для оборудования	357843-К	0,5	3	1,5
Шкаф инструментальный	КО-390	0,7	9	6,3
ИТОГО				33,44

Исходя из имеющегося перечня технологического оборудования и площади, занимаемого этим оборудованием, становится возможным рассчитать площадь агрегатного отделения.

$$F_{OT} = F_{OB} \cdot K_{ПЛ}, \quad (1)$$

где $F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием (из таблицы 1);

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования, $K_{пл} = 4,5$

$$F_{OT} = 33,44 \cdot 4,5 = 150,48 \text{ м}^2$$

Полученное расчётное значение в дальнейшем используем при разработке планировки отделения, выносимого на лист графической части работы бакалавра.

Произведем расчет численности рабочих в агрегатном отделении, исходя из перечня оборудования, а также исходя из предполагаемой трудоемкости работ в отделении 11400-11500 человеко-часов. Перечень работ в агрегатном отделении приводится в таблице 2.

Таблица 2 – Работы, производимые в агрегатном отделении

Работы, производимые в отделении	%	Трудоемкость, чел-часов	Количество рабочих, чел
Работы по коробке передач	20	2284,9	1
Работы по сцеплению	10	1142,4	1
Работы по заднему мосту	8	914,0	
Работы по редуктору заднего моста	12	1370,9	1
Работы по переднему мосту и механизму рулевого управления	15	1713,7	1
Работы по карданному валу	10	1142,4	1
Работы по тормозным механизмам	15	1713,7	1
Работы по элементам подвески мостов	10	1142,4	1
ИТОГО	100	11424,4	7

Исходя из трудоемкости работ и распределения персонала по видам работ, принимаем численность персонала 7 человек.

«Итого в отделении: 7 человек в одну смену.

Из них:

В 1-ю смену: 1 бригадир, 3 слесаря 5-го разряда, 3 слесаря 4-го разряда.

Режим работы персонала:

Начало первой смены – 7.00

Обеденный перерыв – 11.30-12.30

Окончание рабочего дня первой смены– 16.00» [19]

2.3 Инженерно-техническое оснащение агрегатного отделения

Инженерное оснащение отделения включает в себя конструирование напольного покрытия, естественного и искусственного освещения отделения, подвод электроэнергии, сжатого воздуха и тепла для отопления в холодное время года.

Напольное покрытие участка выполняется из плит с полиэфирным наполнителем. Данный тип напольного покрытия обладает хорошими антискользящими характеристиками, устойчив к механическим повреждениям и истиранию. Кроме того, данный тип напольных покрытий является пожароустойчивым и не выделяет ядовитых веществ при температурном воздействии.

Естественное освещение отделения производится за счет оконных проемов. Оконные проемы выполнены по схеме ленточного освещения. В теплое время года оконные проемы также используются для обеспечения циркуляции воздуха. Искусственное освещение выполнено светильниками общего освещения, размещенными в цехе. Для локального освещения рабочих мест применяются точечные светильники и лампы. Для уменьшения нагрузки на органы зрения в светильниках используется нейтральный свет, световая температуры в диапазоне 6000К.

Система электроснабжения для агрегатного отделения автотранспортного предприятия играет важную роль в обеспечении энергетических потребностей отделения. Подводимая мощность рассчитана в соответствии с мощностью электроустановок, размещенных в отделении. Это включает стенды, оснащенные электроприводом, системы освещения и кондиционирования. Система электроснабжения разработана таким образом, чтобы обеспечить распределение электроэнергии по всему отделению. Это включает использование распределительных щитов и электрических кабелей, чтобы обеспечить независимое питание всех энергопотребителей. Важным аспектом системы электроснабжения является заземление всех элементов системы электропитания, чтобы обеспечить безопасность персонала и защиту оборудования от повреждений. Также система электроснабжения содержит системы защиты от перенапряжений, такие как автоматические предохранительные устройства и автоматические выключатели, для предотвращения повреждения оборудования, в случае возникновения перенапряжений в сети.

В результате выполнения второго раздела выпускной квалификационной работы были сделаны следующие выводы.

Определены необходимые функциональные возможности и технические характеристики оборудования. С учетом этих требований, был выполнен подбор соответствующего технологического оборудования, учитывая его функциональность и бюджетные ограничения. Результатом подбора оборудования стало определение конкретных моделей и характеристик оборудования, необходимых для обеспечения эффективной работы отделения, а также возможность выполнения расчета площади отделения.

Произведен расчет требуемой численности персонала для обеспечения проведения технологического процесса по техническому обслуживанию и ремонту в агрегатном отделении. На основе этого расчета было произведено распределение персонала по различным видам работ в отделении, с учетом их квалификации и специализации.

Проведен подбор необходимого инженерного оборудования и систем для обеспечения бесперебойной работы отделения. Учитывались требования к надежности, энергоэффективности, безопасности и совместимости оборудования. В частности, определены тип и обустройство напольных покрытий. Определена конструкция систем освещения и вентиляции отделения. Определен тип и способ подвода электрической энергии для питания электрических установок отделения.

В целом, выполнение данного раздела выпускной квалификационной работы позволило определить перечень необходимого технологического оборудования, произвести расчёт численности производственного персонала и подобрать соответствующее инженерное оснащение для агрегатного отделения автотранспортного предприятия. В совокупности все вышеизложенное позволит обеспечить эффективную и бесперебойную работу отделения, а также обеспечить надлежащее качество предоставляемых услуг.

3 Разработка стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ

3.1 Техническое задание на разработку конструкции стенда

Требуется разработать изделие – стенд для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ. Разработка производится в соответствии с заданием, полученным в рамках выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

Разрабатываемое изделие относится к ремонтному оборудованию, в частности, к стендам для сборки-разборки крупных агрегатов. Стенд предназначен для использования на специализированных ремонтных мастерских, АТП и СТО по обслуживанию грузовых автомобилей.

Изделие предназначено для кантования редуктора заднего моста.

Предполагаемые и рекомендуемые при разработке характеристики стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ:

- габаритные размеры, не более: 1000х1000х1100 мм;
- масса установки, не более: 120 кг;
- размер кантуемого агрегата: 810х490х500 мм;
- масса кантуемого агрегата, не менее: 55 кг

«Предполагается поставка потребителю установки в разобранном виде: отдельно рама с приводом и фиксирующим механизмом. В разрабатываемой конструкции должны применяться стандартные комплектующие изделия, предусмотрены условия взаимозаменяемости и возможность дальнейшего усовершенствования конструкции.

Внешние очертания механизма должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер, острые углы рекомендуется скруглить, рекомендуется окрасить раму и выступающие агрегаты в оранжевый цвет.

Для безотказной и эффективной работы данного изделия ТО данного изделия должно проводиться не менее 1 раза в 3 месяца. Составные части конструкции легко должны подвергаться сборке-разборке при замене деталей

или транспортировке. Для защиты от коррозии все основные металлические поверхности должны быть окрашены влаго-маслостойкими красками. Детали вращения должны быть смазаны и защищены от попадания пыли и грязи. Изделие транспортируется в разобранном виде.

Техническое предложение согласуется с заказчиком и после его утверждения является основанием для разработки технического проекта.

Основанием для запуска в серию служит испытание опытного образца.»

[1]

3.2 Техническое предложение на разработку конструкции стенда

«Предложено разработать стенд для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ. Устройство относится к оборудованию для ремонта и обслуживания транспортных средств и предназначается для разборки редукторов задних мостов грузовых автомобилей. Разработка проводится с целью облегчения труда рабочего при проведении работ по разборке двигателей, а также с целью снижения затрат на обслуживание стенда, упрощении его конструкции и доводке до современного технического уровня развития техники.» [13]

Предполагается использование стенда как на проектируемом предприятии, так и внедрение его на все предприятия, которые оказывают услуги по ремонту и обслуживанию грузовых автомобилей.

Наряду с произведенным поиском аналогов конструкции, производимых серийно, был также произведен поиск аналогов конструкции, зарегистрированных в качестве авторских свидетельств и полезных моделей. Одним из таких устройств будет являться кантователь по авторскому свидетельству 2206816, приведенный на рисунке 6.

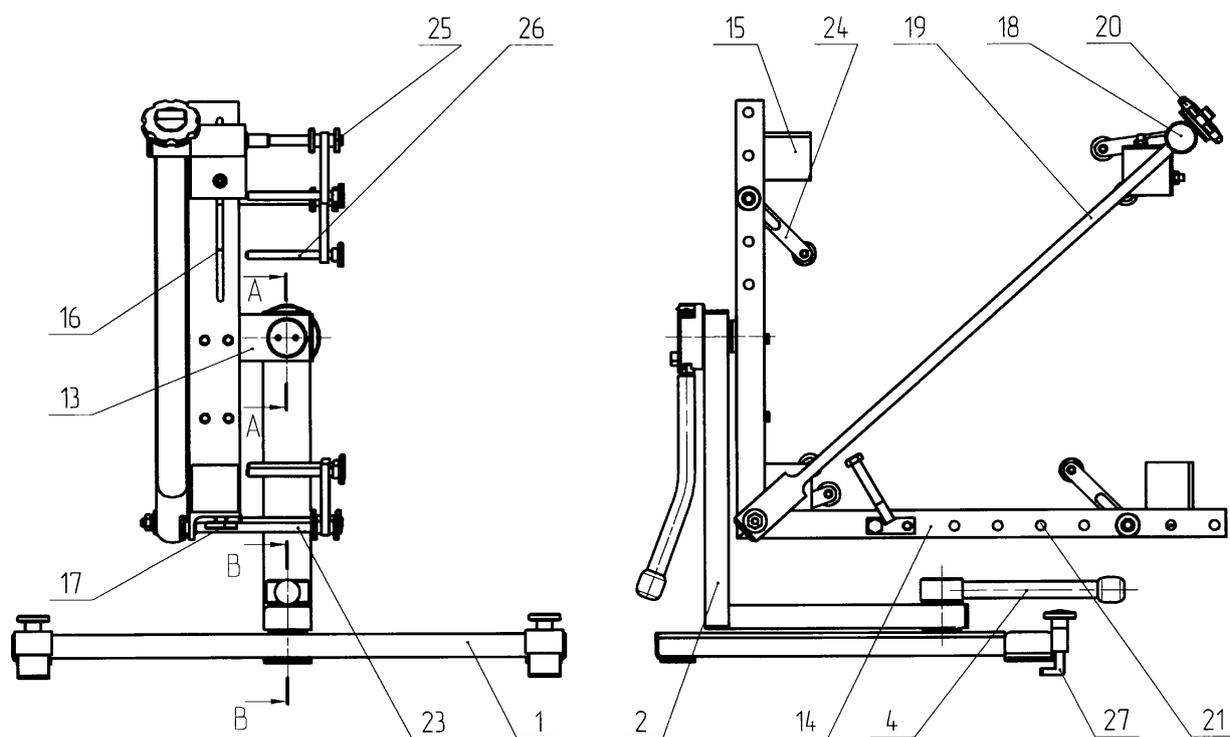


Рисунок 6 – Кантователь по авторскому свидетельству 2206816

«Кантователь (рисунок 6) состоит из Т-образного основания 1, Г-образного в вертикальной плоскости корпуса 2, выполненных из жесткого замкнутого профиля. Горизонтальная часть Г-образного корпуса 2 установлена с возможностью вращения на 360° вокруг вертикальной оси 3 основания 1 с фиксацией этого вращения рукояткой 4. На вертикальной части Г-образного корпуса 2 неподвижно закреплена полумуфта 5 с торцевыми пазами под шпонку 6, установленную на рукоятке 7. Рукоятка 7 свободно установлена на оси 8 втулки 9 и замыкается своей шпонкой 6 с торцевыми пазами полумуфты 5 посредством пружины 10, установленной в отверстии втулки 9 и закрепленной одним своим концом на рукоятке 7, другим на шайбе 11.» [7]

«Шайба 11 выполнена с торцевыми шлицевыми выступами, расположенными в ответных торцевых пазах втулки 9 и фланца 12, который жестко связан с кронштейном 13. На кронштейне 13 жестко закреплены взаимно-перпендикулярные прямоугольные направляющие 14. Таким образом, при выводе шпонки 6 рукоятки 7 из зацепления с торцевыми пазами полумуфты

5, рукоятка 7 может поворачиваться в вертикальной плоскости вместе с направляющими 14. Угол поворота зависит от количества торцевых пазов на полумуфте 5, расположенных по ее торцевой окружности, в рассматриваемом устройстве на угол 105° . На направляющих 14 установлены трехсторонние уголки 15, один в месте их стыка, а два по их свободным концам с возможностью перемещения по пазам 16 для настройки под габариты удерживаемого прибора с последующим их закреплением маховиками 17. Еще один из уголков 15 шарнирно закреплен на ползуне 18, установленном с возможностью свободного прямолинейного перемещения по шатуну 19. Шатун 19 шарнирно закреплен одним из своих концов на стыке прямоугольных направляющих 14. На другом конце шатуна 19 установлена гайка 20, предназначенная для создания необходимого усилия при закреплении удерживаемого прибора путем поджатия уголка 15 посредством ползуна 18.» [7]

«На полках прямоугольных направляющих 14 выполнены отверстия 21, в которых могут быть закреплены переустанавливаемые фиксаторы. Фиксатор состоит из шпильки 23, одним концом закрепленной в отверстии 21, другим удерживающей планку 24 в ее пазу между гайками 25. На планке 24 установлен фиксирующий винт 26, который в целом может вместе со шпилькой 23 и планкой 24 переустанавливаться по отверстиям 21, вращаться вокруг оси шпильки и перемещаться по пазу планки 24 до своего закрепления гайками 25 и совершать собственное винтовое движение в планке 24, охватывая при этом большую зону для нахождения необходимой точки закрепления удерживаемого прибора. Аналогичный фиксатор, но не переустанавливаемый, расположен в месте стыка прямоугольных направляющих 14 и на ползуне 18, перемещаемый вместе с ним.» [7]

У имеющегося аналога есть ряд конструктивных недостатков, которые могут быть устранены в разрабатываемой конструкции и которые сделают разработку отличной от описанной в авторском свидетельстве, а именно:

- описанная в авторском свидетельстве конструкция не обеспечивает доступ ко всем деталям ремонтируемого агрегата, что требует установки

дополнительных механизмов поворота, либо перестановки агрегата в процессе ремонта;

- у описанного устройства кантователя отсутствует механический привод, что также затрудняет процесс кантования агрегата в процессе ремонта;
- требование к наличию привода делает описанную конструкцию более громоздкой и ресурсоемкой.

Таким образом, целью разработки оборудования является устранение этих недостатков, либо сведение их к минимуму.

Для разработки конструкции станда рассмотрим компоновку отдельных его узлов. На рисунке 7 представлена кинематическая схема конструкции станда.

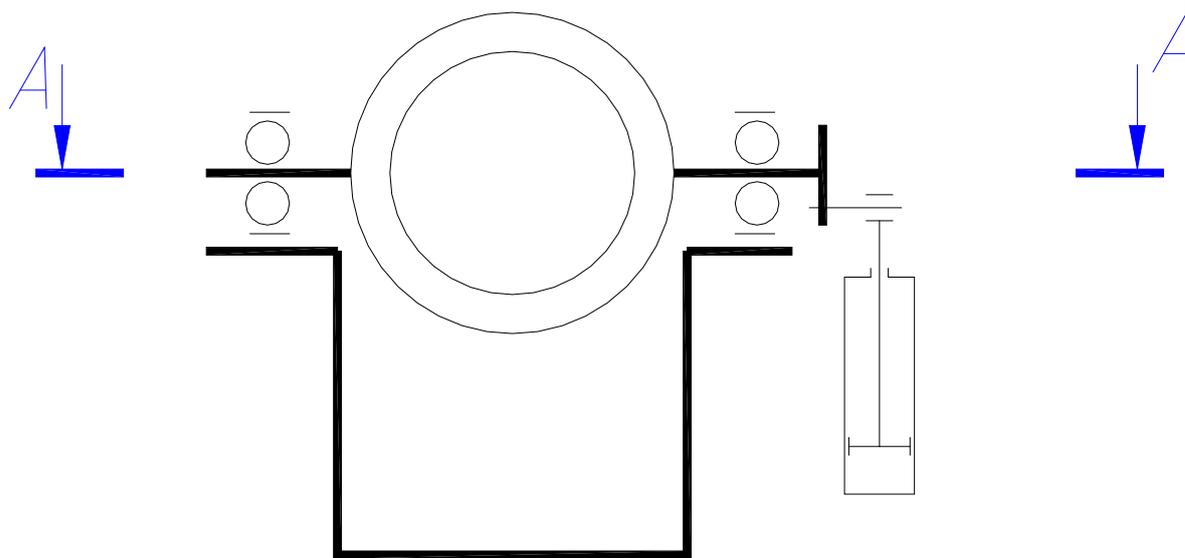


Рисунок 7 – Кинематическая схема станда

На рисунке 7 представлена кинематическая схема предполагаемого к исполнению варианта конструкции с показанными на схеме наиболее типичными для станда разрезами.

На разрезе А-А представлен узел поворота редуктора заднего моста относительно поперечной оси. В качестве привода для поворота двигателя относительно поперечной оси предполагается использование гидравлического привода, состоящего из цилиндра и насоса.

Рассмотрим варианты компоновки каждого из разрезов с целью выбора наилучшего.

На рисунке 8 представлен разрез А-А, на котором рассмотрим варианты выполнения узла поворота двигателя относительно поперечной оси.

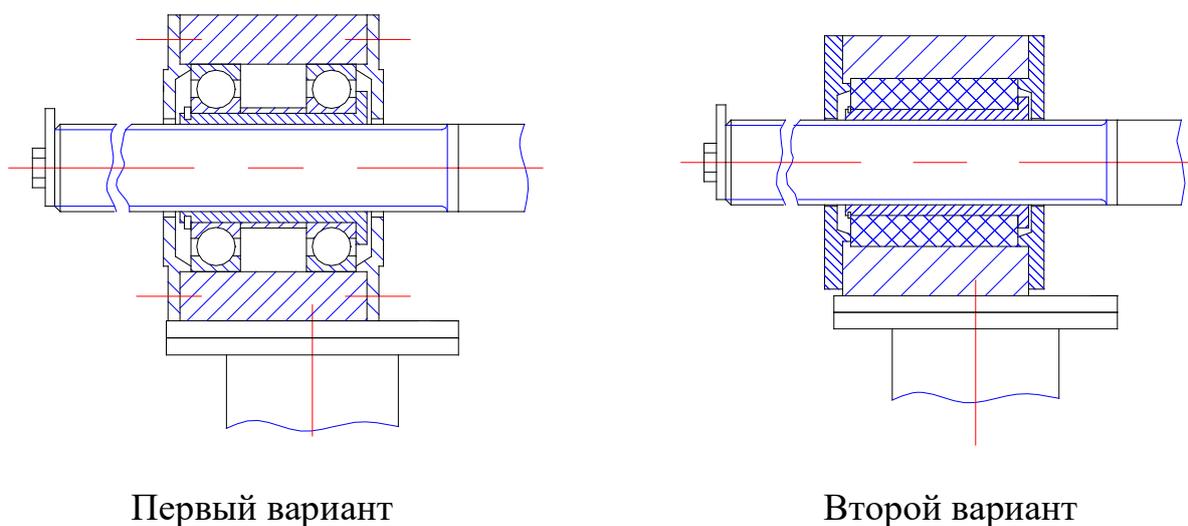


Рисунок 8 – Варианты компоновки по разрезу А-А на рисунке 7

«Первый вариант компоновки предполагает исполнение поворотной оси в шлицевой втулке, закрепленной в подшипниках с возможностью поворота вокруг собственной оси. От перемещения самой втулки ее фиксируют стопорные кольца, что предупреждает ее сдвиг при сдвигании и выдвигании оси крепежа при перенастройке стенда на другой размер двигателя.

Второй вариант компоновки по конструкции абсолютно идентичен первому варианту компоновки, с той разницей, что применяется подшипник трения скольжения вместо подшипника качения. В качестве антифрикционного материала предполагается использовать фторопласт.» [2]

Анализируя и соотнося рассмотренные на рисунке 8 варианты компоновки узла, можно сделать следующие выводы:

- первый вариант компоновки более габаритен при исполнении, однако трение в опорах качения меньше, чем в опоре трения;
- исполнение второго варианта компоновки потребует более сложных организационных мероприятий для организации подвода смазки и организации технического обслуживания;
- окончательно предполагается к исполнению первый вариант компоновки.

Исходя из проведенного анализа конструкции, можно сделать окончательные выводы о ее конструкции. Стенд не будет иметь электрической схемы. Для предотвращения опрокидывания при загрузке и разгрузке предполагается фиксация его к поверхности пола анкерными болтами.

«Конструкционная форма стенда в основном представлена прямыми линиями и плоскостями. Внешний вид установки полностью соответствует характеру выполняемых на нем работ, четко обрисованы основные узлы и агрегаты, выражающие функциональную принадлежность стенда. Станина, выполненная несколько большей ширины, чем рама, создает впечатление устойчивости и, таким образом, внешняя форма не является психологическим раздражителем. Общая, устремленная вверх форма стенда, придает конструкции современный изящный вид. Силовые агрегаты стенда вынесены отдельно от рамы стенда, что облегчает доступ к ним при проведении ППР. Функциональность стенда подчеркивает волновой редуктор, вынесенный сбоку от стенда, непосредственно в зоне закрепления.» [1]

«При проработке наружного дизайна учтены условия эксплуатации и технические возможности производства, на котором стенд предполагается изготовить. Дизайн стенда характеризуется плоскостями, расположенными без наклона, что облегчает изготовление. Также полностью исключены всевозможные декоративные элементы, а также полости, которые способствовали бы скоплению пыли и грязи.» [4], [5]

«Установка, поскольку ее обслуживает оператор, должна в полной мере соответствовать антропометрическим параметрам и требованиям, предъявляемым к технологическому оборудованию. К таким требованиям относятся в частности:

- углы зрения оператора при работе не более 20° по вертикали и не более 70° по горизонтали
- усилие поворота рукоятки не более 50 Н.
- не допускается силовая нагрузка на оператора при загрузке-выгрузке для чего предусмотреть на участке кран-балку либо иное погрузочно-разгрузочное устройство.
- исключить действие на оператора испарений масла, для чего предусмотреть на участке вытяжку.» [5]

Таким образом, разрабатываемый стенд для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ будет иметь рамную конструкцию. В качестве узла крепления ремонтируемого агрегата будет применена пластина с крепежными отверстиями. Приводом будет являться гидромеханическое устройство, приводимое ручным гидравлическим насосом. В соответствии с определенной конструкцией стенда, выполним конструкционные и прочностные расчеты, для подтверждения соответствия габаритных размеров устройства.

3.3 Расчет конструкции стенда для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ

Проектируемая установка рассчитана на редуктор заднего моста автомобиля КамАЗ. Расчётная масса кантуемого агрегата берется в соответствии с выданным техническим заданием, $m = 55$ кг.

Максимальный крутящий момент необходимо прикладывать при повороте редуктора относительно поперечной оси при страгивании его с места.

$$M = G \cdot (L + f \cdot d) \cdot k, \quad (2)$$

где G – вес ремонтируемого агрегата, $G = 5500$ Н;

L – максимальное расстояние от центра тяжести до оси вращения,

$L = 0,25$ м

$f = 0,1$ – коэффициент трения в подшипниковом узле;

$d = 0,045$ м – диаметр шейки подшипника;

$k = 1,2$ – коэффициент, учитывающий инерционное сопротивление.

$$M_{кр} = 5500 \cdot (0,25 + 0,1 \cdot 0,045) \cdot 1,2 = 2328,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Для создания подобного крутящего момента предполагается применение в конструкции гидравлического цилиндра.

«Расчет элементов конструкции произведем с расчета параметров гидроцилиндра, исходя из рассчитанного усилия на штоке, а также из условия применения плунжерного насоса с давлением нагнетания 100 МПа. Принимаем усилие на штоке, с учетом закрепления КПП консольно, $R_{пр} = 1100$ кг, что в два раза превышает массу агрегата.» [6]

Площадь поршня определяется из выражения:

$$F = R_{пр}/p \quad (3)$$

где p – давление нагнетания, кгс/см²

$$F = 1100 / 100 = 11 \text{ см}^2$$

Диаметр цилиндра определяется из условия:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} \quad (4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 11}{3,14}} = 3,74$$

Принимаем диаметр гидроцилиндра $D = 38$ мм.

Толщина стенки определяется из условия:

$$S \geq p \cdot D / 2[\sigma_p] \quad (5)$$

$$S \geq 100 \cdot 0,038 / (2 \cdot [90]) = 5,3 \text{ мм}$$

«Из соображений обеспечения запаса прочности в 1,3 раза принимаем толщину стенки гидроцилиндра, равную $S = 5,3 \cdot 1,3 = 6,8$ мм. Окончательно принимаем для данного элемента толщину стенки 7 мм. Ввиду того, что подобрать гидроцилиндр данного размера из стандартного ряда не представляется возможным, данный элемент будет изготавливаться, но предполагается применение в конструкции стандартного поршня и крышек.» [8]

Подача насоса определяется из условия перемещения штока на расстояние 0,13 м за 0,5 мин, при этом ход поршня составляет 130 мм. Таким образом, подача насоса должна составлять:

$$G = V/t \quad (6)$$

где V – объем заполняемой полости, м³

t – время заполнения полости, мин

$$G = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4 \cdot t}$$

$$G = \frac{3,14 \cdot 0,038^2 \cdot 0,13}{4 \cdot 0,5} = 0,0006$$

Величина подачи для данного гидроцилиндра составляет 0,6 л/мин, этому условию соответствует плунжерный насос ТН-2Р.

Минимальный внутренний диаметр трубопровода для жидкости определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{21,22 \cdot Q}{v}} \quad (7)$$

$$d = \sqrt{\frac{21,22 \cdot 0,6}{10}} = 1,13 \text{ мм}$$

По сортаменту выбираем рукава с внутренним диаметром 4 мм.

Нагрузка на подшипник приходится в основном от веса агрегата.

$$R_a = G = 3500 \text{ Н}$$

«Боковых нагрузок не возникает. Ввиду малой частоты вращения вала, размеры подшипников принимаем конструктивно, исходя из размеров вала. Схема нагружения вала представлена на рисунке 9.» [11]

Произведем расчет величины реакции в опорах:

$$\begin{cases} M_A = 0,034 \cdot R_1 + 0,124 \cdot 1750 \\ M_B = -0,034 \cdot R_2 + 0,090 \cdot 1750 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,034 \cdot R_1 = -0,124 \cdot 1750 \\ 0,034 \cdot R_2 = 0,090 \cdot 1750 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R1 = -0,124 * 1750/0,034 \\ R2 = 0,090 * 1750/0,034 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R1 = -6382,35 \\ R2 = 4632,35 \end{cases}$$

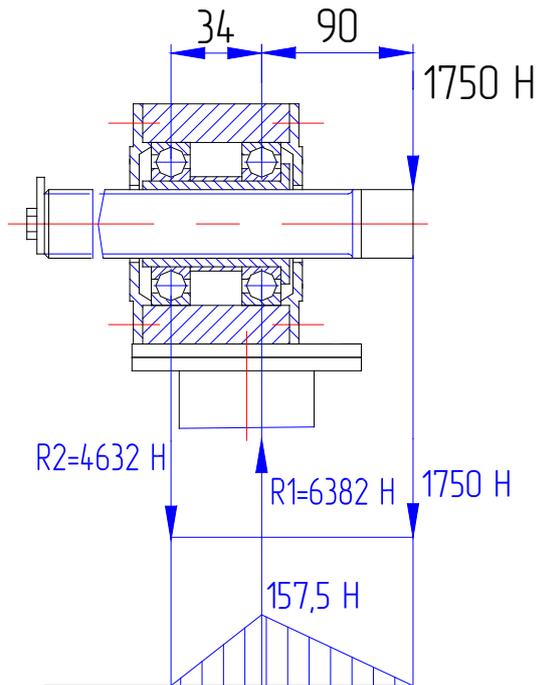


Рисунок 9 – Схема нагружения опорного вала

Рассчитаем диаметр вала в опасном сечении, работающем на кручение.

$$d = \sqrt[3]{10\sqrt{M_{и}^2 + M_{кр}^2}/[\sigma]} \quad (8)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент на валу, $M_{кр} = 347,84 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

$M_{и}$ – изгибной момент на валу, $M_{и} = 157,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

$[\sigma]$ - предел прочности вала, $[\sigma] = 112,5 \text{ МПа}$

$$d = \sqrt[3]{10\sqrt{347,84^2 + 157,5^2}/[112,5]}$$

$$d = 28,7\text{мм}$$

Принимаем диаметр вала $d = 30,0$ мм, исходя из соображений обеспечения запаса прочности.

В ходе выполнения конструкторского раздела выпускной квалификационной работы было предложено техническое задание и разработано на его основе техническое предложение на разборку стенда для разборки редуктора заднего моста. Для подтверждения всех силовых и прочностных характеристик стенда были выполнены расчеты.

В результате разработки технического задания были определены требования к разрабатываемой конструкции. Определены требования к массогабаритным и прочностным характеристикам конструкции стенда. Произведено обоснование привода поворота кантуемого агрегата.

На основе технического задания было разработано техническое предложение, включая описание конструкции устройства, разработку требуемых разрезов. Сформулированы требования к технической эстетике и эргономике стенда.

Для подтверждения прочностных и силовых характеристик стенда были выполнены инженерные расчеты стенда. Расчеты включали анализ сил и моментов, определяющих необходимую прочность и долговечность стенда. Результаты расчетов подтвердили правильность выбранного подхода и обеспечивают дополнительную уверенность в успешном выполнении задачи по разработке конструкции стенда для разборки редуктора заднего моста.

Спецификация разработанной конструкции представлена в приложении А, рисунок А1, рисунок А2.

4 Технологический процесс разборки редуктора заднего моста

4.1 Конструкция ремонтируемого объекта

Рассмотрим конструкцию заднего моста, ремонт редуктора которого предполагается в рамках технологического процесса. Это необходимо для понимания организации технологического процесса и необходимости применения оборудования.

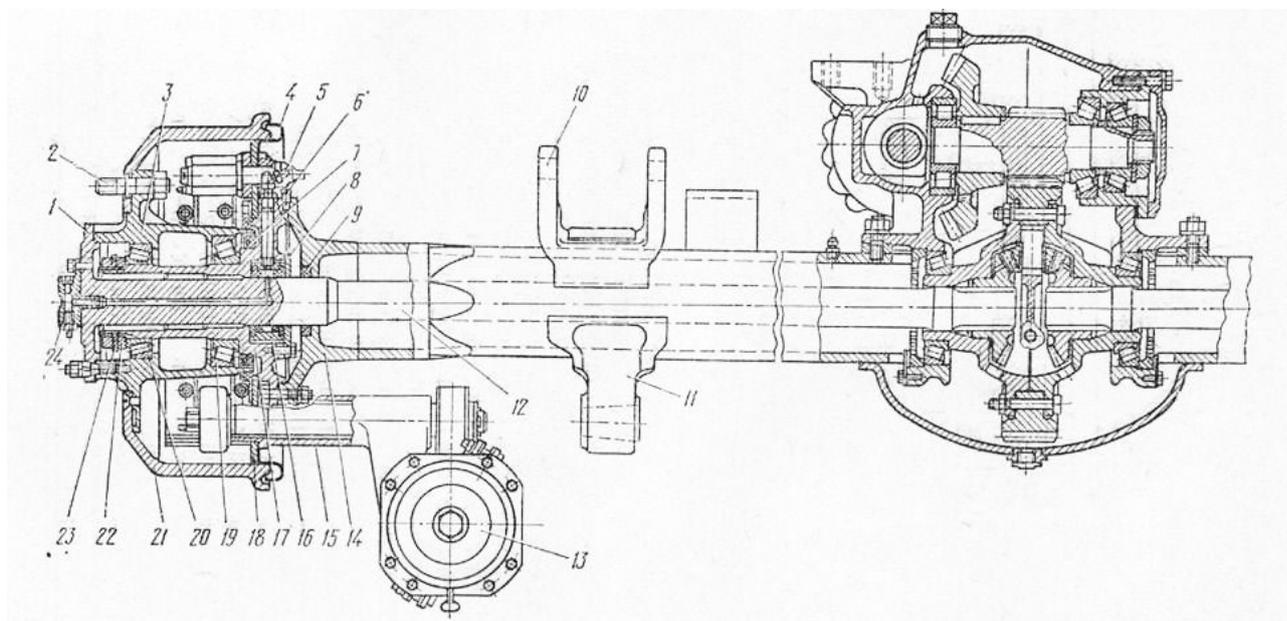
«Редуктор заднего моста служит для изменения по величине передаваемого крутящего момента, а также для распределения крутящего момента между колесами одной оси. Редуктор является составной частью заднего моста. На автомобиле установлен жесткий задний мост в виде балки, состоящей из картера главной передачи и запрессованных в нее кожухов полуосей. Главная передача с дифференциалом образуют редуктор, который устанавливается в отверстие картера и закрепляется болтами. Такая конструкция моста носит название моста «банджо».» [7]

«Часть автомобилей комплектуется несъемным редуктором, детали которого непосредственно установлены в картере моста. Главная передача – гипоидная, ось ведущей шестерни смещена вниз относительно оси ведомой на 42 мм. Передаточное число главной передачи – 5,125, или 4,556.» [11]

«Ведущая шестерня выполнена заодно с валом и установлена на двух роликовых конических подшипниках. Преднатяг подшипников определяется распорным кольцом, установленным на вал между ними. Положение ведущей шестерни относительно ведомой задано регулировочным кольцом, размещенным между шестерней и ее внутренним подшипником. Ведомая шестерня прикреплена болтами к коробке дифференциала и вместе с ней установлена на двух роликовых конических подшипниках. Подшипники регулируются кольцевыми гайками и ими же можно изменять положение ведомой шестерни относительно ведущей. Коробка сателлитов дифференциала

состоит из двух частей, соединенных болтами. В ней установлены две оси сателлитов, четыре сателлита и две конические полуосевые шестерни с опорными шайбами.» [12]

Конструкция ведущего моста представлена на рисунке 10.



1 — контргайка; 2 — шпилька крепления колеса; 3 — ступица; 4 — щиток; 5 — штуцер; 6, 11 — сапун; 7, 9 — сальники; 8 — крышка головки подвода воздуха; 10 — опора рессоры; 11 — рычаг реактивной штанги; 12 — левая полуось; 13 — тормозная камера; 14 — фланец; 15 — кронштейн разжимного кулака; 16 — головка подвода воздуха; 17 — цапфа; 18 — суппорт тормоза; 19, 20 — конический роликоподшипник; 21 — тормозной барабан; 22 — гайка; 23 — замковая шайба; 24 — кран запора воздуха

Рисунок 10 – Конструкция заднего моста КамАЗ

«Все узлы и детали редуктора при движении автомобиля испытывают значительную постоянную нагрузку. Прежде всего, это касается передаваемого от коленчатого вала двигателя к колесам крутящего момента. При работе в зацеплении также знакопеременным нагрузкам подвергаются зубья шестерен, что приводит к их разрушению. При больших величинах крутящего момента и при наличии проскальзывания в зоне контакта зубьев, возникает износ трения, а при более значительных нагрузках – выкрашивание металла. Кроме вышеперечисленных нагрузок, следует добавить дополнительные неблагоприятные моменты, сопутствующие зимней эксплуатации, когда

наблюдается дефицит смазки в зонах трения ввиду загустевания масла, что снижает его антифрикционные свойства. Низкие температуры также увеличивают хрупкость металла, что увеличивает вероятность поломки отдельных элементов при работе в зимних условиях.» [13]

В целом, конструкция заднего моста КамАЗ типична для большинства грузовых автомобилей. Также типичен перечень неисправностей, характерных для данного типа транспортного средства.

4.2 Неисправности деталей моста и способы их устранения

При проведении работ по ремонту приходится сталкиваться с рядом наиболее типичных для коробок передач данного типа неисправностей. Для удобства восприятия они будут сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Неисправности и причины их возникновения

Признаки неисправностей	Вид неисправности
Шум в редукторе	<ul style="list-style-type: none"> - Недопустимый зазор между зубьями шестерен при износе; - Износ деталей трения; - Осевой зазор в деталях агрегатов; - Загрязнение или наличие металлических частиц в масле; - Недостаточный уровень масла в картере.
Течь масла	<ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень масла в картере; - Ослабление гаек шпилек крепления крышки картера или износ соответствующей прокладки; - Ослабление гаек шпилек крепления картера или задней крышки к картеру редуктора; износ соответствующих прокладок⁴ - Износ сальников моста.

«Перед осмотром очистите детали редуктора. Щеткой или скребком удалите все отложения и очистите отверстия и шлицы от возможного загрязнения, затем промойте и обдуйте струей сжатого воздуха. Особенно хорошо продуйте подшипники, направляя струю сжатого воздуха так, чтобы не возникло быстрого вращения колец. Поверхности разъема картера очистите от остатков герметика. Очистите магнит от частиц износа деталей и проверьте магнитные свойства. Если магнитные свойства магнита слабы и поверхность магнита имеет трещины – его требуется заменить.

На картере не должно быть трещин, сколов, а на поверхности расточек для подшипников - износа или повреждений. На поверхностях разъема картеров не должно быть вмятин, рисок и других повреждений, которые могут привести к потере герметичности узла. Проверьте состояние задней крышки и убедитесь, что поверхность крышки, соприкасающаяся с корпусом заднего моста, не имеет повреждений. Небольшие повреждения поверхностей устраните шлифовальной шкуркой. Если детали сильно повреждены или изношены - замените их новыми.» [11]

«Без необходимости не следует выпрессовывать сальники, так как при выпрессовке возможно их повреждение. Проверьте сальники и убедитесь, что на рабочих кромках нет неровностей и большого износа. Износ рабочей кромки сальника по ширине допускается не более 1 мм. Даже при незначительном повреждении замените сальник новым.

Проверьте состояние зубьев и убедитесь, что зубья не имеют сколов, забоин и износа. Проверьте состояние посадочных поясков валов, на которых расположены подшипники. На них не должно быть задиров и износа.» [12]

«Шлицы и канавки валов тоже не должны иметь вмятин, задиров и износа. При наличии дефектов, затрудняющих сборку деталей - замените валы новыми. Пятно контакта между зубьями шестерен в зацеплении должно распространяться на всю рабочую поверхность зубьев; указанная поверхность зубьев не должна иметь износа. Подшипники должны быть в безукоризненном состоянии. Радиальный зазор в шариковых подшипниках не должен превышать

0.04 мм, в роликовых - 0,07 мм. На поверхностях шариков и роликов, а также на дорожках качения колец повреждения не допускаются. Поврежденные подшипники замените новыми.» [17]

4.3 Технологический процесс разборки редуктора заднего моста

«Последовательность выполнения разборочных операций определяется технологической необходимостью очередности снятия тех сборочных единиц, без демонтажа которых затруднена или невозможна последующая разборка.»

«При разборке редуктора заднего моста следует слить масло из картера редуктора.

Отсоединяем от заднего моста карданную передачу.

Очищаем картер главной передачи от грязи.

Вынимаем полуоси с обеих сторон автомобиля.

Ключом или головкой «на 14» отворачиваем десять болтов крепления редуктора к балке заднего моста.

Вынимаем редуктор из балки, при этом стараясь не повредить прокладку.

Кернером помечаем взаимное положение крышек подшипников дифференциала и их гаек, а также самих крышек относительно картера. Снимаем фланец ведущей шестерни с манжетой.

Ключом «на 12» отворачиваем болты стопорных пластин.

Снимаем стопорные пластины.

Ключом или головкой «на 17» отворачиваем болты крышки подшипника.

Снимаем крышку. Аналогично снимаем вторую крышку.

Специальным ключом или большой отверткой отворачиваем регулировочные гайки подшипников и снимаем их.» [17]

«Снимаем коробку сателлитов с ведомой шестерней.

Если подшипники не заменяются, помечаем их наружные кольца, чтобы при сборке установить их на прежние места.» [16], [17]

«Ведомая шестерня устанавливается на коробку сателлитов только в одном положении, поэтому, чтобы упростить сборку, помечаем взаимное положение шестерни и корпуса.

Ключом или головкой «на 17» отворачиваем 10 болтов крепления шестерни.

Легкими ударами молотка через выколотку из мягкого металла сбиваем шестерню с коробки сателлитов и снимаем ее.

Для лап съемника на коробке сателлитов предусмотрены специальные выемки. Специальным съемником снимаем внутренние кольца подшипников.

Аналогично снимаем второй подшипник.

При отсутствии съемника вставляем зубило между торцом внутреннего кольца подшипника и коробкой дифференциала.

Нанося удары по зубилу, сдвигаем внутреннее кольцо подшипника.

В образовавшийся зазор вставляем две мощные отвертки (или монтажные лопатки) и спрессовываем внутреннее кольцо подшипника с сепаратором и роликами.» [17]

«Кернером помечаем взаимное положение частей коробки дифференциала и осей сателлитов.

Ключом «на 13» отворачиваем восемь болтов, соединяющих части коробки дифференциала.

Осторожно постукивая молотком через мягкую выколотку, разъединяем коробку. Вынимаем из снятой половины коробки полуосевую шестерню и ее опорную шайбу. Вынимаем оси вместе с сателлитами и их шайбами.

Снимаем с осей сателлиты и шайбы.

Снимаем вторую полуосевую шестерню и ее опорную шайбу.

Вынимаем ведущую шестерню из картера редуктора (ее можно выбить ударами молотка через проставку из мягкого металла по торцу вала) и внутреннее кольцо переднего подшипника.

Снимаем распорное кольцо.» [15]

«Спрессовываем с хвостовика шестерни внутреннее кольцо заднего подшипника.

Снимаем регулировочное кольцо ведущей шестерни.

Выколоткой выбиваем внешнее кольцо переднего подшипника и вынимаем его.» [17]

Аналогично выбиваем внешнее кольцо заднего подшипника.

«Перед сборкой промываем все детали в керосине или дизельном топливе и осматриваем их. На деталях недопустимы любые трещины. На зубьях шестерен не должно быть задиров, выкрашиваний и сильного износа. Подшипники должны вращаться легко без щелчков и заеданий. На роликах и кольцах недопустимы выкрашивания, сколы и сильный износ. Сепараторы подшипников не должны иметь разрывов и деформаций. Поврежденные и изношенные детали заменяем. В любом случае после пробега более 100 тыс. км рекомендуем заменить подшипники, независимо от их состояния.» [12]

«Дефектация является одним из этапов процесса ремонта машин и имеет цель определить техническое состояние деталей на предмет оценки возможности их дальнейшего использования при ремонте.

В процессе дефектации производится сортировка деталей на годные и негодные, требующие ремонта. Годные к дальнейшей эксплуатации деталей направляют в комплектовочные кладовые или склады, а оттуда на сборку. Негодные детали сдаются в металлолом. Детали требующие ремонта, после определения последовательности восстановления передаются на соответствующие участки или цехи ремонтного предприятия.

Наряду с дефектацией деталей оценивается так же техническое состояние узлов, механизмов, агрегатов. Результаты дефектации фиксируются в дефектовочных ведомостях, где указывается количество годных, требующих ремонта и негодных деталей и узлов. Эта ведомость в последствии является основным для получения необходимых для ремонта машины или агрегата соответствующих материалов сборочных единиц.» [17]

«При капитальном ремонте на ответственные детали и узлы, при дефектации составляются паспорта замеров основных рабочих поверхностей. По этим данным в дальнейшем производится обработка поверхностей под ремонтные размеры, подбираются соответствующие сопряжения, а иногда комплектуются агрегаты и узлы.

Техническое состояние агрегатов и механизмов оценивается по заранее установленным параметрам. Задачей такой оценки является определение всех возможных дефектов на поверхностях деталей. Дефекты в деталях изделий могут быть разделены на дефекты, связанные с аварийными повреждениями, длительной эксплуатацией или хранением.» [16]

«Явные повреждения, а также поломки обнаруживаются легко. Сравнительно просто оценить степень износа рабочих поверхностей после обмера деталей измерительным инструментом (штангенциркуль, микрометр, индикаторная головка и т.д.) Значительно сложнее определить степень взаимного смещения поверхностей, возникающего как при длительной эксплуатации, так и при других повреждениях. Особую сложность при дефектации представляет обнаружение микротрещин.» [17]

«При дефектации деталь в начале подвергается внешнему осмотру с целью обнаружения явных дефектов (коррозия, трещины, вмятины, сколы, и т.д.), а также дефектов с признаками очевидного брака (пробоины, поломки и т.п.). Затем деталь проверяют на специальных приспособлениях и приборах для выявления микротрещин, нарушения формы поверхностей и их взаимного расположения, измерения твердости, упругости и т.д.» [15]

По результатам дефектации делается вывод о возможности восстановления детали, либо о ее замене в ходе проведения ремонтных работ.

В ходе выполнения технологического раздела выпускной квалификационной работы была подробно рассмотрена конструкция заднего моста и выявлены наиболее характерные неисправности, требующие ремонтных работ. Анализ конструкции заднего моста позволил определить основные узлы,

механизмы и детали, которые подвержены износу. Это включает в себя такие детали, как подшипники, шестерни, зубчатые колеса и оси.

На основе выявленных неисправностей была разработана последовательность выполнения ремонтных работ. Описаны этапы разборки, осмотр и диагностика деталей, замена пошедших в негодность компонентов, сборка моста. Технологический раздел дает полное представление о конструкции заднего моста, основных проблемах, которые могут возникать, и способах их устранения. Описанная последовательность ремонтных работ обеспечивает эффективность и надежность процесса ремонта, что имеет важное значение для поддержания работоспособности и долговечности редуктора заднего моста.

Таким образом, выпускная квалификационная работа в технологическом разделе представляет комплексный анализ конструкции заднего моста, выявление наиболее характерных неисправностей и разработку последовательности ремонтных работ.

5 Безопасность и экологичность агрегатного отделения

В разделе рассматривается агрегатное отделение автотранспортного предприятия. Планировка отделения представлена на листе графической части выпускной квалификационной работы. Помещение находится в здании, общие характеристики пожарной безопасности которого следующие:

- класс функциональной пожарной опасности – Ф1.3;
- степень огнестойкости – I;
- класс конструктивной пожарной опасности – С0;
- степень долговечности здания – II;
- уровень ответственности здания – II.

Основные технологические операции, производимые в отделении, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Операции технологического процесса в агрегатном отделении

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, устройство, приспособление	Материал, вещества
Сваривание металлических труб	Сварка	Сварщик	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	Сталь конструкционная
Шлифование сварных соединений	Шлифовка	Шлифовщик	Углошлифовальная машинка Bosch PWS 650-115	Сталь конструкционная
Металлообработка, связанная со снятием частиц металла	Слесарная	Слесарь	Слесарный инструмент	Сталь конструкционная
Нанесение защитного слоя на металл	Окраска	Маляр	Краскопульт безвоздушного распыления Graco Graco	Эмаль ЭЦ

Профессиональные риски, возникающие при работе в отделении, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Профессиональные риски в отделении

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
Сварка	Интенсивное ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Сварочный аппарат
	Искры, брызги расплавленного металла	Материал детали
	Электромагнитные поля	Сварочный аппарат
	Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества	Материал детали
	Шум	Сварочный аппарат
	Ультразвук	Сварочный аппарат
	Статическая нагрузка	Сварочный аппарат
Шлифовка	повышенный уровень шума,	Углошлифовальная машинка
	Асбестобакелитовая и асбесторезиновая пыль	Материал детали
	Возгорание пыли при обработке деталей и изделий	Искры
	Статическая нагрузка	Углошлифовальная машинка
	Шум	Углошлифовальная машинка
	Ультразвук	Углошлифовальная машинка
Металлообработка	Шум	Слесарный инструмент
	Ультразвук	Слесарный инструмент
	Статическая нагрузка	Слесарный инструмент
Окраска	Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Эмаль ЭЦ
	Статическая нагрузка	Краскопульт безвоздушного распыления Graco

«Приказ Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда». Методы приведённые в таблице ниже соответствуют приказу. Они были специально разработаны, как и средства индивидуальной и коллективной защиты, для снижения воздействия каждого

опасного и вредного производственного фактора. Соответственно всё было проверено на практике и только после этого утверждено, следует они являются эффективными.» [18]

В таблице 6 приведены Методы и средства снижения профессиональных рисков/

Таблица 6 – Методы и средства снижения профессиональных рисков

Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Интенсивное ультрафиолетовое излучение сварочной дуги	Использования специальной одежды. Применение средств коллективной защиты (нанесение предупреждающих надписей, информационных табличек, меток и т.д.)	Сварочная маска, сварочные перчатки
Искры, брызги расплавленного металла	Использования специальной одежды. Использование средств защиты органов зрения и органов дыхания.	Спецовка, защитные очки, защитные перчатки, специальные ботинки.
Сварочный дым, имеющий в составе твердые и газообразные токсические вещества. Асбестобакелитовая и асбесторезиновая пыль. Наличие в воздухе рабочей зоны вредных веществ	Проветривание помещения. Применение средств индивидуальной защиты.	Респиратор, фильтрующая маска.
Шум	Уменьшение акустики помещения за счёт специальных материалов наложенных на стены или крупные металлические предметы.	Беруши
Ультразвук	Использование изолирующих корпусов и экранов. Недопущение долго воздействия, то есть частые перерывы.	Противошумы. Резиновые и хлопчато-бумажные перчатки надетые совместно.

В таблице 7 приведена идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с разработкой технических средств.

Таблица 7 – Идентификация источников пожара и выявленных опасных факторов пожара

Участок подразделения	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Агрегатное отделение	Инверторный аппарат дуговой сварки MMA-200S	А – твёрдые материалы.	Дым, искра, открытый огонь, интенсивное тепловое излучение.	Низкая влага, наличие рядом с источником возгорания хлопчатобумажных изделий, древесины, и др. горючих материалов
	Углошлифовальная машинка Bosch PWS 650-115	В – горение жидкостей	Натуральные и синтетические масла, лакокрасочные изделия.	Пары легковоспламеняющихся жидкостей которые взрываются при смешении с воздухом
	Краскопульт безвоздушного распыления Graco			

В таблице 8 приведены первичные и мобильные средства пожаротушения, средства пожарной автоматики и индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре, пожарное оборудование и инструмент.

В соответствии с видами выполняемых строительно-монтажных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 9 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 8 – Средства пожаротушения и оборудование от пожара

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и не механизированный)	Пожарная сигнализация, связь и оповещение
Огнетушитель, бочка с водой, ткань асбестовая, ящики с песком	Пожарный автомобиль	Автоматические установки пожаротушения	приборы приемно-контрольные пожарные приборы управления пожарные технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные системы передачи извещений о пожаре	Модуль порошкового пожаротушения	средства защиты органов дыхания (респираторы, противогазы, самоспасатели изготовленные из подручных средств, противопыльные тканевые маски и марлевые повязки), средства защиты кожного покрова (защитные костюмы, резиновые сапоги и др.)	Немеханизированный: пожарная багра, топор, лом. Механизированный: гидронасос, силовой режущий узел.	Система оповещения о пожаре, сигнализация

Таблица 9 – Организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Сваривание металлических труб	Сварка	Отсутствие рядом с электродами сварки легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Шлифование сварных соединений	Шлифовка	Отсутствие рядом с работающей шлифовальной машиной легковоспламеняющихся жидкостей, газов и тканей.
Нанесение защитного слоя на металл	Окраска	Отсутствие рядом открытого огня.

«В таблице 10 приведена идентификация негативных экологических факторов, возникающих при создании проектируемого объекта. На основании идентификации разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым рассматриваемым техническим объектом.» [18]

Идентификация негативных экологических факторов необходима для разработки эффективных мероприятий, направленных на нейтрализацию или минимизацию данных факторов.

Таблица 10 – Идентификация негативных экологических факторов

Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие объекта на атмосферу	Воздействие объекта на гидросферу	Воздействие объекта на литосферу
Агрегаты автомобиля	Сталь 20. Сварка, шлифовка, окраска.	Испарений из емкостей для хранения химических веществ. Газообразные выделения сварки. Пыль с поверхности, сыпучих строительных материалов.	изменение качества воды, вызванное выбросами нефтепродуктов и тяжелых металлов.	Загрязнение. Вторичное засоление и заболачивание. Отчуждение земель производства.

В ходе выполнения раздела «Безопасность и экологичность агрегатного отделения» выпускной квалификационной работы был проведен соответствующий анализ для определения уровня безопасности и экологической устойчивости рассматриваемого отделения.

В процессе были идентифицированы потенциальные опасности, связанные с работой агрегатного отделения, такие как возможные аварийные ситуации, возгорание или выбросы вредных веществ. Было установлено, что безопасность является приоритетной, а также предложены меры по минимизации или нейтрализации опасных и вредных производственных факторов.

Также было проведен анализ факторов воздействия агрегатного отделения на окружающую среду. Были оценены и определены меры для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Влияние агрегатного отделения на здоровье работников и населения также было учтено.

Результаты исследования подтверждают, что в агрегатном отделении были приняты меры безопасности, что способствует снижению рисков и минимизации отрицательных последствий для людей и окружающей среды.

Таким образом, раздел «Безопасность и экологичность агрегатного отделения» выпускной квалификационной работы представляет всесторонний анализ факторов безопасности и экологической устойчивости в агрегатном отделении. Результаты исследования могут быть использованы для определения и внедрения мер по повышению безопасности и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Заключение

На основании проведенного исследования и анализа конструкции стендов для ремонта редуктора заднего моста КамАЗ, можно сделать следующие выводы:

Конструкция редуктора заднего моста КамАЗ представляет собой агрегат для обеспечения передачи мощности и крутящего момента от двигателя на ведущие колеса автомобиля. Агрегат сконструирован с возможностью выдерживать значительные нагрузки и работать в тяжелых условиях эксплуатации.

Основные неисправности, возникающие в редукторе заднего моста КамАЗ, представляют собой износ и поломку зубчатых колес, подшипников, сальников, а также утечку масла. Причиной таких неисправностей могут быть интенсивная эксплуатация, несвоевременное или некачественное техническое обслуживание или износ деталей в процессе эксплуатации.

Анализ конструкции стендов для ремонта заднего моста показал, что они должны обеспечивать разборку и сборку редуктора, проверку и замену изношенных деталей, а также диагностику и послеремонтную регулировку зубчатого зацепления. Проектируемая конструкция стенда должна обладать высокими эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими удобство в использовании, быть надежными и обеспечивать безопасность при проведении ремонтных работ.

Таким образом, на основе анализа конструкции редуктора заднего моста КамАЗ, а также анализа конструкции стендов для ремонта, можно сделать вывод о необходимости регулярного технического обслуживания и контроля состояния редуктора, чтобы предотвратить возникновение отказов и обеспечить эксплуатацию автомобиля в течение всего периода времени. Также, важно проектировать стенды для ремонта редукторов заднего моста, которые облегчат процесс обслуживания и улучшат эффективность работ по редуктору заднего моста.

В результате выполнения второго раздела выпускной квалификационной работы были сделаны следующие выводы.

Определены необходимые функциональные возможности и технические характеристики оборудования. С учетом этих требований, был выполнен подбор соответствующего технологического оборудования, учитывая его функциональность и бюджетные ограничения. Результатом подбора оборудования стало определение конкретных моделей и характеристик оборудования, необходимых для обеспечения эффективной работы отделения, а также возможность выполнения расчета площади отделения.

Произведен расчет требуемой численности персонала для обеспечения проведения технологического процесса по техническому обслуживанию и ремонту в агрегатном отделении. На основе этого расчета было произведено распределение персонала по различным видам работ в отделении, с учетом их квалификации и специализации.

Проведен подбор необходимого инженерного оборудования и систем для обеспечения бесперебойной работы отделения. Учитывались требования к надежности, энергоэффективности, безопасности и совместимости оборудования. В частности, определены тип и обустройство напольных покрытий. Определена конструкция систем освещения и вентиляции отделения. Определен тип и способ подвода электрической энергии для питания электрических установок отделения.

В целом, выполнение данного раздела выпускной квалификационной работы позволило определить перечень необходимого технологического оборудования, произвести расчёт численности производственного персонала и подобрать соответствующее инженерное оснащение для агрегатного отделения автотранспортного предприятия. В совокупности все вышеизложенное позволит обеспечить эффективную и бесперебойную работу отделения, а также обеспечить надлежащее качество предоставляемых услуг.

В ходе выполнения конструкторского раздела выпускной квалификационной работы было предложено техническое задание и разработано

на его основе техническое предложение на разборку стенда для разборки редуктора заднего моста. Для подтверждения всех силовых и прочностных характеристик стенда были выполнены расчеты.

В результате разработки технического задания были определены требования к разрабатываемой конструкции. Определены требования к массогабаритным и прочностным характеристикам конструкции стенда. Произведено обоснование привода поворота кантуемого агрегата.

На основе технического задания было разработано техническое предложение, включая описание конструкции устройства, разработку требуемых разрезов. Сформулированы требования к технической эстетике и эргономике стенда.

Для подтверждения прочностных и силовых характеристик стенда были выполнены инженерные расчеты стенда. Расчеты включали анализ сил и моментов, определяющих необходимую прочность и долговечность стенда. Результаты расчетов подтвердили правильность выбранного подхода и обеспечивают дополнительную уверенность в успешном выполнении задачи по разработке конструкции стенда для разборки редуктора заднего моста.

В ходе выполнения технологического раздела выпускной квалификационной работы была подробно рассмотрена конструкция заднего моста и выявлены наиболее характерные неисправности, требующие ремонтных работ. Анализ конструкции заднего моста позволил определить основные узлы, механизмы и детали, которые подвержены износу. Это включает в себя такие детали, как подшипники, шестерни, зубчатые колеса и оси.

На основе выявленных неисправностей была разработана последовательность выполнения ремонтных работ. Описаны этапы разборки, осмотр и диагностика деталей, замена пошедших в негодность компонентов, сборка моста. Технологический раздел дает полное представление о конструкции заднего моста, основных проблемах, которые могут возникать, и способах их устранения. Описанная последовательность ремонтных работ обеспечивает эффективность и надежность процесса ремонта, что имеет важное

значение для поддержания работоспособности и долговечности редуктора заднего моста.

Таким образом, выпускная квалификационная работа в технологическом разделе представляет комплексный анализ конструкции заднего моста, выявление наиболее характерных неисправностей и разработку последовательности ремонтных работ.

В ходе выполнения раздела «Безопасность и экологичность агрегатного отделения» выпускной квалификационной работы был проведен соответствующий анализ для определения уровня безопасности и экологической устойчивости рассматриваемого отделения.

В процессе были идентифицированы потенциальные опасности, связанные с работой агрегатного отделения, такие как возможные аварийные ситуации, возгорание или выбросы вредных веществ. Было установлено, что безопасность является приоритетной, а также предложены меры по минимизации или нейтрализации опасных и вредных производственных факторов.

Также было проведен анализ факторов воздействия агрегатного отделения на окружающую среду. Были оценены и определены меры для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Влияние агрегатного отделения на здоровье работников и населения также было учтено.

Результаты исследования подтверждают, что в агрегатном отделении были приняты меры безопасности, что способствует снижению рисков и минимизации отрицательных последствий для людей и окружающей среды.

Таким образом, раздел «Безопасность и экологичность агрегатного отделения» выпускной квалификационной работы представляет всесторонний анализ факторов безопасности и экологической устойчивости в агрегатном отделении. Результаты исследования могут быть использованы для определения и внедрения мер по повышению безопасности и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автоматические системы транспортных средств: учебник / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, А.В. Тумасов. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-571-4.
2. Базовое шасси пожарных автомобилей и спасательной техники : учебное пособие / Д. А. Едимичев, А. Н. Минкин, С. Н. Масаев [и др.]. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2020. - 148 с. - ISBN 978-5-7638-4289-0.
3. Березина, Е. В. Автомобили: конструкция, теория и расчет : учебное пособие / Е.В. Березина. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 320 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-018271-1.
4. Богатырев, А. В. Автомобили : учебник / А.В. Богатырев, Ю.К. Есеновский-Лашков, М.Л. Насоновский ; под ред. проф. А.В. Богатырева. – 3-е изд., стереотип. – Москва : ИНФРА-М, 2023. – 655 с.
5. Газарян А. А. Техническое обслуживание автомобилей / А. А. Газарян. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Третий Рим, 2020. - 263 с. : ил. - Библиогр.: с. 262. - ISBN 5-88924-086-2: 40-91
6. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для студентов техн. спец. вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высш. шк., 2019. - 447 с. : ил.
7. Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» для специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец – Тольятти, ТГУ, 2008.
8. Круглик, В. М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта : учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 260 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006953-1.

9. Кутьков, Г. М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства : учебник / Г.М. Кутьков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 506 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/974. - ISBN 978-5-16-006053-8.

10. Лукаш, Ю. А. Экономические расчеты в бизнесе [Электронный ресурс] : большое практ. справ. пособие / Ю. А. Лукаш. - Москва : Флинта, 2012. - 210 с. - ISBN 978-5-9765-1369-3.

11. Огороднов, С.М. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / С.М. Огороднов, Л.Н. Орлов, В.Н. Кравец. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-9729-0364-1.

12. Песков, В. И. Конструкция автомобильных трансмиссий : учебное пособие / В.И. Песков. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. — 146 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-016247-8..

13. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://automend.ru/>

14. Савич, Е. Л. Системы безопасности автомобилей : учебное пособие / Е.Л. Савич, В.В. Капустин. – Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 445 с.: ил. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-104362-2.

15. Стуканов, В. А. Основы теории автомобильных двигателей и мотоцикла : учебное пособие / В.А. Стуканов. – Москва : ИД «ФОРУМ» : ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-101654-1.

16. Строительные машины и оборудование, справочник [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://stroy-technics.ru/>

17. Тарасик, В. П. Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В.П. Тарасик, М.П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. – 448 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-101224-6.

18. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник / В. М. Власов [и др.] ; под ред. В. М. Власова. - Гриф МО. - Москва : Academia, 2003. - 477 с. : ил. - (Среднее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 473. - Прил.: с. 421-472. - ISBN 5-7595-1150-8 : 191-82.

19. Туревский И. С. Дипломное проектирование автотранспортных предприятий : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования, обуч. по спец. 1705 "Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта" / И. С. Туревский. - Москва : ФОРУМ , 2021. - 239 с. : ил. - (Профессиональное образование). - Библиогр.: с. 217-218. - Прил.: с. 219-234. - ISBN 978-5-8199-0296-7: 120-40

20. Щелчкова, Н. Н. Практикум по безопасности жизнедеятельности. Часть II : учебно-практическое пособие / Н.Н. Щелчкова, Д.В. Натарова, Е.А. Романова. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 225 с. - ISBN 978-5-16-108275-1.

21. Экономика организаций автомобильного транспорта : учебное пособие / Р. Б. Ивуть, П. И. Лапковская, Т. Л. Якубовская, М. М. Кисель. - Минск : РИПО, 2022. - 215 с. - ISBN 978-985-895-035-4.

