

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 конструкции стенда для обкатки гидромеханических коробок передач автобусов

Обучающийся

В.Ю. Модин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент, М.В. Прокопьев

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

Консультант

канд. физико-математических наук, доцент Д.А. Романов

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

Аннотация

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке высокотехнологичного стенда, предназначенного для комплексного тестирования гидромеханических трансмиссий, применяемых в автобусах. Актуальность поставленной задачи объясняется не только сокращением ассортимента автосервисного оборудования на рынке в результате введения торговых ограничений и санкций со стороны ряда стран, но и заметным увеличением стоимости данного оборудования. Именно в этом контексте увеличивается важность самостоятельного конструирования и проектирования стендов для тестирования, отмечая повышенный интерес к этому аспекту в инженерной и автомобильной отраслях для обкатки гидромеханических трансмиссий на предприятиях автосервиса, соответствующих потребностям конкретных предприятий автомобильной промышленности в Российской Федерации.

Первый раздел выпускной квалификационной работы охватывает выполнение основных расчетов для агрегатного участка, определение необходимых параметров функционирования, а также разработку штатного расписания. Кроме того, был проведен анализ и выбор соответствующего оборудования и инструментов, а также предложена оптимальная схема их размещения.

«Ключевым этапом второго раздела является проведение оценки современного уровня конструкторского и технологического оборудования, а также анализ имеющихся в продаже аналогов, что является неотъемлемой частью данного исследования. Исходя из ролей заказчика и инженера-проектировщика, были разработаны техническое задание и техническое предложение на стенд»[21], учитывая требования и потребности, предъявляемые к данному оборудованию. В ходе проектирования стенда был тщательно проанализирован рынок, осуществлен выбор наиболее оптимальных компонентов с установленными характеристиками, а также

проведены все необходимые расчеты для обеспечения функциональности и эффективности разрабатываемого оборудования.

В рамках третьего раздела работы была осуществлена глубокая оптимизация текущих технологических процессов по обкатке гидромеханических коробок передач с использованием специально разработанного оборудования, что позволило улучшить качество и скорость производственных операций. Кроме того, была разработана подробная технологическая карта, на основе которой предполагается осуществлять выполнение данных процессов, что обеспечит систематизацию и эффективность рабочих процессов на предприятии.

В четвертом разделе проекта был проведен комплексный анализ потенциальных опасностей и вредных факторов, которые могут возникнуть на данном участке, с целью разработки соответствующих мероприятий по их предотвращению и минимизации негативного воздействия на работников и производственную среду. Для обеспечения безопасности работников был предложен комплекс мероприятий, включающий в себя не только технические, но и организационные и профилактические меры, направленные на снижение воздействия различных факторов на их здоровье и благополучие.

Содержание

Введение.....	5
1 Проект производственного участка	7
1.1 Исходные данные.	7
1.2 Основные расчеты по участку.....	8
1.3 Табель технологического оборудования. Размещение оборудования на участке.....	11
2 Проектирование перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей.....	15
2.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа.....	15
2.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня стендов для разборки автомобильных стоек	15
2.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа.....	18
2.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников.....	19
2.1.4 Выбор наиболее перспективного прототипа.....	22
2.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ	26
2.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования.....	31
2.4 Расчеты и подбор комплектующих	33
3 Технология проведения работ на спроектированном оборудовании	38
3.1 Состояние вопроса	38
3.2 Технологическая карта	40
4 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций производимых при его помощи.....	44

4.1 Конструкция разработанного оборудования, характеристика техпроцессов.....	44
4.2 Выявление профессиональных рисков при работе на спроектированном оборудовании	45
4.3 Рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса.....	47
4.4 Пожарная и экологическая безопасность	49
Заключение	52
Список используемой литературы и используемых источников.....	54
Приложение А Спецификация на оборудование	59

Введение

В последние годы на автомобильном рынке в нашей стране наблюдались неблагоприятные тенденции, которые оказывали воздействие как на внутренний автомобильный сектор, так и на сферу транспортных услуг и автосервиса, приводя к нарушению баланса спроса и предложения. Начавшаяся внезапно в 2019-2020 годах международная пандемия коронавируса стала причиной нарушения планомерного восстановления спроса на автомобили, что создало значительные трудности для отрасли. Введение ограничений и локдаунов на крупных промышленных предприятиях, осуществленное в ответ на пандемию, вызвало дефицит товарных автомобилей и комплектующих, ощутимо сказавшийся на функционировании автомобильного рынка. Этот процесс был дополнен резким снижением спроса на автомобили вследствие ухудшения финансового положения населения, что еще больше осложнило ситуацию на рынке автотранспортных средств. По достижении конца 2021 года рынок продемонстрировал некоторое восстановление, отмечая 3% рост объема продаж легковых автомобилей по сравнению с предыдущим годом. Общий объем реализованных легковых автомобилей составил около 1 540 000 единиц, что свидетельствует о частичном восстановлении интереса потребителей к приобретению автомобилей. Кроме того, наблюдалась стабилизация количества официальных дилерских центров, что прервало предшествующую пятилетнюю тенденцию сокращения, что может свидетельствовать о некоторой стабилизации ситуации на рынке. [1, 9, 27, 29].

24 февраля 2022 года в России была запущена военная операция на территории Украины, что вызвало ответные реакции со стороны некоторых государств, включая введение экономических санкций против России, с целью противодействия ее действиям.

Эти экономические ограничения оказали негативное воздействие на автомобильную промышленность и рынок автомобилей в России. В результате этого как автомобильный сектор, так и рынок автосервисного оборудования столкнулись с существенными изменениями в своей деятельности и организации. Сокращение объема предложения на рынке автосервисного оборудования является следствием введения торговых ограничений и санкций со стороны определенных стран мирового сообщества. Это в свою очередь привело к резкому росту цен на данный вид оборудования. Большинство компаний, работающих в автомобильной отрасли, сталкиваются с серьезными финансовыми ограничениями, которые являются результатом увеличения эксплуатационных расходов и роста цен на запасные части. Вследствие этого возникают значительные трудности, которые существенно затрудняют как текущую деятельность, так и перспективы развития этих предприятий.

В контексте ограниченной доступности иностранных поставщиков, предприятия вынуждены принять решение об использовании собственных ресурсов в качестве альтернативы. Это включает в себя не только повторное применение собственных ресурсов, но также и восстановление практики самостоятельного проектирования и производства оборудования на их собственных производственных мощностях.

Сложности с обеспечением запасными частями для иностранных двигателей и агрегатов приводят к необходимости предприятий прибегать к восстановительному капитальному ремонту. Этот подход снова становится актуальным в условиях существующих ограничений [1, 10].

В свете указанных обстоятельств, станды для обкатки двигателей и агрегатов становятся неотъемлемой частью технологического оборудования, широко используемого на предприятиях автомобильной отрасли, чтобы эффективно решать возникающие проблемы с оборудованием. «Процесс приработки трущихся деталей нового или отремонтированного агрегата называют обкаткой. В результате обкатки на поверхностях трущихся деталей

уменьшаются микронеровности, интенсивно изнашиваемые силами трения, а взаимно сопрягаемые подвижно детали прирабатываются друг к другу по форме, что в дальнейшем позволяет снизить силы трения между ними, уменьшить износ поверхностей и даже разрушение деталей, а также потери энергии на их нагрев» [3].

Для достижения этой цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Изучить технические характеристики существующих стандов для обкатки автобусов и определить оптимальные параметры для создания нового станда.

2. Разработать конструкцию станда, учитывая особенности ГМП автобусов и требования предприятия.

3. Провести расчеты и выбрать необходимое оборудование для создания станда.

4. Составить техническое задание на проектирование и монтаж станда.

5. Провести испытания станда и проверить его работоспособность.

6. Сравнить затраты на создание нового станда с затратами на приобретение аналогичного оборудования.

7. Сделать выводы о целесообразности использования нового станда на предприятии.

Таким образом, выполнение данных задач позволит разработать эффективный и доступный станд для обкатки ГМП автобусов, что повысит эффективность производства и снизит затраты предприятия.

1 Проект производственного участка

1.1 Исходные данные

Тема, подлежащая исследованию в выпускной квалификационной работе, касается проектирования. Проведение анализа в области техники и технологии осуществляется в упрощенной форме, при этом принимаются во внимание цели и задачи работы, нацеленные на разработку оборудования и его внедрение в производственный процесс.

В процессе анализа осуществляется рассмотрение параметров участка, предназначенного для размещения оборудования, и дополнительно уточняется его функциональная роль в рамках технологического процесса. Этот подход способствует определению требуемых технических характеристик и проектных требований.

«Агрегатное отделение предназначено для проведения разборочно-сборочных, моечных, диагностических, регулировочных и контрольных операций по коробке передач, рулевому управлению, ведущему мосту и другим агрегатам и узлам, снятым с автомобиля для выполнения текущего ремонта» [14].

Формируем перечень работ для персонала:

- «мойка агрегатов в сборе;
- мойка отдельных узлов и деталей;
- разборочно-сборочные работы по узлам и агрегатам автомобилей;
- дефектовка и выбраковка деталей;
- ремонт деталей и узлов;
- проверочно-контрольные работы,
- обкатка капитально отремонтированных ДВС,
- обкатка капитально отремонтированных ГМП» [16].

1.2 Основные расчеты по участку

«Определим штатное количество рабочих по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{эф_i}}, \quad (1)$$

где T_i – трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{эф_i}$ – эффективный годовой фонд времени одного производственного рабочего при односменной работе, ч.» [14].

«Явочное количество рабочих вычислим по формуле:

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_{н}}, \quad (2)$$

где T_i – трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{н}$ – номинальный годовой фонд времени одного производственного рабочего при односменной работе, ч.» [14].

$$P_{шт} = \frac{10800}{1820} = 5,93 \approx 6 \text{ чел.}$$

$$P_{я} = \frac{10800}{2070} = 5,21 \approx 5 \text{ чел.}$$

Наличие сертификатов и дипломов по специализированным курсам повышения квалификации также будет являться дополнительным плюсом при отборе кандидатов.

Важно, чтобы сотрудник был ответственным, внимательным к деталям, умел работать в команде и обладал хорошими коммуникативными навыками.

Также важно иметь знание основных принципов работы автомобилей, умение проводить диагностику и ремонт неисправностей.

При приеме на работу будет проводиться тестирование знаний и навыков кандидатов, а также собеседование для оценки их профессиональных и личностных качеств.

Основная профессия работников и специализация сотрудников представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Персонал участка

Профессия по квалификационному справочнику	Принятое на работу число специалистов	Основные должностные обязанности по квалификационному справочнику
1	2	3
Слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда	2	Выполнение уборочно-моечных и разборочно-сборочных и ремонтных работ
Слесарь по ремонту автомобилей 5-го разряда	2	Выполнение дефектовочных, контрольных и ремонтных работ повышенной сложности
Слесарь по ремонту автомобилей 6-го разряда	1	Контрольно-диагностические работы, обкатка и испытания капитально отремонтированных агрегатов

Возможно привлечение к исполнению обязанностей лиц на «временных трудовых соглашениях или студентов, проходящих практику, из автомобильных высших учебных заведений и учреждений среднего профессионального образования, помимо персонала, указанного в таблице 2. Руководство стажерами осуществляется опытным наставником, что предполагает эффективное обучение и адаптацию к работе.

Рекомендуется организовать работу подразделения в течение одной смены в пятидневную рабочую неделю» [21], что соответствует оптимальному варианту для большинства предприятий автотранспортной отрасли, согласно статистическому анализу. Начало рабочего дня установлено на 8:00, а его окончание – на 17:00. Важно строго соблюдать нормы трудового законодательства, предоставлять сотрудникам краткие

«перерывы каждые два часа, а также обеденный перерыв продолжительностью 45 минут. График работы утверждается администрацией предприятия и размещается на рабочем участке для ознакомления всего персонала, что способствует повышению эффективности трудового процесса и соблюдению трудовых стандартов» [14, 17].

«Площадь производственных цехов определяется по удельной площади, приходящейся на каждого рабочего в наиболее загруженную смену по формуле:

$$F_v = f_1 + f_2(P_{\text{я}} - 1), \quad (3)$$

где f_1 и f_2 – удельная площадь на первого и каждого последующего рабочего соответственно, м^2 ;

$P_{\text{я}}$ – технологически необходимое (явочное) число рабочих в наиболее загруженную смену, чел.» [14].

$$F_v = 19 + 12 \cdot (5 - 1) = 67 \text{ м}^2$$

На указанной площади необходимо разместить оборудования участка.

1.3 Табель технологического оборудования. Размещение оборудования на участке

«Подбор технологического оборудования, организационной и технологической оснастки для объекта проектирования осуществляется с учетом рекомендаций типовых проектов рабочих мест на ПАТ, Руководства по диагностике и ремонту подвижного состава и Табеля гаражно-технологического оборудования.

Номенклатура и число отдельных видов оборудования для конкретного предприятия могут корректироваться с учетом специфики работы

предприятия (принятых методов организации работ, числа постов, режима работ зон и участков и т.п.)» [15].

Планируя покупку оборудования необходимо тщательно проанализировать перечень технологических операций и услуг оказываемых на участке, в нашем случае он задан в подразделе 1.1.

Важно обращать внимание на отзывы других покупателей, сертификаты качества продукции, гарантийные обязательства и условия возврата. Также стоит учитывать ценовую политику компании и сравнивать предложения различных поставщиков перед принятием окончательного решения. Важно также учитывать условия доставки и сервисное обслуживание, чтобы избежать неприятных сюрпризов в будущем. Прежде всего, следует оценить:

- «опыт работы компании на рынке;
- стоимость и качество продукции;
- географическое расположение поставщика, удаленность от предприятия;
- налаженная и гибкая логистика;
- сроки поставки;
- широта ассортимента;
- условия оплаты, гарантии возврата и обмена некачественной продукции. Один из наиболее важных и обязательных критериев – поставщик должен предоставлять гарантийное и постгарантийное обслуживание» [15].

В графическом разделе выпускной квалификационной работы бакалавра представлен перечень оборудования, сформированный на основе табеля. В этом чертеже также присутствует изображение участка.

«Аналитическим способом площадь подразделения уточним по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки:

$$F_{np} = K_{nl} \cdot \sum F_{обор} , \quad (4)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь занимаемая оборудованием в плане подразделения, м²;

K_{nl} – коэффициент плотности расстановки оборудования» [8].

$$F_{agr} = 4,0 \cdot (0,59 \cdot 0,58 + 0,93 \cdot 0,6 + 1,1 \cdot 0,78 + 1,18 \cdot 0,67 + 0,9 + 0,76 \cdot 0,9 + 1,05 \cdot 0,5 + 0,38 \cdot 0,37 + 0,7 \cdot 1,2 + 2,0 \cdot 1,2 \cdot 0,71 \cdot 0,6 + 0,71 \cdot 0,5 + 1,2 \cdot 0,8 \cdot 2 + 1,1 \cdot 0,5 \cdot 2 + 0,6 \cdot 0,8 + 0,4 \cdot 0,51 + 1,5 \cdot 0,6 + 0,62 \cdot 0,58) \sim 59 \text{ м}^2$$

Площадь помещения для обкатки агрегатов определим аналогично:

$$\begin{aligned} F_{пробк} &= 4,0 \cdot (2,99 \cdot 0,845 + 0,5 \cdot 0,6 + 2,86 \cdot 1,52 + 0,5 \cdot 0,5 + 0,6 \cdot 0,8) \\ &= 4,0 \cdot (2,52 + 0,3 + 4,34 + 0,25 + 0,48) = 4,0 \cdot 7,6 \sim 32 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

Перед приступлением к разработке планировки участка осуществляется анализ стандартных решений, что позволяет охватить разнообразные подходы и методы проектирования.

В процессе этого анализа уделяется предпочтение прямоугольной форме помещения, так как она широко распространена в данной области и обладает определенными преимуществами с точки зрения организации производственного пространства.

Для обеспечения наилучшего естественного освещения рабочих зон предусматривается установка оконных проемов во внешних стенах, что способствует созданию комфортных условий труда и повышению производительности труда работников.

Порядок размещения оборудования на участке соответствует последовательности технологических операций, выполняемых на данном участке, что обеспечивает логичное и рациональное использование рабочего пространства и ресурсов предприятия.

«Агрегатное отделение вместе с помещениями для мойки и обкатки агрегатов расположено на одной линии с постами ТР, на которых производится снятие-установка агрегатов на автомобиль. Такая компоновка помещений позволяет за минимальное время и с минимальными трудовыми затратами доставить снятый с автомобиля агрегат на рабочее место слесаря в агрегатном отделении. В помещении для обкатки агрегатов и мойку из агрегатного отделения ведут широкие распашные двери, спроектированные для удобства перемещения ремонтируемых узлов в пределах отделения.

По центру отделения имеется проход, по которому отремонтированные агрегаты беспрепятственно направляются на обкатку» [22].

На графических листах отображены точные координаты расположения оборудования относительно основных элементов конструкции, их размеры, а «также местоположения рабочих мест и точек подачи ресурсов. Устанавливаются привязки только для стационарного оборудования, которое не перемещается во время ремонта, и не применяются для оборудования, требующего периодического» [8] перемещения, так как это снижает необходимость частого переустройства и обеспечивает стабильность рабочего процесса.

Таким образом, комплексный чертеж является важным инструментом для определения минимально необходимой площади помещения для выполнения проекта, что в свою очередь позволяет оптимизировать затраты на недвижимость и эффективно использовать пространство. Кроме того, чертеж позволяет наглядно представить все работы по оборудованию участка и его размещению, что демонстрирует комплексный подход к планированию и организации производственного процесса. Все это способствует успешной реализации проекта и достижению поставленных целей.

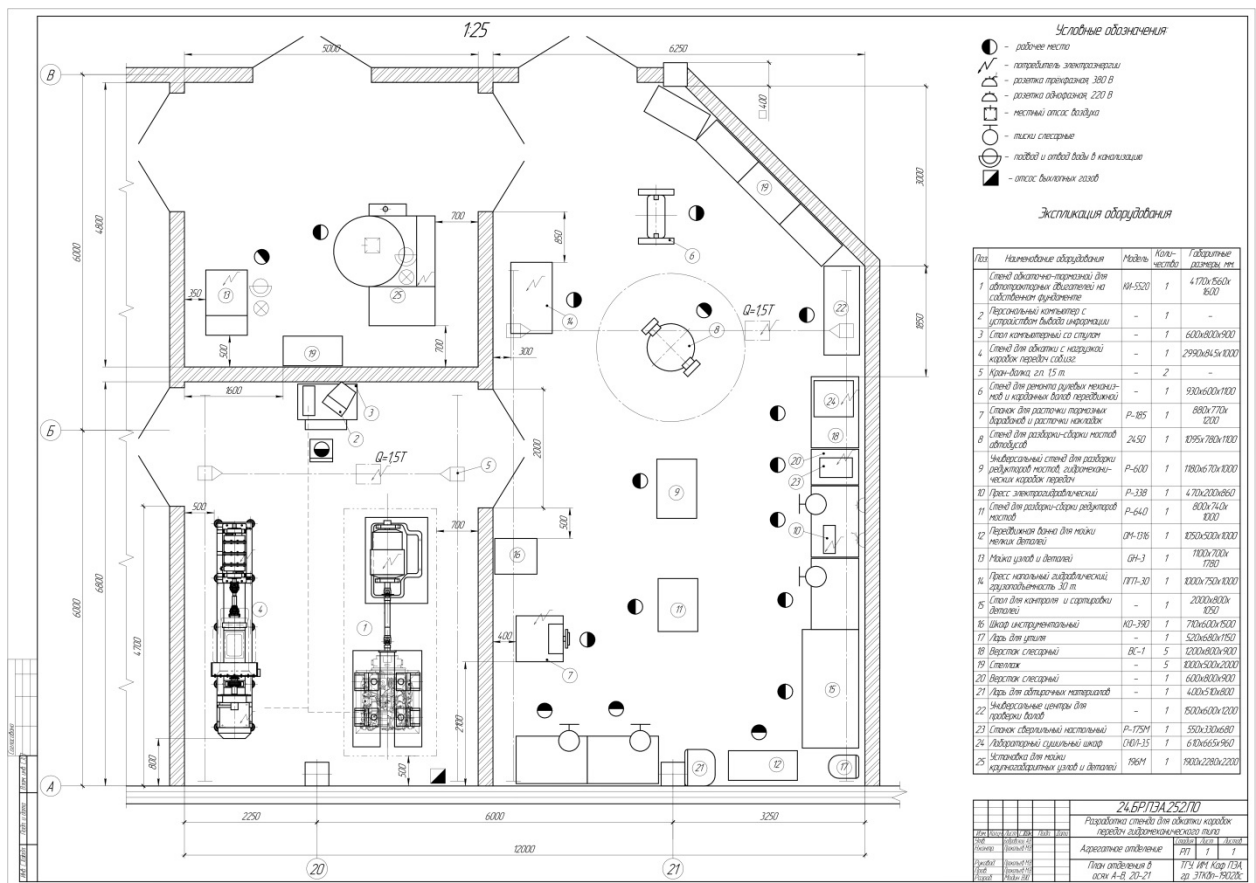


Рисунок 1 – Расстановка оборудования по участку

Выводы по разделу:

Оперативный план производственного участка включает в себя расписание работ, определение необходимых материалов и комплектующих, а также установление контрольных точек для проверки качества выполняемых работ. Такой план позволяет эффективно организовать процессы на участке, сократить время выполнения задач и повысить производительность труда.

Рекомендации по структуре и организации работы подразделения включают в себя определение должностных обязанностей сотрудников, распределение рабочего времени, а также установление процедур контроля за выполнением работ. Такие рекомендации помогают обеспечить эффективное взаимодействие между сотрудниками и достижение поставленных целей.

Список необходимого технологического оборудования для работы на участке включает в себя перечень машин, инструментов и приспособлений, необходимых для выполнения ремонтных работ. Правильный выбор оборудования позволяет повысить качество и скорость выполнения работ, а также обеспечить безопасность сотрудников.

Графическая документация, иллюстрирующая планировку производственного участка, позволяет визуализировать расположение оборудования, рабочих мест и зон хранения материалов. Такая документация помогает оптимизировать пространственное распределение элементов производственного процесса и обеспечить удобство работы сотрудников.

2 Проектирование перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей

2.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа

2.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня станков для разборки автомобильных стоек

«Механизация технологических процессов ТО и ТР на ПАТ является одним из основных путей снижения затрат на поддержание работоспособности автомобилей и обеспечения высокого качества работ. При этом уменьшается численность ремонтных рабочих за счет снижения трудоемкости работ и улучшаются условия их труда.

Снижение трудоемкости работ по ТО и ТР достигается за счет сокращения времени выполнения соответствующих технологических операций в результате внедрения средств механизации» [4].

Рынок оборудования предлагал разнообразие вариантов, что существенно упрощало процесс выбора необходимого оборудования с учетом цены и технических характеристик. Что касается проектирования и модернизации оборудования, то в основном это «поручалось специализированным конструкторским мастерским, что представляло собой распространенную практику в отрасли. Однако после начала спецоперации на востоке Украины в конце февраля 2022 года, обстановка кардинально изменилась. Объем предложений на рынке оборудования для автосервиса значительно уменьшился из-за введения торговых ограничений и санкций со стороны некоторых стран мирового сообщества, что привело к росту цен, а многие компании столкнулись с финансовыми трудностями из-за увеличения эксплуатационных расходов и стоимости запасных частей и материалов. В связи с этим выделение средств на покупку оборудования у иностранных поставщиков стало крайне сложной задачей» [1, 9, 27, 29]. В таких условиях

«многие компании возвращаются к прежней практике самостоятельного проектирования и изготовления простого оборудования на своих производственных базах» [1, 9, 27, 29].

Прежде чем приступать к проектированию, работниками инженерных служб автосервиса необходимо оценить современный конструкторский и технологический уровень оборудования, а также рассмотреть имеющиеся в продаже аналоги.

Испытания проводятся для проверки работоспособности и безопасности сборочных единиц перед их эксплуатацией.

В процессе обкатки проводятся испытания на стенде или в условиях реальной эксплуатации. При этом проверяется работоспособность узлов и механизмов, а также их взаимодействие друг с другом. В случае выявления каких-либо дефектов или неисправностей, их устраняют и проводят повторные испытания.

Испытания могут включать в себя проверку работы двигателя, трансмиссии, системы охлаждения, тормозной системы, электроники и других компонентов. Также проводятся испытания на прочность, устойчивость к вибрации, воздействию внешних факторов и другие виды тестирования.

Обкатка и испытания играют важную роль в обеспечении качества и надежности сборочных единиц, а также в предотвращении возможных аварий и неисправностей в процессе эксплуатации.

«Приработка – это результат обкатки, заключающийся в формировании оптимальной для эксплуатации микро- и макрогеометрии поверхности, ее физикомеханических свойств. В первый период обкатки происходит интенсивное выравнивание шероховатостей поверхностей трения и их изнашивание. Это приводит к более равномерному распределению нагрузки по трущимся поверхностям. В результате увеличивается износостойкость поверхностей за счет возрастания площади контакта сопрягаемых деталей,

что оказывает значительное влияние на долговечность и безотказность агрегатов» [25].

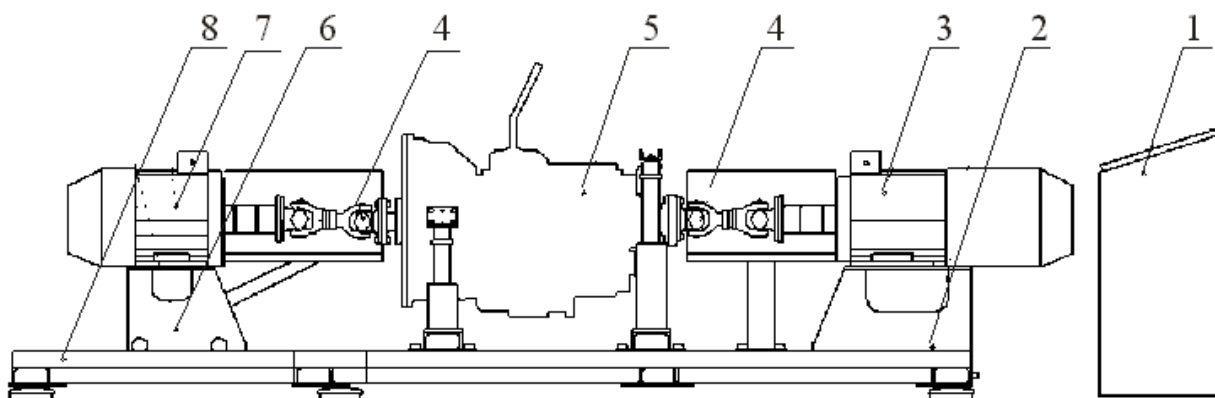
«Повышенная нагрузка на агрегаты в начальный период обкатки может вызвать высокие контактные давления, значительный местный (локальный) нагрев трущихся поверхностей, схватывание, задиры и наволакивание. Во избежание этого приработку сопрягаемых поверхностей ведут при малых скоростях, нагрузках и обильной смазке.

Обкатка различных сборочных единиц длится 1-5 ч. Продолжительность обкатки зависит прежде всего от качества обработки деталей и точности сборки. Шероховатость поверхности должна быть близкой к той, которая получается после приработки деталей. Это обеспечит минимальный износ в начальный период приработки. Искажения геометрической формы и неточности сборки (перекосы) приводят к неравномерному распределению нагрузки на поверхности деталей и ускоренному их изнашиванию» [16].

«Введение при обкатке в масло различных присадок (коллоидного графита, дисульфида молибдена и др.) значительно сокращает время приработки деталей. Наиболее эффективно добавление в масло многокомплексных присадок. Для быстрого увеличения фактической площади контакта до оптимальной рекомендуется наносить на поверхности трения перед сборкой легкообрабатываемые покрытия (лужение, фосфатирование, меднение, оксидирование).

Агрегаты обкатывают на специальных стендах, позволяющих постепенно повышать скорость взаимного перемещения трущихся поверхностей и нагрузку на них. Стенды должны быть оснащены измерительными устройствами и приборами для определения величины тормозного момента, частоты вращения валов, для контроля режима смазки и т. д.» [16].

На рисунке 2 изображен наиболее распространенный тип стендов – с электрическим нагружающим устройством.



«1 – пульт управления; 2 – неподвижная рама нагрузочного электродвигателя; 3 – электродвигатель нагрузочный; 4 – защитные кожухи; 5 – коробка передач, обкатываемая на стенде; 6 – подушка нагрузочного электродвигателя; 7 – электродвигатель приводной; 8 – подвижная часть рамы»» [28]

Рисунок 2 – Стенд для обкатки и испытания коробок передач КС-02

2.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа

Методики отбора оборудования для предприятий базируются на проведении сравнительного анализа технологических параметров стендов, что позволяет осуществлять более точный и информативный отбор оборудования на предприятиях.

Основные параметры:

1. Точность измерения: стенд должен обеспечивать высокую точность измерения параметров, таких как температура, давление, скорость и т.д.
2. Широкий диапазон измерений: стенд должен иметь возможность измерять различные параметры в широком диапазоне значений, чтобы обеспечить комплексный анализ процессов на предприятии.
3. Автоматизация и управление: стенд должен быть оборудован автоматическими системами управления и сбора данных, что позволит проводить анализ процессов более эффективно и точно.

4. Модульность и расширяемость: стенд должен быть модульным и иметь возможность расширения функциональности для анализа новых параметров и процессов на предприятии.

5. Надежность и долговечность: стенд должен быть надежным и долговечным, чтобы обеспечить стабильную работу и точные результаты анализа на протяжении длительного времени.

6. Совместимость с другими системами: стенд должен быть совместим с другими системами управления и мониторинга на предприятии, что позволит интегрировать его в общую систему управления процессами.

2.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников

«На современном уровне технологического и экономического развития на рынке производственного оборудования для предприятий автомобильного транспорта имеется множество предложений автосервисного оборудования, различающихся по ценовым категориям, эксплуатационным и технологическим требованиям, а также уровнем характеристик качества и надежности» [30].

Кроме того, важно иметь доступ к техническим характеристикам оборудования, таким как мощность, скорость, производительность, рабочие параметры и другие ключевые показатели. Эти данные помогут провести анализ работы оборудования, определить его эффективность, надежность и возможности для улучшения производственных процессов.

Также необходимо иметь информацию о запасных частях, инструментах и материалах, необходимых для обслуживания и ремонта оборудования. Это поможет обеспечить бесперебойную работу оборудования и своевременное устранение возможных поломок.

В целом, наличие численных значений и технической документации оборудования является необходимым условием для его эффективного использования, обслуживания и управления. Поэтому владельцы и

пользователи оборудования должны обеспечить доступ к этой «информации и следить за ее актуальностью и полнотой. Подберем несколько подходящих для наших целей моделей оборудования, фотографии разместим на рисунках 3, 4, 5. На рисунках оборудование представлено без масштаба, только для того чтобы получить представление об его внешнем виде и конструктивных особенностях»[2].



Рисунок 3 – Фотография оборудования стенд КС-02



Рисунок 4 – Фотография оборудования стенд КС-04



Рисунок 5 – Фотография оборудования КИ-28291

В таблице 2 отражены модели оборудования.

Таблица 2 – Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования

Выбранные характеристики, единицы измерения	Модельный ряд оборудования		
	КС-04	КС-02	КИ-28292
Установленная суммарная мощность электрооборудования, Вт	58	75	30
Величина создаваемой нагрузки, кВт	55	55	30
Число одновременно проходящих приработку КП, ед	1	1	1
Максимальная частота вращения приводного устройства, об./мин	3000	3000	2100
Масса стенда, кг	1400	1500	800
Площадь, м ²	3,33	4,15	4,76
Стоимость, тыс. руб.	1100	8100	5812

2.1.4 Выбор наиболее перспективного прототипа

«Существуют два наиболее часто используемых метода выбора оборудования: графический метод, основанный на замерах площади циклограмм каждого оборудования и экспертный метод, дополнительно учитывающий значимость каждого показателя. Идеальным считается вариант, когда 1 модель оборудования лидирует по результатам анализа каждым из вышеперечисленных методов. В противном случае возможен дополнительный анализ по ранее не учитываемым показателям (расходы на монтаж, расходы на доставку, стоимость периодического обслуживания и т.д.)» [20].

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i0}

(обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям).

Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = P_i / P_{i0} \quad (5)$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением:

$$Y_i = P_{i0} / P_i \quad (6)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю» [20].

«Для построения циклограммы воспользуемся автоматизированным графическим редактором, что позволит в значительной степени облегчить процесс подсчета площади, в ФГБОУ ВО ТГУ имеется действующая лицензия на графическую среду КОМПАС, обновляемую ежегодно. Из общей точки отсчета через равные угловые интервалы отложим число лучей соответствующее количеству наиболее значимых параметров. Предварительно рассчитаем относительные значения параметров, которые необходимо отложить на лучах циклограммы. Расчеты будем проводить относительно показателей оборудования КС-02, используя выражения»[26] (5) и (6).

При отложении отрезков на лучах с одинаковым масштабом создаются вершины циклограммы, что, в свою очередь, является первым обязательным шагом визуализации процессов и позволяет более детально рассмотреть динамику происходящих изменений в системе. Последующее соединение полученных точек замкнутой ломаной линией делает возможным создание наглядного представления о циклических операциях и позволяет оценить

динамику процесса на основе графического представления. В целях повышения визуальной понятности и четкости интерпретации, полигоны, представляющие различные модели оборудования, отмечаются разнообразными типами и цветами линий, что обеспечивает более детальное и понятное сравнение между ними и позволяет выделить основные характеристики каждой модели.

«Графическое изображение наиболее важных характеристик оборудования представлено на рисунке 6, где каждый номер луча соответствует определенному показателю по часовой стрелке, обеспечивая более наглядное представление о взаимосвязи между различными показателями оборудования. Если речь идет о базовом оборудовании, циклограмму можно не строить, однако необходимо определить ее площадь методом, аналогичным другим моделям, чтобы обеспечить общие условия для сравнительного анализа»[21].

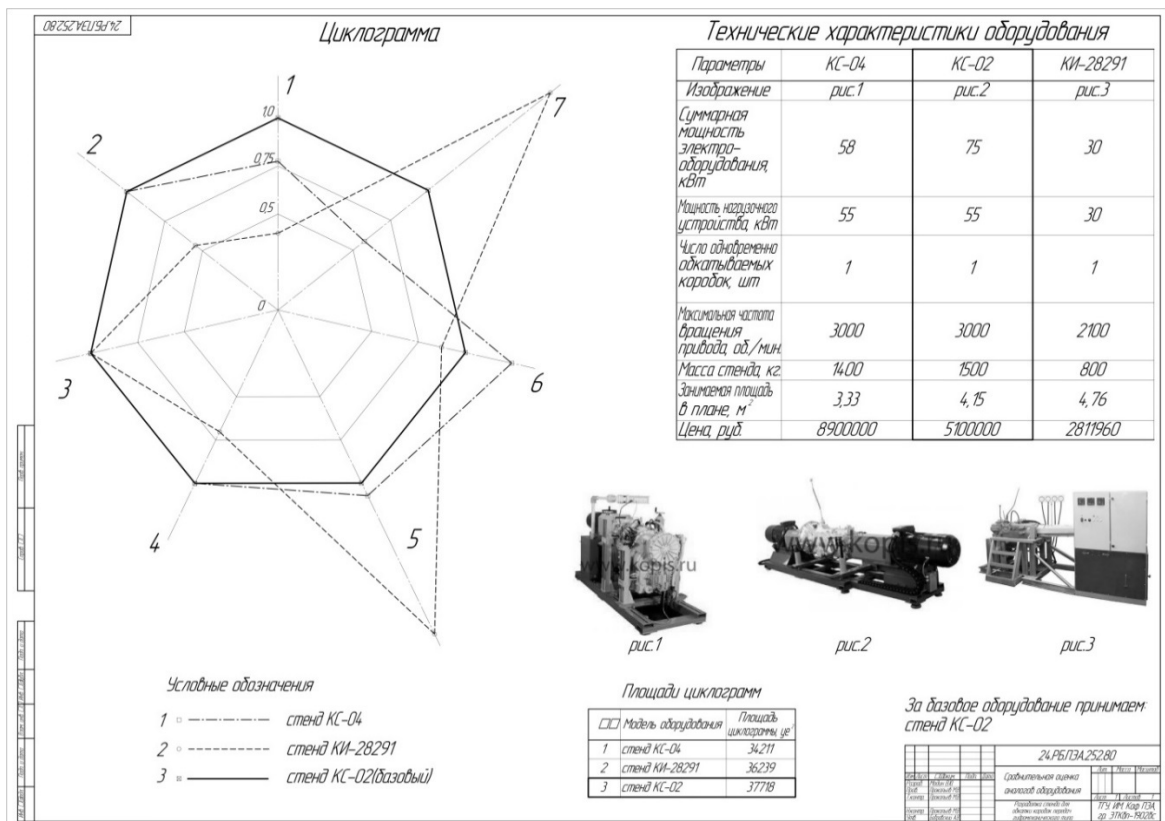


Рисунок 6 – Графический анализ наиболее значимых показателей оборудования методом циклограмм

Результаты подсчета фактической площади полученных фигур с применением инструмента программы «Измерение площади с ручным вводом границ многоугольника» занесем во второй столбец таблицы 3. В качестве условных единиц измерения используем мм².

Таблица 3 – Итоги графического метода анализа аналогов

Модели стендов-аналогов	Площадь, мм ²
Стенд КС-04	34211
Стенд КС-02	37718
Стенд КИ-28291	36239

Оборудование КС-02 имеет более высокую производительность и эффективность по сравнению с другими моделями. Это может быть связано с улучшенной конструкцией, материалами или технологиями, применяемыми в данной модели. Поэтому, при выборе оборудования для определенных задач, стоит учитывать результаты измерений и преимущества конкретной модели КС-02.

Повысим достоверность анализа, проведя его еще и экспертным методом.

«Роль эксперта на себя возлагает сам исполнитель проекта, при необходимости консультируясь с руководителем выпускной квалификационной работы или внешними экспертами. При выборе оборудования данным методом экспертом на основе собственного опыта определяется весомость каждого параметра (степень значимости) в паспорте оборудования C_i с учетом конкретных требований производственного процесса Т_О и Р автомобилей, габаритов помещения, особенностей конструкции производственного здания и т.д.» [21].

«Уровень показателя качества по каждому параметру с учетом его весомости определяется выражением:

$$P_i = \frac{C_i \cdot Y_i}{100}, \quad (7)$$

Лучшим признается то оборудование, которое наберет наибольшую сумму оценок. $P_{\Sigma_i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot Y_i}{100}$ [20].

Утвержденная форма протокола для типового анализа оборудования с привлечением квалифицированных экспертов размещена в таблице 4.

Таблица 4 – Заполненная форма протокола экспертного анализа оборудования по комплексу показателей

Выбранные характеристики, единицы измерения	C, %	P ₁₀ (КС-02)	Оценочные значения показателей по оборудованию модельного ряда					
			КС-04			КИ-28292		
			P _i	Y _i	Π _i	P _i	Y _i	Π _i
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Пиковые затраты электроэнергии при работе станда, кВт	19	75	58	0,77	0,1463	30	0,4	0,076
2 Величина создаваемой нагрузки, кВт	20	55	55	1	0,2	30	0,55	0,11
3 Число одновременно проходящих приработку КП, ед	1	1	1	1	0,01	1	1	0,01
4 Максимальная частота вращения приводного устройства, об./мин	10	3000	3000	1	0,1	2100	0,7	0,07
5 Масса станда, кг	5	1500	1400	1,07	0,0535	800	1,88	0,094
6 Площадь, м ²	5	4,15	3,33	1,25	0,0625	4,76	0,87	0,0435
7 Стоимость, тыс. руб.	40	5100	8900	0,57	0,228	2812	1,81	0,724
Результирующий показатель:	100	1	-	-	0,8003	-	-	0,8600

2.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ

Для разработки специализированного стенда для приработки и обкатки гидромеханических коробок передач автобусов, можно использовать следующие основные этапы:

- анализ требований и спецификаций: необходимо провести анализ требований к стенду, определить основные параметры коробок передач, которые будут обрабатываться на стенде, и учесть особенности автобусов марки МАЗ;
- проектирование конструкции: на основе анализа требований разработать концепцию стенда, определить основные узлы и механизмы, необходимые для проведения приработки и обкатки коробок передач;
- разработка управляющей системы: разработать программное обеспечение для управления стендом, управления процессом приработки и обкатки коробок передач, а также для мониторинга и анализа результатов;
- изготовление и сборка: изготовить необходимые детали и узлы, собрать конструкцию стенда, провести испытания на работоспособность и безопасность;
- тестирование и наладка: провести тестирование работы стенда с различными типами коробок передач, наладить процессы приработки и обкатки для достижения оптимальных результатов;
- внедрение и обучение: внедрить разработанный стенд в производственный процесс, обучить персоналу работе с ним, обеспечить техническую поддержку и сопровождение.

При разработке стенда необходимо также учитывать требования безопасности и эргономики, а также возможность его дальнейшей модернизации и расширения функциональности для работы с другими типами коробок передач. [2, 21].

Стенд будет изготовлен в единичном экземпляре для внутренних потребностей. Поэтому в данном случае нет необходимости в дополнительных патентных исследованиях.

Предназначенный для использования в закрытых помещениях, стенд должен функционировать в пределах температуры окружающей среды от 15 до 40°C. Это условие соблюдается при влажности воздуха, не превышающей 80%.

Для обеспечения эффективности работы стенда необходимо его разместить на виброопорах или на подходящей ровной бетонной поверхности.

При этом для обеспечения его функционирования требуется наличие источников электроэнергии, таких как трехфазный электрический ток.

«Как и к любому обкаточному стенду к нему предъявляются следующие требования:

- Рама стенда должна обладать достаточной прочностью, чтобы обеспечить безопасную обкатку коробок передач с максимальной нагрузкой 1200 Н·м включительно;
- Стенд должен иметь регулируемое нагрузочное устройство;
- Электродвигатель стенда должен обладать возможностью плавного регулирования оборотов для испытания стенда на различных режимах;
- Стенд должен быть оснащён современными контрольно-диагностическими приборами и датчиками, обеспечивающими измерение с заданной точностью при минимальных погрешностях;
- Для удобства и простоты изготовления в конструкции стенда необходимо по возможности использовать нормализованные и унифицированные узлы и агрегаты;
- При работе стенд должен создавать минимальные вибрации издавать шум в допустимых пределах, также стенд должен отвечать всем требованиям производственной безопасности;

- Конструкция опорных устройств должна обеспечивать минимальные затраты времени на установку и снятие коробок передач со стенда;
- Стенд для обкатки коробок передач должен обеспечить возможность контроля следующих параметров: уровень шума и вибрации, давление масла в гидротрансформаторе, величина крутящего момента на входном и выходном валу КП, температура масла в ГМП» [21].

«Конструкция стенда разрабатывается по заданию кафедры «ПиЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет». Разработка конструкции стенда для разборки телескопической стойки автомобиля проводится на основании технического описания существующих аналогов» [20].

«Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет. В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки. Научно-исследовательская работа не проводилась. Экспериментальные образцы и макеты не разрабатывались» [20].

«Стенд для обкатки гидромеханических КП изготовить в 1 экземпляре. Стенд выполнить из отдельных агрегатов. Максимально использовать в конструкции стенда нормализованные и унифицированные узлы для облегчения его производства в условиях АТП или СТО. Обеспечить возможность работы оборудования до ремонта. Раму изготовить из стандартного швеллера или двутавра сваркой. По возможности обеспечить оптимально удобную высоту рамы. Предусмотреть возможность применения уголков и швеллеров из стали одинакового сечения» [20].

Также важно предусмотреть систему автоматического контроля и регулирования температуры нагрева, чтобы исключить перегрев агрегата и обеспечить оптимальные условия для проведения испытаний. Кроме того,

необходимо обеспечить возможность быстрой остановки работы станда в случае возникновения аварийной ситуации.

Для обеспечения удобства обслуживания и ремонта станда, следует предусмотреть доступ к основным узлам и элементам конструкции без необходимости демонтажа больших частей. Также важно предусмотреть возможность замены изношенных или поврежденных элементов без необходимости полной замены станда.

Важным аспектом является также обеспечение безопасности от пожаров и травм. Для этого необходимо предусмотреть системы пожаротушения и сигнализации, а также обеспечить соответствие конструкции станда требованиям по безопасности и электробезопасности.

Итак, при проектировании станда для термического нагрева агрегатов необходимо учитывать все вышеперечисленные требования и обеспечить соответствие конструкции станда всем необходимым нормам и стандартам для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации.

«Предусмотреть наличие защитных устройств и кожухов, отделяющих вращающиеся детали от оператора станда. Детали вращения должны быть защищены от попадания пыли и грязи» [7]. Обеспечить надежное заземление станда.

«Внешние очертания станда должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия. Пропорции контуров установки должны обеспечивать композиционное равновесие. Каркас станда выполняется из пространственно сваренных швеллеров, таким образом, чтобы они образовывала рамную конструкцию, что, во-первых, повышает прочность конструкции, а во-вторых, визуально создает ощущение надежности и устойчивости всей рамы в целом. Переломы элементов формы должны быть логичными и согласовываться между собой, острые углы рекомендуется скруглить. Мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены и при необходимости должны быть закрыты декоративными панелями» [20].

«Стенд должен гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего рекомендуется его окрасить в черный цвет. Не допускаются выступающие за габариты стенда узлы и детали, если того не требует их функциональное назначение. Обеспечить доступность, подход к агрегатам и узлам при разборке-сборке и техническом обслуживании» [20].

Стенд должен быть устойчивым и надежным, чтобы предотвратить возможные аварийные ситуации. Важно, чтобы все элементы стенда были легко доступны для обслуживания и ремонта.

Для обеспечения безопасности оператора, стенд должен иметь защитные элементы, которые предотвратят контакт с движущимися частями и исключат возможность получения травм.

Наконец, стенд должен быть функциональным и эффективным для выполнения поставленных задач. Он должен обеспечивать удобство в работе оператора и быть приспособлен к конкретным условиям производства.

«Уровень шума при работе стенда для обкатки коробок передач, измеренный по шкале А универсального шумомера, не должен превышать 80 дБА на рабочем месте оператора-диагноста. Вибрация на рабочем месте оператора должна быть по среднеквадратическому значению колебательной скорости не более 92–97дБ при октавной полосе со среднегеометрической частотой – 33,15 Гц. Провода, идущие к электродвигателям и органам управления пометить в пластмассовые оболочки-трубки и закатать в фундамент. На стенде должны работать люди, прошедшие специальный инструктаж и по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации стенда. Непосредственно перед работой необходимо проверять исправность электрооборудования и целостность изоляции проводов, прочность сварных швов. Не допускается забрызгивание рамы и привода маслом и другими техническими эксплуатационными жидкостями» [20].

«Для безотказной и эффективной работы стенда предусмотреть плановое ТО не реже 1 раза в 6 месяцев. Допускается обеспечение ремонтом в неустановленные сроки в норме 1/10 от трудоёмкости полного ремонта.

Обеспечить общую долговечность стенда не менее 10 лет. Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Транспортировка стенда осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты снятые с рамы должны быть упакованы в деревянный ящик, который маркируются соответственным образом. Хранить стенд в собранном или разобранном виде в сухом помещении» [20].

«При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка 2-х или более вариантов компоновки.

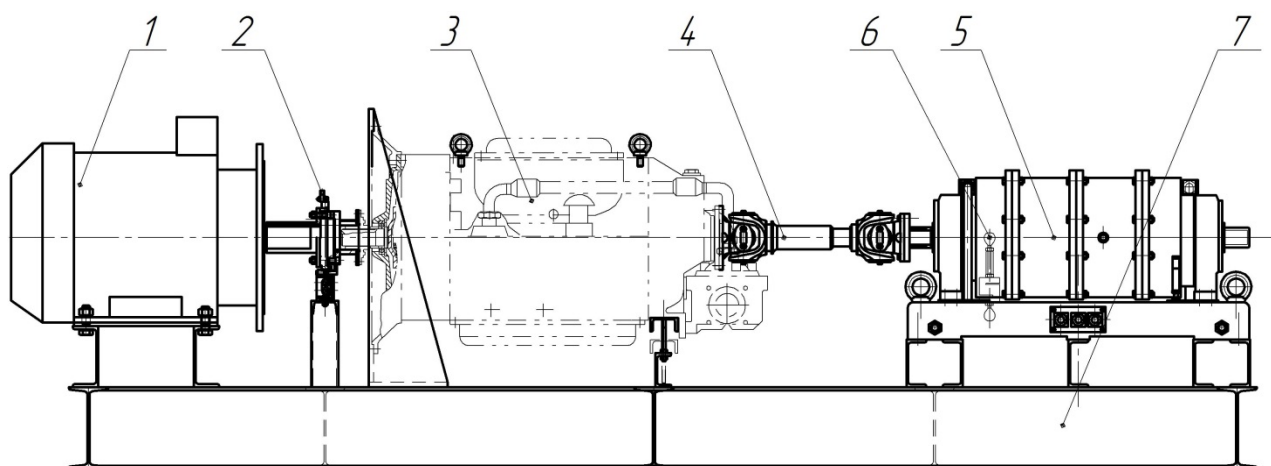
На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП, ЭП и расчёты. Место проведения экспертизы кафедра «ПиЭА» ТГУ.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется. Изготовление опытных образцов не предусматривается» [20].

2.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования

«Стенд для обкатки коробок передач относится к области испытательной техники и используется для приработки сопряженных соединений и контроля качества произведённого капитального ремонта агрегата, а также для определения технического состояния коробок передач и необходимости их ремонта» [21].

Компоновка предлагаемого варианта стенда для обкатки ГМП представлена на рисунке 7.



1 – приводной электродвигатель; 2 – датчик скорости и крутящего момента на первичном валу; 3 – испытываемая гидромеханическая коробка передач; 4 – карданный вал; 5 – порошок тормоз; 6 – устройство измерения скорости и крутящего момента на выходном валу ГМП; 7 – рама стенда;

Рисунок 7 – Компоновка стенда для обкатки ГМП:

«Стенд представляет собой специализированное техническое средство, разработанное с целью осуществления процедуры пробного эксплуатационного тестирования гидромеханических коробок передач модели Voith Diwa»[1].

Все компоненты стенда установлены на прочной сварной конструкции, изготовленной из стандартного двутавра размером №20, обладающего необходимой прочностью и устойчивостью.

Для обеспечения устойчивости стенда и предотвращения его наклона или смещения в процессе эксплуатации, предусмотрены специальные антивибрационные прокладки, которые поглощают вибрации и обеспечивают стабильность работы оборудования. Также на стенде установлены специальные защитные элементы, которые предотвращают попадание пыли и грязи на механизмы и обеспечивают долгий срок службы оборудования.

В целом, опорные элементы и крепежные детали стенда обеспечивают его надежность, устойчивость и безопасность в работе, что позволяет эффективно проводить испытания и исследования на данном оборудовании.

Таким образом, данный стенд позволяет проводить испытания коробок передач на различных режимах работы, включая низкие обороты и высокие моменты. Это позволяет более точно оценить работу коробки передач и ее характеристики. Использование магнитопорошкового тормоза также обеспечивает надежное и стабильное нагружение вала, что важно для получения точных результатов испытаний.

Можно будет исследовать влияние частоты вращения на работу агрегата и определить оптимальные параметры для его эффективной работы.

Также на стенде будут установлены датчики для измерения различных параметров работы двигателя, таких как ток, напряжение, мощность, обороты и температура. Эти данные будут отображаться на панели управления, что позволит оператору наблюдать и анализировать работу двигателя в реальном времени.

Кроме того, на стенде будут представлены различные методы диагностики и обслуживания двигателя, что позволит обучающимся овладеть навыками по обслуживанию и ремонту электрических приводов. Все это делает стенд с асинхронным трехфазным двигателем отличным обучающим

инструментом для студентов и специалистов в области электротехники и автоматики..

«Датчик крутящего момента T10F разработан для измерения как статических, так и динамических крутящих моментов, которые могут возникать как на неподвижных, так и на вращающихся валах. Принцип измерения основан на использовании сдвиговых деформаций, которые возникают внутри самого датчика T10F»[21].

Фланцевое исполнение также обеспечивает более надежное соединение с другими устройствами или системами, что повышает стабильность и точность измерений. Кроме того, такая конструкция обеспечивает легкость в установке и замене датчика при необходимости.

В целом, фланцевое исполнение конструкции датчика является эффективным и надежным решением, которое обеспечивает компактность, жесткость и надежность работы устройства.

Подробные характеристики датчика приведены в Руководстве по эксплуатации.

2.4 Расчеты и подбор комплектующих

Это позволит нам точно контролировать скорость вращения коробки передач и провести обкатку при различных режимах работы. Асинхронный электродвигатель обладает хорошей надежностью и долговечностью, что позволит нам провести обкатку без сбоев и проблем.

Частотный преобразователь позволит нам изменять частоту и скорость вращения двигателя, что необходимо для проведения обкатки в различных режимах. Таким образом, мы сможем убедиться в качестве и надежности коробки передач перед ее установкой на автомобиль.

Использование асинхронного электродвигателя с частотным преобразователем обеспечит нам необходимую гибкость и контроль при проведении обкатки коробки передач, что позволит нам убедиться в ее

исправности и готовности к эксплуатации. «Рассчитаем мощность электродвигателя по формуле:

$$N_{эд} = \frac{M_T \cdot n}{974 \cdot \eta \cdot i}, \quad (8)$$

где M_T – максимальный тормозной момент на ведомом валу испытываемой коробки передач, принимаем $M_T = 1200 \text{ Н} \cdot \text{м}$ для первой передачи и передачи заднего хода, Нм;
 η – КПД коробки передач, принимаем $\eta = 0,97$;
 $n = 2000$ об/мин – частота вращения первичного вала коробки передач, об/мин;
 i – передаточное число коробки передач, принимаем $i = 6,1$ на первой передаче» [30].

$$N_{эд} = \frac{120 \cdot 1500}{974 \cdot 0,97 \cdot 6,1} = 45,6 \text{ кВт}$$

«По каталогу выбираем трехфазный асинхронный двигатель марки АИР250S4, мощностью 55 кВт и частотой вращения 3000 об/мин.

При анализе вариантов нагрузочной станции было принято решение ориентироваться на применение порошкового или индукционного тормоза. Однако, после детального изучения характеристик имеющихся устройств на рынке, мы пришли к выводу, что требуемый нагрузочный момент в 1200 Нм на минимальных оборотах выходного вала ГМП, составляющих 500-600 об./мин., может быть обеспечен только порошковым тормозом.

С учетом этого решения, мы выбрали зарубежное тормозное устройство от фирмы MAGTROL, модель 4 РВ 15 (см. рисунок 8). Эта нагрузочная станция комплектуется тензодатчиком и системой охлаждения» [19].



Рисунок 8 – Магнитопорошковый динамометр 4 PB 15

Они обеспечивают плавное увеличение тормозного момента с увеличением частоты вращения. Это делает их идеальным выбором для испытаний двигателей, трансмиссий, насосов, компрессоров и других механизмов, где необходимо точно контролировать крутящий момент и скорость вращения. Магнитопорошковые динамометры-тормоза обладают высокой точностью измерения и надежностью в эксплуатации, что делает их широко используемыми в промышленности и исследованиях.

«Используем фланцевый датчик крутящего момента как наиболее удобный. Датчик крутящего момента T10F (рисунок 9) предназначен для измерения статических и динамических крутящих моментов на неподвижных или вращающихся валах. В датчике T10F используется принцип измерения сдвиговых деформаций» [13].



Рисунок 9 – Фотография датчика крутящего момента T10F

«Фланцевое исполнение конструкции датчика позволяет существенно уменьшить габаритный размер вдоль оси вращения датчика. Высокая жесткость на кручение ротора датчика почти полностью устраняет, в зависимости от конкретного случая применения, проблему возникновения резонансных колебаний.

Благодаря отсутствию подшипников и контактных колец, отсутствуют затраты на обслуживание датчика» [13].

Выводы по разделу:

В конструкторском разделе выпускной квалификационной работы были разработаны чертежи и спецификации для изготовления всех необходимых деталей стенда. Учитывая особенности гидромеханических коробок передач, были учтены все требования к точности и надежности работы стенда.

Также была проведена расчетно-конструкторская работа по выбору материалов для изготовления деталей стенда, а также определены все необходимые технологические процессы для их изготовления.

Важным этапом разработки стенда было проведение испытаний прототипа на специализированном испытательном стенде. В результате испытаний были выявлены все недочеты и доработки, которые были учтены при доработке конструкции.

В итоге, был разработан и изготовлен стенд для обкатки гидромеханических коробок передач автобусов, который отвечает всем требованиям по точности и надежности работы..

От имени заказчика было составлено техническое задание на создание стенда, включающее в себя детальное описание требований к функциональности и характеристикам будущего оборудования. В этом документе не только перечислены условия эксплуатации оборудования, но и четко указаны минимальные технические требования, которым должен соответствовать стенд.

Кроме того, в техническом задании содержатся подробные описания особенностей условий и методики работы стенда, чтобы обеспечить оптимальное его функционирование. Конкретные предложения относительно расположения и структуры стенда были детально рассмотрены и разработаны в рамках технического предложения, представленного от имени поставщика или конструктора оборудования. Это техническое предложение разработано специалистами с целью предложить оптимальные решения по компоновке и конструкции стенда, учитывая все требования заказчика. Были учтены такие параметры, как прочность материалов, устойчивость конструкции, эргономичность и безопасность использования стенда. Также было проведено тестирование и проверка работы всех систем и механизмов перед сдачей стенда заказчику.

Важным этапом проектирования было также обеспечение эффективного взаимодействия всех компонентов стенда между собой, чтобы обеспечить плавную и надежную работу всей системы в целом.

В результате был создан стенд, который соответствует всем требованиям заказчика и обеспечивает высокую производительность и надежность при его использовании.

3 Технология проведения работ на спроектированном оборудовании

3.1 Состояние вопроса

«Сочетание гидротрансформатора с механической ступенчатой коробкой передач называют гидромеханической передачей. На механический редуктор в гидромеханической передаче, кроме вышеизложенного, возлагаются также функции организации передачи заднего хода и нейтральной передачи, при которой можно было бы увеличивать частоту вращения вала двигателя (например при прогреве) при неподвижном автомобиле» [26].

Варианты контракции ГМП DIWA изображены на рисунках 10, 11.

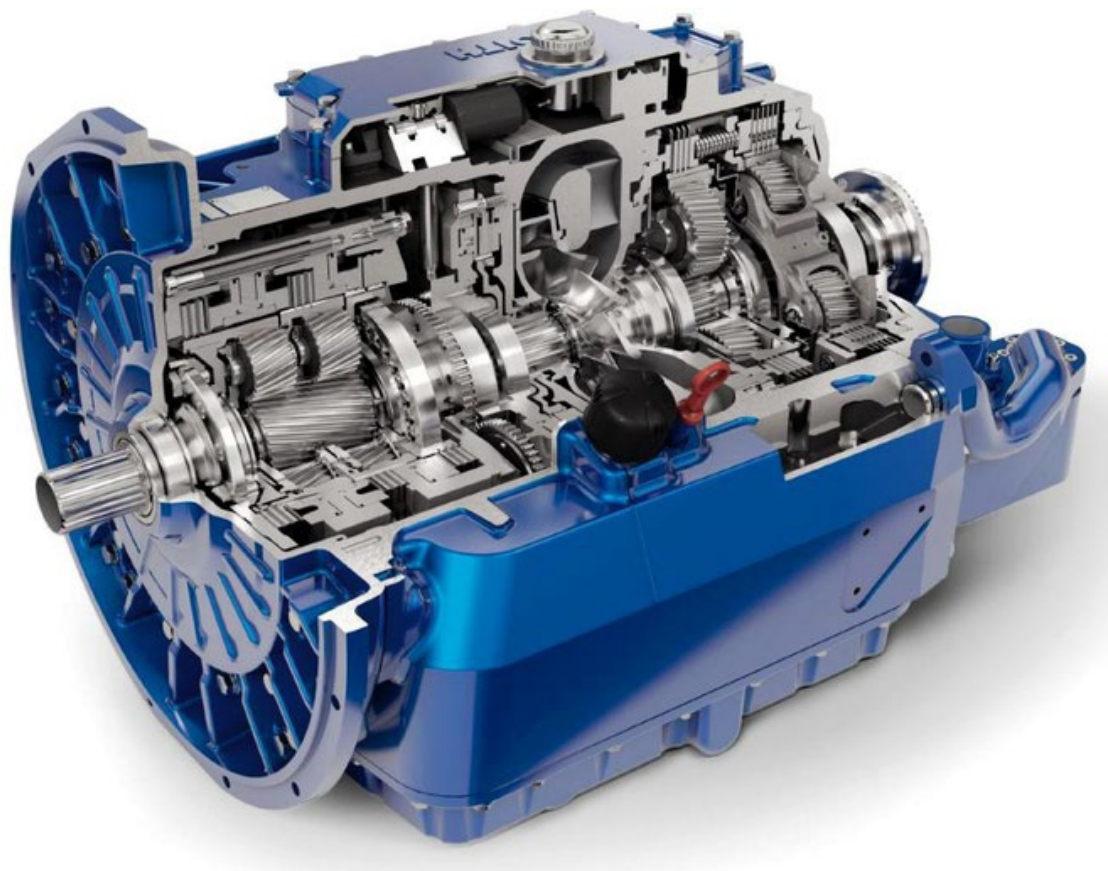
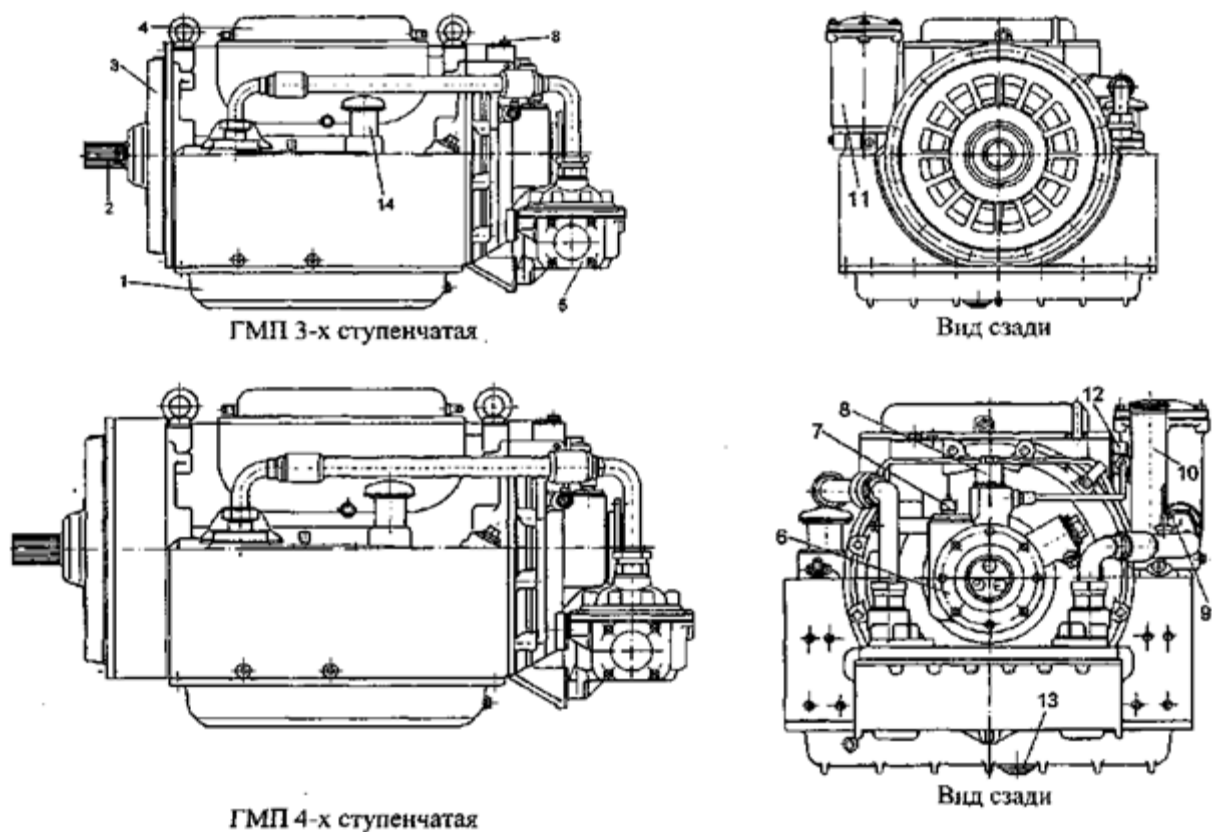


Рисунок 10 – Вид перспективной ГМП DIWA.6 в разрезе



«1 – поддон масляный; 2 – вал ведущий; 3 – крышка передняя со стороны ведущего вала; 4 – крышка блока управления; 5 – теплообменник; 6 – фланец выходного вала; 7 – место подсоединения датчика спидометра; 8 – крышка индуктивного датчика; 9 – указатель уровня масла; 10 – горловина маслозаливная; 11 – фильтр масляный; 12 – разъем для подсоединения кабеля электронного управления; 13 – пробка слива масла из ГМП; 14 – фильтр вентиляционный» [10].

Рисунок 11 – Схема ГМП DIWA.2:

Основными признаками неисправности коробки являются следующие:

- переключение передач становится затруднительным или невозможным;
- ереключение передач происходит с рывками или задержками;
- появляются шумы или стуки при работе коробки передач;
- начинает «трястись» или дергаться при движении;
- повляются проблемы с переключением в режим «парковка» или «нейтраль»;

- появляются ошибки на панели приборов, связанные с работой коробки передач.

Основными причинами неисправности коробки являются следующие:

- недостаточный уровень масла в коробке передач, что может привести к износу деталей и неисправности системы смазки;
- перегрев коробки передач из-за неправильной эксплуатации или неполадок в системе охлаждения;
- попадание посторонних предметов или грязи в коробку передач, что может повредить детали и вызвать блокировку механизмов;
- износ или поломка сцепления, что может привести к проблемам с переключением передач;
- неправильная настройка или неисправность гидравлической системы управления коробкой передач;
- перегрузка коробки передач из-за чрезмерных нагрузок или неправильного использования автомобиля;
- неисправность электроники или датчиков, отвечающих за работу гидромеханической коробки передач.

3.2 Технологическая карта

«Для наиболее рациональной организации работ по ТО, ремонту и диагностированию автомобилей, его агрегатов и систем составляются различные технологические карты. На основании этих технологических карт определяется объем работ по техническим воздействиям, а также производится распределение работ (операций) между исполнителями.

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя и, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения обслуживания или ремонта.

В технологических картах указывают перечень операций, место их выполнения (снизу, сверху или сбоку автомобиля), применяемое

оборудование и инструмент, норму времени на операцию, краткие технические условия на выполнение работ, разряд работ и специальность исполнителей» [25].

«При подготовке данного раздела проекта создается специализированная технологическая карта, которая в подробностях описывает последовательность технологических операций, необходимых для выполнения технического обслуживания и текущего ремонта агрегата определенной марки, используемого в конкретной модели автомобиля. Эти операции необходимы для обеспечения надлежащего функционирования и поддержания в работоспособном состоянии агрегата определенной марки, который используется в конкретной модели автомобиля. В данной технологической карте обязательно учитываются особенности применения ранее разработанного оборудования, которое было описано в предшествующих разделах проекта» [25, 29].

Разработанную технологию работ размещаем на чертеже «Технологическая карта», который также отображаем и в пояснительной записке к ВКР – на рисунке 12.

Технологическая карта обкатки ГМП автобусов

общая трудоёмкость – 107,5 чел.-мин (1,8 чел.-ч.)
исполнитель – слесарь 5-го разряда

24.БР.ПЭА.252.40

□□	Наименование операции, перехода	Кол-во точек воздействия	Место выполнения	Приборы и инструмент	Трудоёмкость	Технические требования
	1 Установка ГМП на стенд				15,0	
11	Смазать шлицевой конец входного вала ГМП	1	Входной вал ГМП	Кран-балка	0,5	Смазка ЛСЦ-15
12	Одеть ступицу демпфера крутильных колебаний на шлицевой конец первичного вала ГМП	1	ГМП	Кран-балка	0,5	Ступица устанавливается плоским парцом в сторону от ГМП
13	Закрепить болтами картер демпфера крутильных колебаний на кронштейне стенда	12	Кронштейн стенда	Кран-балка, ключ на 13 мм	6,0	По штатным местам крепления
14	Поднять опорную площадку до выравнивания ГМП в горизонтальном положении	2	Опорная площадка	Ключ на 17 мм	2,0	Подъем производим попеременным вращением гаек
15	Соединить болтами ступицу демпфера и промежуточный фланец	8	Фланцевое соединение	Ключ на 10 мм	4,0	Ступицу придвинуть до упора, одеспечить центровку
16	Подсоединить штуцер шланга манометра к контрольному отверстию ГМП	1	Контрольное отверстие	Манометр, ключ на 10 мм	1,5	-
17	Подсоединить диагностический прибор к разъему ЭБУ ГМП	1	Разъем ЭБУ	Персональный компьютер или ноутбук с программой Inoaccess и адаптер с кабелем (Vanh L3356.4.219.10)	0,5	-
18	Залить в картер ГМП трансмиссионное масло	1	Заливное отверстие	Варанка, канистры	3,0	Температура масла – 85°С, объем – 28 л.
	2 Обкатка ГМП без нагрузки				27,0	
2.1	Включить стенд	-	Пульт управления	Стенд	0,5	Контролируется давление и температура масла в гидротрансформаторе, на режиме х/х величина не должна превышать 3,5 атм. Контролируется переключение передач в зависимости от частоты на входном валу. Подтеки масла, чрезмерный уровень шума и вибрации не допускаются.
2.2	Запустить управляющую программу и произвести обкатку ГМП	-	Пульт управления	Стенд	1,5	
2.3	Установить частоту вращения электродвигателя 500 об./мин	-	Пульт управления	Стенд	5,0	
2.4	Установить частоту вращения электродвигателя 1000 об./мин	-	Стенд	Стенд	5,0	
2.5	Обкатать ГМП на частотах 1500, 2000, 2500 об./мин	-	Стенд	Стенд	15,0	
	3 Поиск резонансных частот				12,0	
3.1	Плавное увеличение частоты вращения электродвигателя с 0 до 2800 об./мин	-	Пульт управления	Стенд	2,0	
3.2	Плавное снижение частоты вращения электродвигателя с 2800 до 0 об./мин	-	Пульт управления	Стенд	2,0	
3.3	Повторить переходы 3.1-3.2. не менее 2-х раз	-	Стенд	Стенд	8,0	
	4 Обкатка КП с нагрузкой				36,0	
4.1	Соединить фланец карданного вала с фланцем на выходном валу ГМП	4	Фланец выходного вала ГМП	Ключ на 17 мм.	3,0	Нагрузка на ведомый вал варьируется от 0 до 1200 кНм, частота вращения – от 100 до 2500 об./мин. Контролируется давление и температура масла в гидротрансформаторе. Контролируются моменты переключения передач в зависимости от частоты на входном валу и нагрузочного момента на выходном.
4.2	Включить парашоковый тормоз	1	Рычаг КП	Стенд	0,5	
4.3	Запустить управляющую программу	1	Пульт управления	Стенд	0,5	
4.4	Произвести обкатку ГМП	-	Стенд	Стенд	30,0	
4.5	Сравнить полученные данные с нормативной технической документацией на ГМП, сравнить характеристику гидротрансформатора с эталонной. Сделать вывод о техническом состоянии ГМП	1	Пульт управления	-	2,0	
	5 Снятие ГМП со стенда				17,5	
5.1	Отсоединить фланец карданного вала от фланца на выходном валу ГМП	4	Фланец выходного вала ГМП	Ключ на 17 мм.	3,0	-
5.2	Выполнить переходы 1.2-1.7 в обратной последовательности	-	-	Ключ на 17, 10, 13 мм, кран-балка	14,5	-

					24.БР.ПЭА.252.40		
Мен. Дир.	Сл. Дир.	Нач. Дир.	Мен. Дир.	Инж. Дир.	Технологическая карта обкатки ГМП Разработана слесарь 5-го разряда ИМ Корп. ПЭА. 20. 21708-19028С. Фирма АТ		
Инж. Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.				
Инж. Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.				
Инж. Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.				
Мен. Дир.	Сл. Дир.	Нач. Дир.	Мен. Дир.	Инж. Дир.	Дир.	Инж. Дир.	Инж. Дир.

Рисунок 12 – Перечень технологических операций и переходов

Выводы по разделу:

В рамках технологического раздела была проведена глубокая аналитика технологии ремонта гидромеханических коробок передач, применяемых в автомобилях. Мы осуществили изучение типичных конструктивных особенностей таких коробок передач, которые используются в автобусах, чтобы получить более полное представление об их функциональности и особенностях. Также были подробно рассмотрены основные дефекты, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации этих коробок передач, с целью выявления возможных проблемных моментов и разработки эффективных стратегий их решения. При разработке технологической карты были включены методики поддержания оптимального технического состояния гидромеханических коробок передач в автомобилях, чтобы обеспечить их бесперебойную и эффективную работу на протяжении всего срока эксплуатации.

При выполнении раздела составляется специализированная технологическая карта «Технологическая карта обкатки ГМП автобуса», описывающая последовательность технологических операций при выполнении ТО и ТР агрегата определенной марки, применяемого на конкретной модели транспортного средства.

«Использование техкарты позволит снизить требования к квалификации персонала участка путем выполнения последовательного перечня технологических простейших операций. Использование разработанного оборудования позволило снизить общую трудоемкость работ по одному изделию до 107,5 человеко-минут»[25].

4 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций производимых при его помощи

4.1 Конструкция разработанного оборудования, характеристика техпроцессов

Обкаткой гидромеханических коробок передач выполняется слесарем по ремонту автомобилей 5-го разряда, который обладает необходимыми навыками и компетенциями для проведения данного вида работ, с применением специализированного обкаточного оборудования, разработанного для данной цели и соответствующего всем требованиям безопасности и экологической устойчивости. Также в рамках раздела будут разработаны и сформулированы рекомендации, направленные на обеспечение безопасности и экологической устойчивости в ходе основного технологического процесса обкатки гидромеханических коробок передач. Эти рекомендации будут отражены в паспорте или руководстве по эксплуатации данного оборудования в качестве основополагающих принципов и правил безопасной и экологически устойчивой работы.

На основе технологической карты составленной в 3-м разделе работы оформим паспорт в виде таблицы 5 паспорт технологического процесса.

Таблица 5 – Паспорт технологического процесса

Основной техпроцесс на рабочем месте	Исполнитель	Краткое содержание технологического процесса	Необходимое оборудование на рабочем месте	Перечень дополнительных расходных материалов
1	3	2	4	5
Испытание гидромеханической коробки передач на стенде	слесарь по ремонту автомобилей (или испытатель агрегатов) 5-6 разряда	Установка агрегата на стенд, обкатка без нагрузки, обкатка на различных нагрузочных режимах, снятие параметров, снятие ГМП со стенда	обкаточный стенд собственной разработки, контрольные датчики, персональный компьютер, принтер, набор инструмента, приборы	трансмиссионное масло, ветошь, болты крепления, электроэнергия, порошок

4.2 Выявление профессиональных рисков при работе на спроектированном оборудовании

Для оценки профессиональных рисков необходимо провести следующие шаги:

1. Идентификация опасностей: определение всех потенциальных опасностей, которые могут привести к травмам или заболеваниям на рабочем месте.
2. Оценка вероятности и серьезности рисков: оценка вероятности возникновения опасности и серьезности ее последствий для работников.
3. Определение уровня риска: на основе оценки вероятности и серьезности опасности определяется уровень риска для каждого конкретного случая.
4. Разработка мер по управлению рисками: на основе оценки рисков разрабатываются меры по их снижению или устранению.

5. Внедрение и контроль мер: разработанные меры по управлению рисками внедряются на рабочем месте, их эффективность контролируется и оценивается.

Проведение анализа и управление рисками на рабочем месте является необходимым шагом для обеспечения безопасности и здоровья работников. Важно регулярно проводить оценку профессиональных рисков и принимать меры по их управлению для минимизации возможных негативных последствий. В таблицах 6, 7 представлен анализ профессиональных рисков, выполненный на основе: ГОСТ 12.0.003-2015 [5, 6] и Приказа Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н [12].

Таблица 6 – Анализ профессиональных рисков

Краткое содержание технологического процесса	«Перечень выявленных опасных и /или вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 (ГОСТ 12.0.003-2015)» [12]	Оборудование на рабочем месте, создающее риски для работника
1	2	3
Установка ГМП на стенд, перемещение ГМП по участку	«движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования» [5] «острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования» [5] «динамические перегрузки, вызванные необходимостью перемещения грузов» [5] «раздражающие и токсические вещества, проникающие через кожу рук при контакте с поверхностью ГМП» [5]	Тележка транспортная, кран-балка подвесная
Обкатка на различных нагрузочных режимах, снятие значений контрольных параметров,	«движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования; повышенная температура рабочих поверхностей; отсутствие или недостаток естественного освещения» [5]	Испытательный стенд и его агрегаты, обкатываемая коробка, эксплуатационные жидкости
	«недостаточная освещенность рабочей зоны (места), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; статические перегрузки вызванные неудобной рабочей позой с, физические перегрузки вызванные стереотипностью повторяемых движений, динамические перегрузки, вызванные необходимостью перемещения грузов; раздражающие и токсические вещества, проникающие через кожу рук при контакте с поверхностью КП» [5] «Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, повышенная напряженность электростатического поля, повышенное значение напряжения в электросети» [5]	

Таблица 7 – Профессиональные риски при выполнении техпроцесса и способы борьбы с ними

Профессиональные риски (ОиВПФ)	Организационные мероприятия по снижению рисков	Средства защиты
1	2	4
«Статические нагрузки, связанные с рабочей позой» [5]	Организация перерывов, зарядка	–
«Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [5] «Перенапряжение зрительных анализаторов» [5]	«Оптимальная схема расположения оборудования, наличие источников искусственного освещения над рабочим местом, а также переносных у работников» [18] Своевременная замена ламп, соблюдение норм освещенности на рабочих местах Рациональная организация режима труда,	На рабочем столе оператора располагается лампа искусственного освещения
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [5] «Раздражающие и токсические вещества проникающие через органы дыхания» [5] «Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, повышенная напряженность электростатического поля, повышенное значение напряжения в электросети» [5]	«применение автоматических выключателей, отключающих оборудование в случае его поломки; монтаж оборудования строго по рекомендуемой схеме расстановки с соблюдением нормативных расстояний и проходов; заземление технологического оборудования; перемещение агрегатов между постами должно происходить с минимальной скоростью; наличие естественного освещения на постах через оконные проемы фонари в крыше здания; повышение квалификации работников не реже чем 1 раз в 3 года или чаще если того требует закупка на участок нового оборудования; инструктаж сотрудников на рабочих местах, а также проведения всех видов планового и внепланового инструктажа» [18] «размещение на участке предупреждающих знаков и табличек на видных местах, а также на корпусах технологического оборудования» [23]	Костюм «Слесарь автосервиса» Перчатки полимерные «Джонка Турбо» Очки защитные JACKSON SAFETY V10 Противошумные наушники РОСОМЗ СОМЗ-1

4.3 Пожарная и экологическая безопасность

«В таблице 8 приведена оценка уровня пожарной безопасности на участке, а также представлена информация о средствах, которые обеспечивают эту безопасность. В настоящее время действующие нормативные документы не предусматривают использование индивидуальных средств защиты для слесарей, занимающихся обслуживанием и ремонтом транспортных средств»[18].

Таблица 8 – Характеристика участка и принятые меры пожарной безопасности

Возможные источники пожара	Класс пожара	«Идентифицированные опасные факторы при возникновении пожара в подразделении» [12]	«Возможный сопутствующий ущерб при пожаре выбранного класса» [12]	Средства повышения пожарной безопасности
1	3	4	5	
Участки обкатки и ремонта агрегатов	класс А	«повышенная температура окружающей среды, тепловой поток, искры и пламя» [12]	«осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения» [12]	Асбестовая кошма 1,5 м х 2,0 м, 400 градусов (СПЕЦ ОГНКОШМА 1,5 х 2,0) Огнетушитель ОП-2 (3) АВСЕ Беспроводной датчик дыма для GS-115 REXANT GS-245 46-0245

Предложим типовой комплекс мероприятий по снижению негативного влияния техпроцесса на окружающую среду, зафиксируем данные в виде таблицы 9.

Таблица 9 – Перечень защитных мер

Сфера Земли	«Перечень мероприятий и правил повышения экологической безопасности в подразделении автосервиса по каждой целевой группе» [7]
1	2
Атмосфера	«Применение вытяжных катушек и зонтов для отсоса выхлопных газов при выполнении работ по испытанию восстановленных ДВС (местная вентиляция с удалением загрязненного воздуха посредством гибких воздухопроводов, непосредственно из мест загрязнения, вытяжные зонты размещаются непосредственно над испытуемым ДВС)» [21] Оборудование приточно-вытяжной вентиляции в цеху (общеобменная вентиляция с механическим удалением воздуха при помощи вентиляторов, расположенных на крыше помещения и в его стенах). Подбранное оборудование должно обеспечить воздухообмен кратностью от 20 до 40. Периодический контроль качества воздуха в помещении участка, своевременная замена фильтрующих элементов [21]
Гидросфера	непосредственного влияния обкаточного участка не выявлено
Литосфера	«В автосервисах образуются практически все отходы с 1 по 5 класс опасности. Правильный сбор и хранение таких отходов подразумевают принцип раздельного сбора. На предприятии должны иметься отдельные герметичные емкости (бочки) для хранения отработанного масла, антифриза, тормозной жидкости и т.д. Металлические отходы допускается складировать на специально выделенной площадке. Вывод отходов производится по специальному графику. Необходима своевременная актуализация паспортов отходов предприятия. Заключение долговременных подрядов на сбор и утилизацию отходов (использованные масляные фильтры, аккумуляторы, лампы, отработанные масла, изношенные покрышки, ветошь, растворители) с лицензированными организациями. Отходы не подлежащие переработке (мусор, изношенные тормозные колодки, некоторые виды фильтрующих элементов) ежемесячно вывозятся на спецполигоны для последующего захоронения» [23]

Выводы по разделу:

Было выявлено, что основными профессиональными рисками для слесарей, занимающихся обслуживанием и ремонтом автотранспорта, являются риски связанные с работой с механическими и электрическими устройствами, возможностью поражения электрическим током, травмами при работе с инструментами, а также рисками пожара и взрыва при работе с горючими материалами.

Для снижения данных рисков были предложены следующие меры:

1. Обеспечение слесарей необходимыми средствами индивидуальной защиты (защитные очки, перчатки, наушники, специальная одежда).

2. Проведение регулярных инструктажей по технике безопасности и охране труда.

3. Обеспечение оборудования и инструментов исправным и безопасным состоянием.

4. Соблюдение правил пожарной безопасности при работе с горючими материалами.

5. Проведение регулярных проверок и технического обслуживания оборудования.

Таким образом, применение данных мер позволит снизить вероятность возникновения профессиональных рисков и обеспечить безопасные условия труда для слесарей, занимающихся обслуживанием и ремонтом автотранспорта.

Заключение

В бакалаврской работе основное внимание уделено проектированию и конструированию стенда для обкатки ГМП автобусов, а также технологии выполнения работ на агрегатном участке.

Также были разработаны рекомендации по обеспечению безопасности труда на участке, включая необходимые средства индивидуальной защиты и правила техники безопасности. Были определены основные этапы и последовательность выполнения работ по ремонту агрегатов автобусов, а также предложены методы контроля качества выполненных работ.

В целом, выполнение первого раздела работы позволило создать базу для эффективного функционирования участка ремонта агрегатов автобусов, обеспечивая необходимый персонал, оборудование и технологические процессы. Дальнейшая работа будет направлена на оптимизацию производственных процессов, повышение качества работ и сокращение времени выполнения ремонтных работ.

Основной раздел нашей работы определен как "Конструкторский". В данной секции мы представляем техническую документацию, которая касается разработки стенда для обкатки гидромеханических коробок передач автобусов. На начальном этапе произведена оценка текущего уровня разработки и технического оснащения оборудования, а также рассмотрены доступные варианты для приобретения. Анализ "Циклограммы оборудования" помог выявить преимущества и недостатки имеющегося оборудования, что послужило основой для выбора базы для последующей конструкторской работы. Экспертно-графический анализ демонстрирует, что оборудование типа КС-02 обладает существенными преимуществами по сравнению с другими моделями стендов. При разработке собственной конструкции мы планируем использовать наилучшие доступные конструкторские решения, заимствованные из аналогичных стендов.

Техническое задание является основой для разработки технического

предложения, которое должно соответствовать требованиям заказчика, указанным в задании. В техническом предложении должны быть представлены все необходимые технические характеристики оборудования, его конструкция, материалы, сроки изготовления и доставки, а также стоимость.

Кроме того, в техническом предложении могут быть предложены дополнительные улучшения или оптимизации конструкции оборудования, которые могут повысить его эффективность или удобство использования.

Техническое задание и техническое предложение являются важными документами при заключении договора на поставку оборудования и должны быть взаимосогласованы между заказчиком и поставщиком.

«В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты. Основные сборочные чертежи оборудования и рабочие чертежи деталей входят в графическую часть проекта. Спецификация представлена на рисунках А.1, А.2 Приложения А.

В рамках работы проанализирована текущая технология ремонтных работ. Рассмотрены типовые конструктивные особенности ГМП автобусов, основные неисправности, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, а также методы поддержания идеального технического состояния подвески автомобилей»[25]. Составляется специализированная технологическая карта «Технологическая карта обкатки ГМП на стенд», описывающая последовательность технологических операций при выполнении ТО и ТР автомобилей. Использование разработанного оборудования позволило снизить общую трудоемкость работ по одному изделию до 107,5 человеко-минут.

Проанализированы профессиональные риски, воздействующие на слесаря по ремонту ТО и Р при выполнении работ по обкатке ГМП, представлены мероприятия по снижению рисков, выполненные на основе действующих нормативных документов, проведен анализ пожарной и

экологической безопасности объекта. Разработаны типовые меры безопасности при выполнении операций на спроектированном стенде.

Таким образом, в ходе работы спроектировано современное, простое в изготовлении и эксплуатации технологическое оборудование для обкатки ГМП не уступающее зарубежным аналогам.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автомобили. Технический сервис : учебное пособие / А. В. Кузьмин, С. Н. Шуханов, А. И. Мартыненко, В. Д. Коваливнич. – Иркутск : Иркутский ГАУ, 2015. – 191 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143172> (дата обращения: 29.03.2022). – Текст : электронный.
2. Атапин, В. Г. Основы конструирования : учебное пособие / В. Г. Атапин. – Новосибирск : НГТУ, 2021. – 182 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244337.html> (дата обращения: 10.04.2022). – ISBN 978-5-7782-4433-7. – Текст : электронный.
3. Андреева, Н. А. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : учебное пособие / Н. А. Андреева. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. – 180 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/145115> (дата обращения: 21.12.2021). – Текст : электронный.
4. Андреева, Н. А. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта : учебное пособие / Н. А. Андреева, А. В. Кудреватых, А. С. Ащеулов. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – 129 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/193886> (дата обращения: 18.02.2022). – ISBN 978-5-00137-226-4. – Текст : электронный.
5. Безопасность жизнедеятельности : электрон. учеб.-метод. пособие / И. Л. Шапорева, Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина, И. И. Рашоян. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 282 с. – URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8806> (дата обращения: 15.12.2021). – ISBN 978-5-8259-1276-9. – Текст : электронный.
6. Безопасность технологических процессов и оборудования : учебное пособие / Э. М. Люманов и др. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/205970> (дата обращения: 05.01.2022). – Текст : электронный.

7. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/628> (дата обращения: 24.03.2022). – ISBN 978-5-8114-1099-6. – Текст : электронный.
8. Богданов, А. Ф. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта : учебное пособие / А. Ф. Богданов, С. В. Урушев. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. – 118 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/66420> (дата обращения: 08.04.2022). – ISBN 978-5-7641-0694-6. – Текст : электронный.
9. Бычков, В. П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте : перевозки и автосервис : учебное пособие / В. П. Бычков. – Москва : Академический Проект, 2020. – 573 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829129050.html> (дата обращения: 08.04.2022). – ISBN 978-5-8291-2905-0. – Текст : электронный.
10. Ванцов, В. И. Типаж и эксплуатация технологического оборудования : учебное пособие / В. И. Ванцов, И. И. Кащеев ; составители И. И. Кащеев, И. И. , В. И. Ванцов. – Рязань : РГАТУ, 2019. – 229 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/137461> (дата обращения: 08.04.2022). – Текст : электронный.
11. Ветошкин, А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168903> (дата обращения: 25.11.2021). – ISBN 978-5-8114-2035-3. – Текст : электронный.
12. Горина, Л. Н. Раздел бакалаврской работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина. – Тольятти : ТГУ, 2021. – 41 с. – Текст : электронный.
13. Датчик крутящего момента T10F : сайт. – URL: <http://www.kwt.ru/catalog/torque/datchik-krutyashchego-momenta-t10f/> (дата обращения: 05.04.2022). – Текст : электронный.

14. Епишкин, В. Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей / В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец. – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2012. – 194 с. – URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/316> (дата обращения: 03.02.2022). – Текст : электронный.
15. Иванов, А. С. Типаж и эксплуатация технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / А. С. Иванов. — Пенза : ПГАУ, 2019. – 117 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131181> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.
16. Коваленко, Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебное пособие / Н. А. Коваленко. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. – 229 с. – URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/525206> (дата обращения: 24.03.2022). – ISBN 978-5-16-011446-0. – Текст : электронный.
17. Кощаева, О. В. Охрана труда на автотранспортных предприятиях : учебное пособие / О. В. Кощаева. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 179 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/196492> (дата обращения: 09.01.2022). – ISBN 978-5-907247-92-5. – Текст : электронный.
18. Лупанов, А. П. Ресурсосберегающие технологии на предприятиях дорожного хозяйства / А. П. Лупанов, В. В. Силкин. – М. : Издательство АСВ, 2016. – 256 с. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301819.html> (дата обращения: 16.03.2022). – ISBN 978-5-4323-0181-9. – Текст : электронный.
19. Магнитопорошковые динамометры серии РВ : сайт. – URL: https://www.magtrol.ru/catalog/test_motor/magntor_dynamometer.html (дата обращения: 05.04.2022). – Текст : электронный.
20. Малкин, В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электрон. учеб.-метод. пособие / В. С. Малкин. – Тольятти : ТГУ, 2019. – 62 с. : ил. - Прил. :

с. 54-62. – URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8846> (дата обращения: 05.03.2022). – Режим доступа: Репозиторий ТГУ. – ISBN 978-5-8259-1379-7. – Текст : электронный.

21. Малкин, В. С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин. – Тольятти : ТГУ, 2016. – 451 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/139784> (дата обращения: 05.03.2022). – ISBN 978-5-8259-0951-6. – Текст : электронный.

22. Мишин, М. М. Проектирование предприятий технического сервиса : учебно-методическое пособие / М. М. Мишин, П. П. Кузнецов. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2008. – 24 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/47180> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст : электронный.

23. Ресурсосбережение при проведении технического обслуживания : учебное пособие / С. В. Бедоева, Д. А. Салатова, З. И. Магомедова [и др.]. – Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2019. – 93 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/117754> (дата обращения: 04.01.2022). – Текст : электронный.

24. Руководство по эксплуатации. КС-02 – URL: <http://kamaregion.ru/instrukcii/pasportstenda-077-2.pdf> (дата обращения: 25.03.2022). – Текст : электронный.

25. Смирнов, Ю. А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов / Ю. А. Смирнов. – 1-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 236 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/202997> (дата обращения: 18.04.2022). – ISBN 978-5-8114-9713-3. – Текст : электронный.

26. Техсправочник. Гидромеханическая передача мод. D851.3E : сайт. – URL: <http://kama-avtodetal.ru/tehspravochnik/agregaty-transmissii-avtomobilya-kamaz/gidromehhanicheskaya-peredacha-mod-D-851ze/> (дата обращения: 17.04.2022). – Текст : электронный.

27. Трофимов, Б. С. Производственно-техническая инфраструктура автотранспортного предприятия: общие положения и типовые решения : учебно-методическое пособие / Б. С. Трофимов, Н. Г. Певнев. – Омск : СибАДИ, 2021. – 56 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/192321> (дата обращения: 02.01.2022). – ISBN 978-5-00113-179-3. – Текст : электронный.

28. Шестернинов, А. В. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования : учебное пособие / А. В. Шестернинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2018. – 167 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165081> (дата обращения: 22.01.2022). – ISBN 978-5-9795-1837-4. – Текст : электронный.

29. Шиловский, В. Н. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования : учебное пособие / В. Н. Шиловский, А. В. Питухин, В. М. Костюкевич. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 240 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206006> (дата обращения: 28.04.2022). – ISBN 978-5-8114-3279-0. – Текст : электронный.

30. Юнусов, Г. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование : учебное пособие / Г. С. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 160 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/167904> (дата обращения: 08.02.2022). – ISBN 978-5-8114-1216-7. – Текст : электронный.

Приложение А

Спецификация на оборудование

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.			Документация		
	A1	24.БР.ПЭА.252.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3	
	A4	24.БР.ПЭА.252.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
			Сборочные единицы		
Сред.	1	24.БР.ПЭА.252.61.01.000.СБ	Рама	1	
	2	24.БР.ПЭА.252.61.02.000.СБ	Кронштейн крепления коробки передач	1	
	3	24.БР.ПЭА.252.61.03.000.СБ	Карданный вал автобуса ЛиАЗ в сборе	1	
	4	24.БР.ПЭА.252.61.04.000.СБ	Магнитопорошковый динамометр-тормоз 4 РВ 15	1	
	5	24.БР.ПЭА.252.61.05.000.СБ	Опора виброизолирующая ОВ-31	8	
	6	24.БР.ПЭА.252.61.06.000.СБ	Фланец соединительный	1	
	7	24.БР.ПЭА.252.61.07.000.СБ	Площадка опорная	1	
	8	24.БР.ПЭА.252.61.08.000.СБ	Полумуфта соединительная двухфланцевая	1	
	9	24.БР.ПЭА.252.61.09.000.СБ	Полумуфта соединительная	1	
	10	24.БР.ПЭА.252.61.10.000.СБ	Полумуфта соединительная	1	
	Взят. инв.	11	24.БР.ПЭА.252.61.00.011	Детали Ступица демпфера крутильных колебаний	
24.БР.ПЭА.252.61.00.000.СБ					
Изм./Лист		Гл.вкл.	Подп.	Дата	
Разраб.	Модин В.Ю.				
Проб.	Прокопьев М.В.				
Т.контр.	Прокопьев М.В.				
Н.контр.	Прокопьев М.В.				
Утв.	Бабровский А.В.				
				Лит. Лист Листов БР 1 1 2	
				ТГУ. ИМ. Каф ПЭА, гр. ЭТКдп-1902дс	
				Копировал Формат А4	

Рисунок А.1 – Первый лист спецификации на стенд для обкатки ГМП

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		12		Шпонка 18 x 11 x 90 ГОСТ 23360-78	1	
		13		Шпонка 12 x 8 x 45 ГОСТ 23360-78	1	
		14		Винт М12 x 50 ГОСТ 11738-84	8	
		15		Шайба 8 Н ГОСТ 6402-70	8	
		16		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	8	
		17		Винт М12 x 20 ГОСТ 11738-84	8	
		18		Болт М6 x 25 ГОСТ 7798-70	8	
		19		Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70	8	
		20		Гайка М6 ГОСТ 5915-70	8	
		21		Шайба 6 ГОСТ 11371-78	8	
		22		Болт М8 x 40 ГОСТ 7798-70	12	
		23		Шайба 8 Н ГОСТ 6402-70	12	
		24		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	12	
		25		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	12	
		26		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	4	
		27		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	4	
		28		Шайба выравнивающая	10	
		29		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	12	
		30		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	12	
		31		Болт М8 x 25 ГОСТ 7798-70	2	
		32		Шайба 8 Н ГОСТ 6402-70	2	
		33		Гайка М8 ГОСТ 5915-70	2	
		34		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	2	
		35		Манометр	1	
		36		Двигатель асинхронный 2 380 В, 50 Гц, М2081 Южэлектромаш	1	
И-в. <input type="checkbox"/> Подл. <input type="checkbox"/>	Взам. ин-в. <input type="checkbox"/> Ин-в. <input type="checkbox"/>					
Подл. <input type="checkbox"/>	Подл. <input type="checkbox"/>					
			Прокатьев Модун			
Изм. <input type="checkbox"/>	Лист <input type="checkbox"/>		Сл.в.к.м. <input type="checkbox"/>	Подл. <input type="checkbox"/>	Дата <input type="checkbox"/>	24.БР.ПЭА.252.6100.000.СБ
						Лист 2
				Копировал	Формат	А4

Рисунок А.2 – Второй лист спецификации на стенд для обкатки ГМП