

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 Стенд обкатки КП грузовых автомобилей

Обучающийся

С.М. Кисель

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук Л.А. Угарова

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

Консультант

канд. техн. наук, доцент Л.Л. Чумаков

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

Тольятти 2025

Аннотация

В данной работе рассматривается проектирование и разработка стенда обкатки коробки передач (КП) грузовых автомобилей. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения надежности и долговечности трансмиссионных систем грузового транспорта, а также важностью оптимизации процессов их испытаний. В ходе исследования были проанализированы существующие методы обкатки КП, выявлены их недостатки и предложены современные подходы к организации данного процесса.

Проект состоит из следующих разделов: введение, пять глав, графическая часть ВКР представлена на семи листах формата А1.

Работа включает в себя описание конструкции стенда, его функциональных возможностей и технологических процессов обкатки. Рассматриваются используемые материалы, оборудование и технологии, а также проводятся расчеты производительности стенда. В частности, уделяется внимание вопросам управления процессом обкатки, мониторинга параметров работы КП и автоматизации тестирования.

Описаны также экспериментальные испытания, проведенные на разработанном стенде, и их результаты, подтверждающие эффективность предложенной конструкции и методики. Финишный этап работы включает в себя обсуждение экономической целесообразности внедрения стенда в производственный процесс, а также рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии обкатки.

Полученные результаты могут быть полезны как для специалистов в области автомобилестроения, так и для предприятий, занимающихся производством и ремонтом трансмиссий. Работа предполагает возможные пути для дальнейших исследований и развития данной области, что подчеркивает важность и перспективность выбранной темы. [9]

Содержание

Введение	4
1 Основание и развитие проекта	6
1.1 Анализ аналогов стендов обкатки КП грузовых автомобилей	6
1.2 Описание процесса обкатки коробок передач на стенде	8
1.3 Признаки неисправности коробок передач	10
2 Технический проект АТП.....	13
2.1 Техничко-экономическое обоснование проекта	13
2.2 Технологический расчет АТП	15
2.3 Расчет производственных подразделений	19
2.4 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений	23
2.5 Определение площади зоны хранения автомобилей	24
3 Разработка конструкции	27
3.1 Техническое задание.....	27
3.2 Техническое предложение	34
3.3 Конструкция устройства	37
3.4 Руководство по эксплуатации.....	42
4 Технологический процесс диагностирования	45
4.1 Принцип действия стенда	45
4.2 Порядок работы стенда при проведении испытаний	46
4.3 Испытания КПП на эффективность	48
5 Безопасность и экологичность технического объекта	50
5.1 Конструктивная и технологическая характеристика объекта	50
5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	54
6 Экономическая эффективность проекта.....	57
6.1 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции	60
Заключение	63
Список используемых источников	64
Приложение А Спецификация	67

Введение

Современный автомобильный транспорт играет важную роль в экономике и социальной жизни общества. Грузовые автомобили, как основное средство перевозки товаров, должны обеспечивать высокую надёжность, безопасность и эффективность работы. Для достижения этих характеристик требуется осуществление систематического контроля качества и технического состояния автомобиля на всех этапах его эксплуатации, начиная с производства и заканчивая обслуживанием на протяжении всего срока службы.

Одним из ключевых этапов оценки эксплуатационных характеристик грузовых автомобилей является обкатка их трансмиссий. Стенд обкатки коробок передач (КП) позволяет провести необходимые испытания и определить их работоспособность в различных режимах. Стенды обкатки представляют собой специализированные оборудования, на которых осуществляется имитация реальных условий эксплуатации. Это позволяет выявить потенциальные недостатки и проблемы в работе трансмиссий до того, как автомобили выйдут на дороги, что особенно важно в условиях высоких нагрузок и разнообразия маршрутов. [21]

В этой работе будет рассмотрена конструкция, принципы работы и технические характеристики стенда обкатки коробок передач для грузовых автомобилей. Также будет проанализирован процесс его создания и внедрения в производственный цикл, что позволит оценить его влияние на качество выпускаемой продукции и снижение эксплуатационных рисков, связанных с поломками трансмиссий.

Кроме того, в данной работе будет проведено сравнение существующих технологий обкатки, рассмотрены новые методы и разработки в этой области. Это позволит выделить перспективные направления для дальнейшего совершенствования стендов обкатки и их интеграции в процесс производства и обслуживания грузовых автомобилей. В результате, эффективная работа стендов позволит существенно повысить качество и надёжность трансмиссий,

что, в свою очередь, снизит затраты на обслуживание и ремонты, а также повысит безопасность дорожного движения.

Таким образом, цель данной работы заключается в комплексном изучении стэнда обкатки коробок передач грузовых автомобилей, его роли в процессе обеспечения техники надлежащими эксплуатационными характеристиками, а также в исследовании возможностей его улучшения и модернизации в соответствии с современными требованиями и технологиями.

«Компактность и комфортабельность – важные свойства автомобиля – находятся в обратной зависимости между собой, что вызывает необходимость рассматривать их во взаимосвязи. Автомобили с минимальными размерами обычно не обеспечивают необходимой комфортабельности, поэтому приходится увеличивать размеры салона и, соответственно автомобиля.

Известно, что дорожные испытания в большей мере приближены к реальным условиям эксплуатации, их результаты отражают реальное поведение шин на дороге, соответствующей данному участку. Следует отметить, что точность измерений в дорожных испытаниях обычно несколько ниже, чем в лабораторных. Поэтому в процессе исследований характеристик шин проводят как дорожные, так и лабораторные испытания. Для дорожных испытаний может быть использован шинный тестер и тензометрическая платформа.»[1]

1 Основание и развитие проекта

1.1 Анализ аналогов стендов обкатки КП грузовых автомобилей

Стенды обкатки коробок передач (КП) грузовых автомобилей являются неотъемлемой частью процесса их тестирования и регулировки. Они служат основным инструментом для проверки работоспособности КП, определения её характеристик и выявления возможных дефектов. Анализ существующих аналогов позволяет выделить основные тенденции в данной области и определить направления для разработки более эффективных решений.

Основные типы стендов

Существуют различные типы стендов обкатки КП, которые могут различаться по архитектуре, принципам работы и функционалу. В основном они можно условно классифицировать на следующие категории: [19]

- Стенды с реверсивным приводом. Эти системы позволяют тестировать коробки передач в обоих направлениях, что важно для проверки их работы в различных условиях. Примеры таких стендов можно найти у компаний, занимающихся производством и ремонтом КП;

- Стенды с имитацией динамических условий. Такие стенды оборудованы системами, которые позволяют имитировать реальные условия эксплуатации КП. Это может включать в себя изменения нагрузки, скорость вращения и температуру, что позволяет получить более точные данные о работе коробки;

- Автоматизированные стенды. Эти устройства используют современное программное обеспечение для управления процессами тестирования и сбора данных. Это значительно упрощает анализ результатов и позволяет более точно настраивать КП;

- Стенды для специализированных КП. Некоторые компании разрабатывают стенды, предназначенные для тестирования конкретных типов КП, например, для грузовых автомобилей с высокой грузоподъемностью или специализированных машин.

Анализ существующих предложений

На рынке можно наблюдать ряд компаний, предлагающих стенды обкатки КП. К числу наиболее известных можно отнести:

- Компания А. Производит автоматизированные стенды с возможностью имитации реальных условий. Их продукция отличается высокой точностью и возможностью интеграции с другими системами;

- Компания В. Специализируется на разработке стендов для определенных марок автомобилей, что позволяет клиентам приобрести специализированные решения, не затрачивая времени на настраивание;

- Компания С. Предлагает более доступные решения с реверсивным приводом, что делает их особенно привлекательными для небольших СТО и ремонтных мастерских.

Каждая из этих компаний имеет свои сильные и слабые стороны, что позволяет клиентам выбирать наиболее подходящие решения в зависимости от своих потребностей и бюджета. [11]

Тенденции и инновации

Современные тенденции в области стендов обкатки КП грузовых автомобилей включают в себя:

- Увеличение автоматизации. Автоматизация процессов тестирования позволяет добиться большей надежности и уменьшает человеческий фактор. Системы сбора и обработки данных становятся всё более сложными и многогранными;

- Интеграция с системами диагностики. Многие новые стенды включают в себя функции для диагностики потенциальных проблем прямо во время тестирования, что позволяет ускорить процесс выявления неисправностей;

- Энергоэффективность и экология. С учетом современного тренда на энергоэффективность, некоторые производители разрабатывают стенды, которые потребляют минимальное количество ресурсов;

- Гибкость и модульность. Современные стенды становятся более гибкими, позволяя настраивать их для тестирования различных моделей КП, что делает их более универсальными.

1.2 Описание процесса обкатки коробок передач на стенде

Обкатка коробок передач является важным этапом подготовки трансмиссий к эксплуатации. Этот процесс позволяет выявить возможные дефекты и недочеты перед установкой коробки на автомобиль, а также гарантирует ее надежную работу в дальнейшем. Обкатка осуществляется на специальных стендах, которые обеспечивают контроль за процессом и создание реальных условий эксплуатации. [20]

Подготовка оборудования

Перед началом обкатки необходимо подготовить стенд и коробку передач. Оборудование должно быть исправным и соответствовать техническим требованиям. Основные этапы подготовки включают:

- Проверка стенда. Убедиться в исправности всех агрегатов стенда: мотор, муфта, контрольно-измерительные приборы, системы охлаждения и смазки;

- Подключение коробки передач. Установить коробку на стенд, подключив все необходимые системы. Основное внимание следует уделить соединениям для подачи масла и подсоединению электронных компонентов, если они есть;

-Заполнение масла. Провести заполнение коробки передач трансмиссионным маслом, соответствующим рекомендациям производителя. Должно быть проверено его уровень и отсутствие загрязнений;

- Настройка параметров. Настроить стенд на режимы работы, которые будут имитировать различные условия эксплуатации. Это включает настройку частоты вращения, нагрузки и температуры;

- Процесс обкатки. Обкатка коробки передач осуществляется в несколько этапов, каждый из которых имеет свои цели и задачи.

Необходимо понимать устройство данного механизма, показанного на рисунке 1.

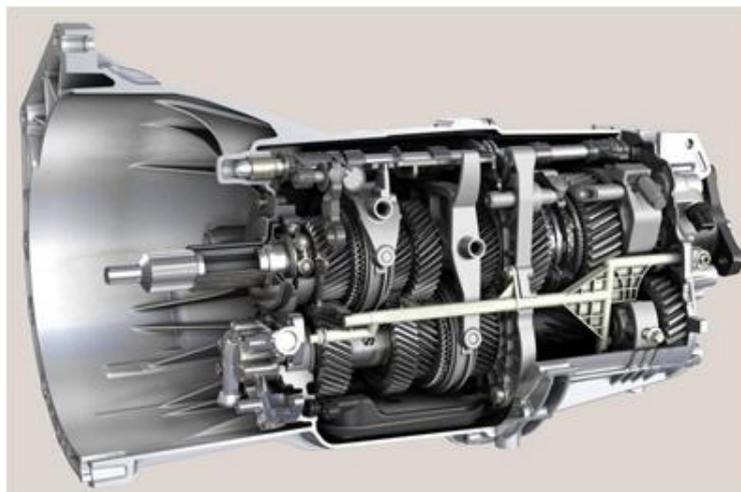


Рисунок 1 –Схема коробки передач

1. Первоначальная проверка

На этом этапе производят запуск стенда без нагрузки. Это позволяет убедиться в том, что коробка работает корректно, нет посторонних звуков или вибраций. Оценивается плавность переключений и отсутствие утечек масла. Продолжительность этого этапа составляет примерно 15–20 минут.

2. Обкатка под нагрузкой

После успешного завершения первоначальной проверки начинается обкатка под нагрузкой. Этот процесс включает в себя:

- Постепенное увеличение нагрузки на коробку, начиная с минимальных значений и доводя до максимальных;
- Циклическое переключение передач, что позволяет проверить работу синхронизаторов и прилегания шестерен;
- Мониторинг температуры масла и состояния коробки. При повышении температуры выше допустимого предела обкатка должна быть приостановлена.

Обкатка под нагрузкой обычно длится от 2 до 4 часов. В процессе необходимо регулярно проверять давление масла и прослушивать работу коробки.

3. Оценка результатов обкатки

По завершении обкатки следует произвести детальную проверку коробки. Основные проверки включают:

- Визуальный осмотр на предмет утечек масла и механических повреждений;
- Проверка уровней масла и выявление возможного загрязнения;
- Оценка изменений в звуковом сопровождении и вибрации при работе.

4. Тестирование в различных режимах работы

На этом этапе проводятся дополнительные тесты для проверки работы коробки в разных режимах: от спокойной городской езды до агрессивного вождения. Нужно удостовериться, что коробка остается стабильной и надежной в любых условиях.[9]

1.3 Признаки неисправности коробок передач

Неисправности коробки передач могут проявляться различными признаками, и их своевременное выявление поможет избежать серьезных проблем с трансмиссией. Вот некоторые основные признаки неисправности коробки передач:

- Шумы при переключении передач. Удары, гудение или свист при переключении передач могут свидетельствовать о повреждении шестерен или подшипников.

- Проблемы со сцеплением. Если сцепление проскальзывает или трудно включается, это может указывать на износ диска сцепления или проблемы с гидравлической системой.

- Проблемы с переключением передач. Трудности или заедания при переключении передач могут быть признаком износа механизмов или недостатка трансмиссионной жидкости.

- Вибрации. Посторонние вибрации при движении могут указывать на проблемы с подшипниками или неправильной установкой привода.

- Протечки жидкости. Появление лужи трансмиссионной жидкости под автомобилем может свидетельствовать о повреждении сальников или корпуса коробки.

- Ошибки или предупреждения на панели приборов. Включение индикатора проверки двигателя или других предупреждающих сигналов может указывать на проблемы с электроникой трансмиссии.

- Необычные запахи. Запах горелого масла может указывать на перегрев коробки передач или другие проблемы с трансмиссией.

- Задержка при переключении. Пауза или замедление при переключении передач может быть признаком неисправной гидравлической системы или износа фрикционных дисков. [33]

«Стенд для проверки коробок передач, представленный на рисунке 2, содержит основание с закрепленными на нем продольными направляющими, нагрузочное устройство и соединительное устройство.

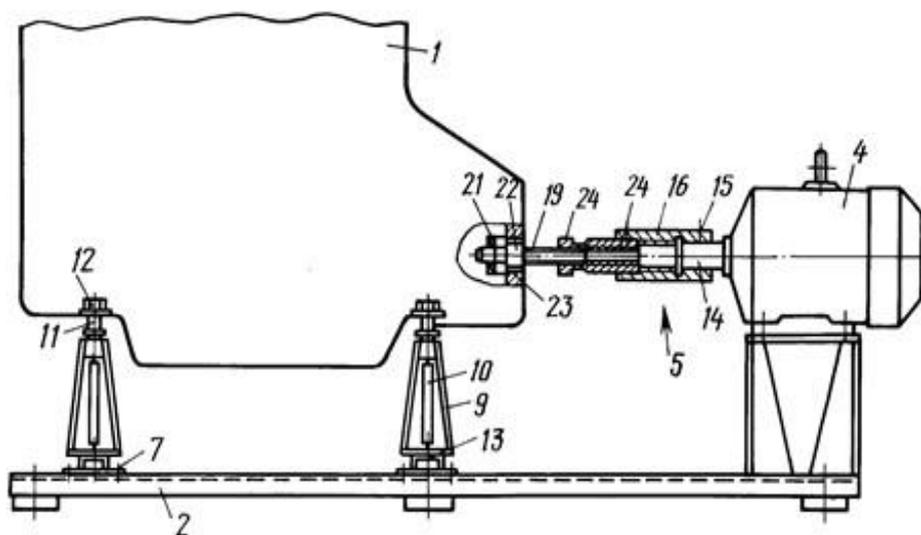


Рисунок 2 – Объект исследования»[1]

Если имеется один или несколько из этих признаков, рекомендуется обратиться к квалифицированному специалисту для диагностики и устранения

проблемы. Своевременное обращение к механику может предотвратить более серьезные повреждения и расходы на ремонт.[15]

Вывод:

Анализ существующих аналогов стендов обкатки КП грузовых автомобилей показывает, что на рынке существует много различных предложений, каждый из которых обладает как своими преимуществами, так и недостатками. Основные тенденции, такие как автоматизация, интеграция с системами диагностики и повышение энергоэффективности, подчеркивают стремление производителей к улучшению своих продуктов. Разработка новых моделей стендов должна учитывать эти тенденции, повышая эффективность и надежность тестирования коробок передач, что, в конечном итоге, приведет к улучшению качества грузовых автомобилей и безопасности на дороге.[29]

Обкатка коробок передач на стенде является критически важным процессом для обеспечения надежности и долговечности трансмиссий. Правильная организация и проведение обкатки помогают выявить и устранить потенциальные проблемы, что в свою очередь минимизирует риск поломок в дороге. Качественная обкатка способствует повышению уровня безопасности автомобиля, гарантируя оптимальную работу всех его систем.

2 Технический проект АТП

2.1 Технико-экономическое обоснование проекта

Расчет грузового автотранспортного предприятия (АТП) на 120 автомобилей. Создание грузового автотранспортного предприятия (АТП) — это серьезный шаг в области логистики, который требует тщательного анализа и обоснования. Данное технико-экономическое обоснование проекта включает в себя оценку потребностей рынка, планирование ресурсов, финансовые расчеты и прогнозирование доходов.

2.1.1 Анализ рынка

Потребности в грузоперевозках. В последние годы наблюдается рост объемов грузоперевозок, что связано с увеличением бизнеса в различных отраслях (торговля, промышленность, сельское хозяйство). Грузовое АТП может занять свою нишу, предоставляя услуги транспортировки для небольших и средних компаний, а также крупных клиентов.

Основными конкурентами являются существующие АТП, логистические компании и частные перевозчики. Для успешной конкуренции необходимо предложить конкурентоспособные цены, высокий уровень обслуживания и надежность.

2.1.2. Техническое обоснование

Выбор автопарка. Для грузового АТП планируется приобрести 120 автомобилей. Предпочтительно использовать автомобили грузоподъемностью от 5 до 20 тонн, что позволяет охватить различные сегменты рынка:

- Модель 1 (10 тонн) - 60 автомобилей;
- Модель 2 (15 тонн) - 30 автомобилей;
- Модель 3 (20 тонн) - 30 автомобилей.

Технические характеристики автомобилей. Каждая модель будет соответствовать современным требованиям по экологичности и экономичности. Также необходимо учитывать наличие системы GPS для мониторинга маршрутов и оптимизации затрат.

2.1.3 Организационная структура АТП

Структура управления:

- Генеральный директор;
- Финансовый директор;
- Директор по логистике
- Начальник диспетчерской службы;
- Менеджеры по работе с клиентами.

Для функционирования АТП потребуется квалифицированный персонал, включая водителей, механиков и диспетчеров. Планируется нанять 150 человек.

2.1.4 Финансовое обоснование

Начальные инвестиции:

- Приобретение автопарка: 120 автомобилей (начальная цена автомобиля);
- Оборудование (ремонтная мастерская, офис): ~ 15% от общей стоимости автопарка;
- Оформление документов и лицензий: ~ 5% от общей стоимости автопарка.

Операционные расходы:

- Заработная плата персонала;
- Топливо и техническое обслуживание автомобилей;
- Страхование;
- Расходы на рекламу и маркетинг.

Прогноз доходов. Предполагается, что выручка от перевозок составит ~ 10% от общего объема перевозок на рынке в регионе. Ожидается, что в первый год работы рентабельность составит ~ 15-20%.

2.1.5 Оценка рисков

Основные риски включают:

- Изменения в законодательстве;
- Колебания цен на топливо;

- Конкуренция со стороны более крупных игроков.

Для минимизации рисков необходимо проводить регулярный мониторинг рынка и гибко реагировать на изменения.

Создание грузового автотранспортного предприятия на 120 автомобилей является перспективным проектом, учитывающим современную потребность в грузоперевозках. При наличии должного управления и эффективных финансовых стратегий проект имеет все шансы на успешное развитие, обеспечивая стабильные доходы и высокий уровень обслуживания клиентов. [24]

2.2 Технологический расчет АТП

2.2.1 Исходные данные

«Тип предприятия – грузовое.

Количество обслуживаемых автомобилей – 120

Модель автомобилей – КамАЗ-65115.

Грузоподъемность – 14 т.

Габаритные размеры автомобилей: длина – $A = 7,4$ м, ширина – $B = 2,5$ м.

Пробег с начала эксплуатации $L_{НЭ} = 45000$ км.

Среднесуточный пробег - $L_{СС} = 160$ км.

Категория условий эксплуатации – III.

Природно-климатический район – умеренный.

Количество дней работы в году - $D_{раб} = 305$.

Режим работ – 1 смена.

Нормативные периодичности до ТО-1, ТО-2 и капитального ремонта:

$L_{Н1} = 4000$ км.

$L_{Н2} = 12000$ км.

$L_{крн} = 300000$ км».[10]

2.2.2 «Расчет производственной программы по ТО и Р

Произведем расчет производственной программы по количеству ЕО, ТО-1, ТО-2, Д1, Д2 и капитальных ремонтов.

Корректирование норм пробега до ТО-1, ТО-2 и капитального ремонта.

Периодичности ТО-1 и ТО-2: »[10]

$$L_1 = L_{H1} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (1)$$

$$L_2 = L_{H2} \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (2)$$

где $K_1 = 0,8$ - «коэффициент корректировки нормативов периодичности ТО в зависимости от категории условий эксплуатации (табл. 1).

$K_3 = 1$ - коэффициент корректировки нормативов в зависимости от природно-климатических условий (табл.1). [19]

Пробег автомобиля до капитального ремонта:

$$L_1 = L_{H1} \cdot K_1 \cdot K_3 \text{ км.} \quad (3)$$

где $K_1 = 0,8$ - коэффициент корректирования пробега до списания в» [12] зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы «(таблица 1).

Согласно положению, пробег автомобиля до ТО-1 должен быть кратен среднесуточному пробегу, пробег до ТО-2 кратен пробегу до ТО-1, пробег до капитального ремонта – кратен пробегу до ТО-2. Поэтому пробеги до ТО-1, ТО-2 и капитального ремонта подлежат корректировке:

$$L_1 = L_{cc} \cdot 40 \text{ км.} \quad (4)$$

$$L_2 = L_1 \cdot 3 \text{ км.} \quad (5)$$

$$L_{KP} = L_2 \cdot 21 \text{ км.} \quad (6)$$

Расчет производственной программы.

Для расчета используют методику, основанную на цикле.

Цикл – пробег автомобиля до капитального ремонта.

Количество обслуживаний 1 автомобиля за цикл:

$$N_{KP} = \frac{L_{ц}}{L_{KP}} = 1 \text{ - количество капитальных ремонтов.} \quad (7)$$

где $L_{ц} = L_{KP}$ - пробег автомобиля за цикл.

$$N_2 = \frac{L_{II}}{L_2} - N_{\text{кр}} - \text{количество ТО-2.} \quad (8)$$

$$N_1 = \frac{L_{II}}{L_1} - (N_2 + N_{\text{кр}}) - \text{количество ТО-1.} \quad (9)$$

Переводной коэффициент от числа обслуживаний за цикл к годовому числу: »[10]

$$\eta_z = -\frac{D_{z\text{эз}}}{D_{ц\text{эз}}} = \frac{D_{zu}}{D_{ц\text{эз}}} \cdot \alpha_T \quad (10)$$

«где $D_{z\text{эз}}$ - число дней в году, когда автомобиль годен к эксплуатации.

$D_{ц\text{эз}}$ - число дней за цикл, когда автомобиль годен к эксплуатации.

$$D_{\text{шрз}} = \frac{L_{II}}{L_{\text{св}}} \text{ дней.} \quad (11)$$

$D_{zu} = 305$ - число рабочих дней автомобиля за год (включая дни работы на линии и дни простоя в ремонте).

α_T - коэффициент технической готовности:

$$\alpha_T = -\frac{1}{1 + L_{\text{св}} \frac{d}{1000}} \quad (12)$$

где d - общий простой автомобиля в ТО и ТР, дн/1000 км.

$$d = -d_{\text{ТО}} \cdot K_{\text{ТО}} + d_{\text{ТР}} \cdot K_{\text{ТР}}, \text{ дн/1000 км.} \quad (13)$$

где $d_{\text{ТО}}$ - простой одного автомобиля в ТО, дн/1000 км;

$d_{\text{ТР}}$ - простой одного автомобиля в текущем ремонте, дн/1000 км;

$K_{\text{ТО}} = 0,7$ и $K_{\text{ТР}} = 0,7$ - коэффициенты использования сменного, т.е. рабочего для автомобиля времени, отдельно для ТО и ТР.

$$d_{\text{ТО,ТР}} = d_H \cdot K_4 = 0,53 \cdot 0,4 = 0,212 \text{ дн/1000 км.} \quad (14)$$

$d_H = 0,53$ - нормативный удельный простой автомобиля в ТО-2 и ТР на 1000 км пробега;

$K_4 = 0,4$ - коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала эксплуатации. [12]

Количество обслуживаний одного автомобиля за год:

$$N_{\text{Гкр}} = N_{\text{кр}} \cdot \eta_z \quad (15)$$

$$N_{\text{Г2}} = N_2 \cdot \eta_z \quad (16)$$

$$N_{Г1} = N_1 \cdot \eta_2 \quad (17)$$

Годовая производственная программа по группе автомобилей: »[10]

$$\sum N_{КР} = N_{ГКР} \cdot A_{И} \quad (18)$$

$$\sum N_2 = N_{Г2} \cdot A_{И} \quad (19)$$

$$\sum N_1 = N_{Г1} \cdot A_{И} \quad (20)$$

«Суточная программа по техническому обслуживанию:

$$N_{С2} = \frac{\sum N_2}{D_{раб}} \quad (21)$$

$$N_{С1} = \frac{\sum N_1}{D_{раб}} \quad (22)$$

Согласно положению, Д1 проводится перед ТО-1, после ТО-2, перед или после ТР, поэтому годовая производственная программа по Д1 определяется:

$$N_{ГД1} = \sum N_1 + \sum N_2 + N_{ГТРД1} \quad (23)$$

где $N_{ГТРД1}$ - годовая программа диагностирования на постах Д1 до или после ТР. [17]

$$N_{ГТРД1} = 0,1 \cdot \sum N_1 \quad (24)$$

Диагностирование Д2 проводится перед ТО-2 и до или после ТР:

$$N_{ГД2} = \sum N_2 + N_{ГТРД2} \quad (25)$$

где $N_{ГТРД2}$ - годовая программа Д2 до или после ТР.

$$N_{ГТРД2} = 0,2 \cdot \sum N_2 \quad (26)$$

Суточная программа по диагностированию:

$$N_{СД1} = \frac{N_{ГД1}}{D_{раб}} \quad (27)$$

$$N_{СД2} = \frac{N_{ГД2}}{D_{раб}} \quad (28)$$

Годовая программа моек автомобилей косметических и углубленных рассчитывается в соответствии с количеством ТО и ТР в условиях обслуживания автомобилей в АТП:

$$N_{ГМ} = 1,6 \cdot (\sum N_1 + \sum N_2) \quad (29)$$

Суточная программа моек автомобилей:

$$N_{CM} = \frac{N_{GM}}{D_{раб}} \quad (30)$$

Определение годовых объемов трудоемкостей по ТО и ТР: »[10]

$$T_{EO} = N_{GM} \cdot t_{EO} \text{ чел.-ч.} \quad (31)$$

$$T_1 = \sum N_1 \cdot t_1 \text{ чел.-ч.} \quad (32)$$

$$T_2 = \sum N_2 \cdot t_2 \text{ чел.-ч.} \quad (33)$$

$$T_{TP} = \frac{L_{cc} \cdot D_{раб} \cdot \alpha_T \cdot t_{TP} \cdot A_u}{1000} \text{ чел.-ч.} \quad (34)$$

«Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия:

$$T_C = (T_{EO} + T_1 + T_2 + T_{TP}) \cdot K_C \text{ чел.-ч.} \quad (35)$$

где: $K_C = 0,15$ - коэффициент самообслуживания (при количестве автомобилей от 100 до 200).

2.3 Расчет производственных подразделений

2.3.1 Участок ТО

Предназначен для выполнения комплекса профилактических работ, направленных на предупреждение отказов и неисправностей и поддержание автомобиля в технически исправном состоянии. [27]

Т.к. диагностирование выполняется на специализированных постах, то годовые объемы работ по ТО-1 и ТО-2 необходимо скорректировать:

$$T'_1 = T_1 - T_{1Д} \text{ чел.-ч.} \quad (36)$$

$$T'_2 = T_2 - T_{2Д} - T_{ОГД} \text{ чел.-ч.} \quad (37)$$

где: $T_{ОГД}$ - годовой объем работ ТО-2 в отделениях.

Трудоемкость обслуживания одного автомобиля:

$$t'_1 = \frac{T'_1}{\sum N_1} \text{ чел.-ч.} \quad (38)$$

$$t'_2 = \frac{T'_2}{\sum N_2} \text{ чел.-ч.} \quad (39)$$

Т.к. расчетная суточная программа по ТО-1 меньше 12 (7,6) обл/сут , а расчетная суточная программа по ТО-2 составляет 3,6 обл./сут., то ТО проводится на тупиковых постах. »[1]

Такт поста ТО:

$$\tau_{\text{ТО1}} = \frac{t'_1 \cdot 60}{P_{\text{ТО1}}} + t_{\text{П}} \text{ мин.} \quad (40)$$

$$\tau_{\text{ТО2}} = \frac{t'_2 \cdot 60}{P_{\text{ТО2}}} + t_{\text{П}} \text{ мин.} \quad (41)$$

Ритм производства:

$$R_{\text{ТО1}} = \frac{T_{\text{ОБ}} \cdot 60}{N_{\text{С1}}} \text{ «мин.} \quad (42)$$

$$R_{\text{ТО2}} = \frac{T_{\text{ОБ}} \cdot 60}{N_{\text{С2}}} \text{ мин.} \quad (43)$$

Число постов ТО-1 и ТО-2:

$$X_{\text{ТО1}} = \frac{\tau_{\text{ТО1}}}{R_{\text{ТО1}} \cdot \eta_{\text{М}}} \quad (44)$$

$$X_{\text{ТО2}} = \frac{\tau_{\text{ТО2}}}{R_{\text{ТО2}} \cdot \eta_{\text{М}}} \quad (45)$$

Число рабочих:

$$P_{\text{штТО1}} = \frac{T'_1}{\Phi_{\text{ПР}}} \text{ чел. – штатное количество рабочих} \quad (46)$$

$$P_{\text{явТО1}} = P_{\text{штТО1}} \cdot \eta_{\text{ум}} \text{ чел. – явочное количество рабочих} \quad (47)$$

$$P_{\text{штТО2}} = \frac{T'_2}{\Phi_{\text{ПР}}} \text{ чел.} \quad (48)$$

$$P_{\text{явТО2}} = P_{\text{штТО2}} \cdot \eta_{\text{ум}} \text{ чел.} \quad (49)$$

Для ТО-1 принимается 2 рабочих поста, для линии ТО-2 – 2 поста.

Площадь участка: »[3]

$$F_{\text{ТО1}} = X_{\text{ТО1}} \cdot f_a \cdot K_n \text{ «м}^2. \quad (50)$$

$$F_{\text{ТО2}} = X_{\text{ТО2}} \cdot f_a \cdot K_n \text{ м}^2. \quad (51)$$

2.3.2 Участок постовых работ ТР

Предназначен для проведения разборочно-сборочных и регулировочных работ по текущему ремонту. [10]

На постах ТР выполняется порядка 30% от общего объема работ ТР.

Число постов:

$$X_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{П}} \cdot K_{\text{ТР}} \cdot \varphi}{D_{\text{РАБ}} \cdot T_{\text{С}} \cdot C \cdot P_{\text{П}} \cdot \eta} \quad (52)$$

где: T_{II} - годовой объём постовых работ ТР,

$K_{ТР} = 0,7$ - коэффициент учета объёма работ на постах в наиболее загруженную смену,

$\varphi = 1,5$ - коэффициент неравномерности поступления автомобилей на пост,

$c = 1$ - число смен, »[1]

$P_{II} = 2$ - «среднее число рабочих на 1 посту,

$\eta = 0,8$ - коэффициент использования рабочего времени поста.

Число рабочих:

$$P_{штТР} = \frac{T_{ТР}}{\Phi_{ПР}} \text{ чел.} - \text{штатное количество рабочих} \quad (53)$$

$$P_{явТР} = P_{штТР} \cdot \eta_{шт} \text{ чел.} - \text{явочное количество рабочих} \quad (54)$$

Площадь участка:

$$F_{ТР} = X_{ТР} \cdot f_a \cdot K_n = 6 \cdot 18,5 \cdot 4,5 = 450,9 \text{ м}^2. \text{»}[1]$$

2.3.3 Агрегатное отделение

Предназначено для ТО и Р агрегатов, снятых с автомобиля.

Годовой объём работ:

$$T_{АГР} = 6083 \text{ чел.-ч.}$$

Число рабочих:

$$P_{штАГР} = \frac{T_{АГР}}{\Phi_{ПР}} = \frac{6083}{1840} = 3,3 \approx 3,5 \text{ чел.} - \text{штатное количество рабочих}$$

$$P_{явАГР} = P_{штАГР} \cdot \eta_{шт} = 3,5 \cdot 0,93 = 3,25 \approx 3 \text{ чел.} - \text{явочное количество рабочих}$$

Площадь:

$$F_{АГР} = f_1 + f_2 \cdot (P_{явАГР} - 1) = 15 + 12 \cdot (3 - 1) = 39 \text{ м}^2$$

где $f_1 = 15 \text{ м}^2$ - удельная площадь, приходящаяся на первого рабочего,

$f_2 = 12 \text{ м}^2$ - удельная площадь, приходящаяся на каждого последующего рабочего.

2.3.4 «Участок отдела главного механика

«Предназначен для проведения работ по самообслуживанию предприятия, профилактики и ремонта станочного, силового и энергетического оборудования, изготовления, обслуживания и ремонта нестандартных устройств и различных приспособлений; текущий ремонт зданий, сооружений; содержание магистралей воды, сжатого воздуха, сжатого пара, обеспечение исправной работы силовых и осветительных коммуникаций.

Для определения работ на участке ОГМ необходимо распределить трудоемкость по самообслуживанию предприятия по видам работ. Распределение работ по видам проведем в таблице 1.» [18]

Таблица 1 – Работы ОГМ

Участки	Виды работ	% от T_C
ОГМ	Электротехнические	25
	Строительно-ремонтные	6
	Сантехнические	22
	Слесарные	16
	Всего	69
Производственный	Медницкие	1
	Жестяницкие	4
	Сварочные	4
	Столярные	10
	Кузнечные	2
	Механические	10»[2]
	«Всего	31

Годовой объём работ:

$$T_{\text{ОГМ}} = T_C = 8882 \text{ чел.-ч.}$$

Число рабочих:

$$P_{\text{штОГМ}} = \frac{T_{\text{ОГМ}}}{\Phi_{\text{ПР}}} \text{ чел. – штатное количество рабочих} \quad (55)$$

$$P_{\text{явОГМ}} = P_{\text{штОГМ}} \cdot \eta_{\text{шт}} \text{ чел. – явочное количество рабочих} \quad (56)$$

Площадь:

$$F_{\text{ОГМ}} = f_1 + f_2 \cdot (P_{\text{явОГМ}} - 1) \text{ м}^2 \quad (57)$$

где: $f_1 = 15 \text{ м}^2$ - удельная площадь, приходящаяся на первого рабочего,

$f_2 = 12 \text{ м}^2$ - удельная площадь, приходящаяся на каждого последующего рабочего. [4]

В «связи с малыми расчетными значениями целесообразным является объединение следующих производственных подразделений: [28]

- электротехнического и по ремонту топливной аппаратуры;
- кузнечно-рессорного, сварочно-жестяницкого и медницкого.

2.4 Расчет площадей складских и вспомогательных помещений

Площади складских помещений по удельным нормам пробега

$$F_{СК} = \frac{A_{И}}{10} \cdot K_{ПР} \cdot K_{ТС} \cdot K_{ПС} \cdot K_B \cdot K_{УЭ} \cdot K_P \cdot f_{УД} \quad (58)$$

где $f_{УД}$ - удельная площадь определенного вида складских помещений,

$K_{ПР} = 0,86$ - коэффициент учета среднесуточного пробега подвижного состава,

$K_{ТС} = 1,5$ - коэффициент учета типа подвижного состава,

$K_{ПС} = 0,9$ - коэффициент учета числа технологически совместимого подвижного состава, »[1]

$K_B = 1,6$ «- коэффициент учета высоты складирования,

$K_{УЭ} = 1,1$ - коэффициент учета категории условий эксплуатации,

$K_P = 0,45$ - коэффициент учета уменьшения площади складов в связи с переходом на рыночную экономику.

С целью удобства рассмотрения и анализа предварительные расчетные значения площадей заносим в сводную таблицу 2.» [2].

Таблица 2 – Площади складских помещений

Наименование склада	Площадь, F_i , м^2
1 Склад» [15] запасных частей, деталей, эксплуатационных материалов	73,6
2 Склад двигателей, агрегатов и узлов	46

Продолжение таблицы 2

3 Склад смазочных материалов с насосной	29,4
4 Склад лакокрасочных материалов	9,2
5 Инструментально-раздаточная кладовая	2,76
6 Склад кислорода, азота и ацетилена в баллонах	«2,76
7 Склад автомобильных шин	44
8 Промежуточный склад запчастей и материалов	15
Итого	222,72

Площади вспомогательных и технических помещений определяются из расчета 5% от общей производственно-складской площади (2156,1 м²). Общая площадь вспомогательных и технических помещений распределяется согласно таблице 3. [6]

Таблица 3 - Помещения цехов

Наименование помещения	%	Площадь, Fi, м ²
Вспомогательные помещения		
1 ОГМ со складом	60	80
2 Компрессорная	40	53
Итого	100	133
Наименование помещения	%	Площадь, Fi, м ²
Технические помещения		
1 Насосная мойки	20	26,5
2 Трансформаторная	15	20
3 Тепловой пункт»[1]	15	20
4 Электрощитовая	10	13,3
5 «Насосная пожаротушения	20	26,5
6 Отдел управления производством	10	13,3
7 Комната мастеров	10	13,3
Итого	100	132,9

2.5 Определение площади зоны хранения автомобилей

$$A_{СТ} = A_{И} - (A_{КР} + X_{ТР} + X_{ОБ} \cdot K_{П}) - X_{П} - A_{А} \text{ мест.} \quad (59)$$

где $A_{КР} = 10$ - число автомобилей на капитальном ремонте.

$X_{\text{ТР}} = 4$ - число постов ТР.

$X_{\text{ОБ}} = 4$ - число постов ТО.

$K_X = 0,5$ - коэффициент учета степени использования постов ТО под хранение автомобилей.

$X_{\text{П}} = 4$ - число постов ожидания (подпора).

$A_A = 20$ - среднее число отсутствующих на предприятии автомобилей.

Площадь стоянки:

$$F_C = A_{\text{СТ}} \cdot f_a \cdot q \text{ м}^2. \quad (60)$$

где $q = 2,4$ - коэффициент удельной площади на одно автомобиле-место.

Расчет бытовых помещений

Площадь гардероба:

$$F_{\text{ГАРД}} = f_{\text{Ш}} \cdot n \text{ м}^2. \quad (61)$$

где $f_{\text{Ш}} = 0,25 \text{ м}^2$ - площадь одного шкафчика,

$n = 76$ - количество шкафчиков, равное количеству рабочих во всех сменах. [25]

Площадь душевых:

$$F_{\text{ДУШ}} = f_D \cdot n \text{ м}^2 \quad (62)$$

где: $f_D = 2 \text{ м}^2$ - площадь пола на один душ.

$n = 15$ - количество душевых.

Площадь уборной: »[1]

$$F_{\text{УБ}} = f_{\text{КАБ}} \cdot n + f_{\text{УМ}} \text{ м}^2 \quad (63)$$

«где $f_{\text{КАБ}} = 2,5 \text{ м}^2$ - площадь одной кабины,

$n = 4$ - количество кабин,

$f_{\text{УМ}} = 20 \text{ м}^2$ - площадь умывальника.

Площадь курительной комнаты:

$$F_{\text{КУР}} = f_K \cdot n \text{ м}^2 \quad (64)$$

Общая площадь бытовых помещений:

$$F_{\text{БЫТ}} = F_{\text{ГАРД}} + F_{\text{ДУШ}} + F_{\text{УБ}} + F_{\text{КУР}} \text{ м}^2 \quad (65)$$

Площадь производственного корпуса

$$F = \sum F \cdot K \text{ м}^2 \quad (66)$$

где $\sum F = 3264$ - суммарная площадь всех участков, отделений, складов и бытовых помещений.

$K = 1,10$ - коэффициент запаса площади для проработки планировки.

Принимаем» [1] $F = 3591 \text{ м}^2$.

Рассчитанный годовой объём работ по ТО, ТР и самообслуживанию предприятия составил 5100 чел.-часов. Наибольшая трудоёмкость приходится на зону ЕО и ТО-1 (84.7% от общего объёма), что обусловлено высокой частотой выполнения ежедневного обслуживания. Данная информация позволяет определить численность персонала, установить график работы и рационально распределить ресурсы между подразделениями предприятия.

Вывод:

Для повышения эффективности работы рекомендуется провести модернизацию устаревшего оборудования, автоматизировать часть процессов и внедрить современные методы управления ремонтными работами.

3 Разработка конструкции

3.1 Техническое задание

Наименование и область применения.

«Стенд для испытаний коробки передач. Предназначен для легковых автомобилей. Стенд представляет собой рамную конструкцию для установки коробки передач в агрегатном участке. Стенд будет использоваться в закрытом помещении с искусственным освещением, вентиляцией, в температурном режиме от +15°С до +40°С, в зоне работы оборудования есть источник электропитания.

Основание для разработки. Разработка стенда для испытания коробки передач проводится по заданию кафедры ПЭА в рамках выполнения дипломного проекта на тему:» [21] «Разработка стенда для испытаний коробок передач легкового автомобиля».[29]

«Цель и назначение разработки. Разработать стенд для испытаний коробок передач. Стенд должен применяться на АТП, станциях технического обслуживания легковых автомобилей.

Источники разработки. Стенд электромеханический «КС-02».

Технические требования.

Стенд должен состоять из рамы, коробчатых стоек, опоры, раздвижных механизмов привода, маховых масс. [4]

Основание стенда - сварная коробчатая рама с поперечинами. На раме неподвижно закреплены стойки. Стенд крепится к полу анкерными болтами.

Стенд должен обладать следующими преимуществами перед прототипом, выбранным из аналогов: простота в изготовлении, обслуживании, работе. Должна быть предусмотрена возможность его изготовления силами производственно-технического участка АТП. Небольшая масса конструкции, что дает возможность его перемещения и установки в оптимальном с точки зрения планировки месте. Должна быть минимизирована вероятность падения агрегата, с целью повышения»[40]

«безопасности труда и возможности предотвращения случаев производственного травматизма. [17]

3.1.1 Область применения

Требуется разработать стенд испытания коробки передач ГАЗон-NEXT (рисунок 3).

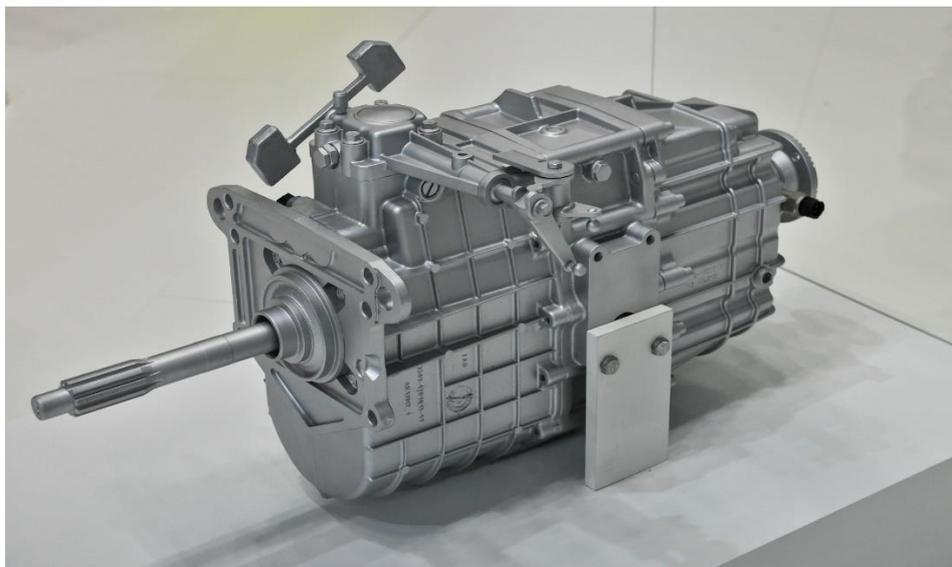


Рисунок 3 - КПП автомобиля ГАЗон-NEXT

Стенд предполагается использовать на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где проводится ремонт и техническое обслуживание легковых автомобилей в следующих условиях:

- пол бетонный;
- температура в помещении 15...30°C;
- влажность до 60%;
- освещенность – внутренним и внешним освещением;
- энергия: переменный ток с напряжением в сети 380 В.

Основные технические требования.

Стенд должен состоять из рамы, панели управления,»[40] параметры представлены ниже.

Для объективного принятия решения по дефектам испытаний коробок передач легкового автомобиля стенд должен иметь возможность проверять несколько параметров одновременно.

3.1.2 «Технические требования к проектируемой конструкции стенда

Разрабатываемый стенд должен обладать технико-экономическими характеристиками, не уступающими характеристикам стендов аналогичного назначения:

Рекомендуемая техническая характеристика стенда:

1. Тип стенда стационарный, нагружаемый маховыми массами
2. Мощность эл.двигателя не более.....10 кВт
3. Частота вращения эл.дв. не более..... 3000 об/мин
4. Масса стенда, не более.....1000 кг

По возможности предусмотреть изготовление стенда силами АТП или СТО (возможность выполнения токарных, фрезерных, шлифовальных, слесарных и сварочных работ). Срок эксплуатации стенда – 10 лет. При разработке конструкции установки должны выполняться требования к патентной чистоте. [32]

Разрабатываемый стенд должен удовлетворять требованиям надёжности. Конструкция стенда должна быть безотказна в работе или иметь малую трудоемкость ремонта, иметь хорошие эксплуатационные характеристики, быть технологичной в изготовлении, сохранять работоспособность в течении хранения, а также быть работоспособной после хранения и транспортировки.

В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться стандартные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – электродвигатель, металлопрокат, крепежные изделия и т.д. Также в разрабатываемой конструкции стенда должны предусматриваться варианты дальнейшего усовершенствования конструкции, если это допустимо. С целью упрощения и удешевления конструкции в производстве необходимо также

максимально применить покупные изделия, что так же позволит сократить и время на изготовление стенда.»[29]

«При эксплуатации стенда должны выполняться требования стандартов безопасности труда. Безопасность труда обеспечиваются следующими требованиями:

- Требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стендом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положениях, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, освещение органов управления, приборы контроля);
- Требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы по уборке и протирке элементов стенда, и т.п.);
- Требованиями электробезопасности (должна быть предусмотрена электроизоляция, стойкая к химическому и механическому воздействию, электроаппаратура должна быть заземлена, а также защитные включения тока при перегрузках и при необходимости экстренного отключения стенда);
- Требованиями пожаро и взрывобезопасности (обеспечивается наличие огнетушителей марки ОУ и ОП для тушения пожаров, устанавливается ящик с песком и другие приспособления для устранения пожара);
- Требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно! Посторонним вход воспрещён! защитная окраска ограждений опасных зон и т.п.);
- Требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры и т.п.)

Стенд должен отвечать эргономическим требованиям: пульт управления должен находиться на уровне груди с удобным размещением

кнопок и органов управления и не вызывать повышенной усталости в работе оператора.»[29]

«Конструкция стенда должна отвечать требованиям пожаро и электробезопасности.

Стенд должен отвечать эстетическим требованиям: внешние очертания конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно выполняются прямоугольной формы, общая концепция стенда не должна оказывать морального давления на психику человека.

Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 380 В. [8]

Стенд должен удовлетворять условиям сборки-разборки. При хранении и транспортировке стенд должен разбираться и упаковываться в ящики, если это необходимо.»[29]

3.1.3 Стадии и этапы разработки

«Конструкторская документация на этапе технического проекта согласовывается с руководителем проекта, также техническими специалистами, рекомендованными руководителем.

Техническое предложение согласовывается с заказчиком и после его утверждения является основанием для разработки технического проекта. Основанием для запуска в серию служит испытание опытного образца.»[31]

Стенд должен устанавливаться на основании с твердым горизонтальным бетонным или стальным покрытием.

Стенд «должен обладать следующими преимуществами перед прототипом, выбранным из аналогов: простота в изготовлении, обслуживании, работе.»[26] Габаритные размеры и основные элементы представлены на рисунке 4. Необходимо предусмотреть возможность «перемещения и установки в оптимальном, с точки зрения планировки, месте. Должна быть обеспечена возможность повышения безопасности»[27] работы

со стендом и предотвращения порчи имущества и причинении вреда здоровью рабочего персонала.

«Объект испытаний (коробка передач) устанавливается в рабочем положении согласно технической документации на поперечную раму. К входному валу пристыковывается муфта приводного вала, а к выходному валу - тормозная или нагрузочная система стенда. »[16]

«Форма оборудования должна иметь тектоническую ясность, т.е. нести информацию о работе конструкции. Пропорции контуров оборудования должны обеспечивать композиционное равновесие. Переломы элементов формы должны быть логическими, согласовываться между собой мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены, при необходимости должны быть закрыты декоративными панелями, оборудование должно гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего должно быть окрашено»[6] «в бело-синий цвет, для обеспечения безопасности и исключения человеческого фактора стенд должен иметь возможность автоматического отключения питания форсунок.

Экономические показатели

Бюджет проекта на разработку документации составляет 60.000 руб.

Требования к надежности.

Наработка на отказ не менее 10000 часов.

Требования к стандартизации и унификации.

Все детали стенда кроме корпуса, гидропровода и электропроводки, должны быть из числа применяемых на автомобилях ВАЗ.

Требования к безопасности.

Возможность устанавливать в помещениях с классом пожароопасности В2.

Требование к численности и квалификации персонала.

Обслуживание стенда должно производиться одним слесарем с разрядом не ниже третьего.

Требование к техническому обслуживанию.

Техническое обслуживание станда должно проводиться рабочим персоналом СТО не чаще чем один раз в шесть месяцев.»[2]

«Стадии и этапы разработки.

- Разработка технического задания;
- Разработка технического предложения;
- Разработка эскизного проекта;
- Разработка рабочего проекта;
- Разработка комплексной конструкторской документации;
- Порядок и контроль приемки.

Производится после каждой стадии или этапа разработки.»[24]

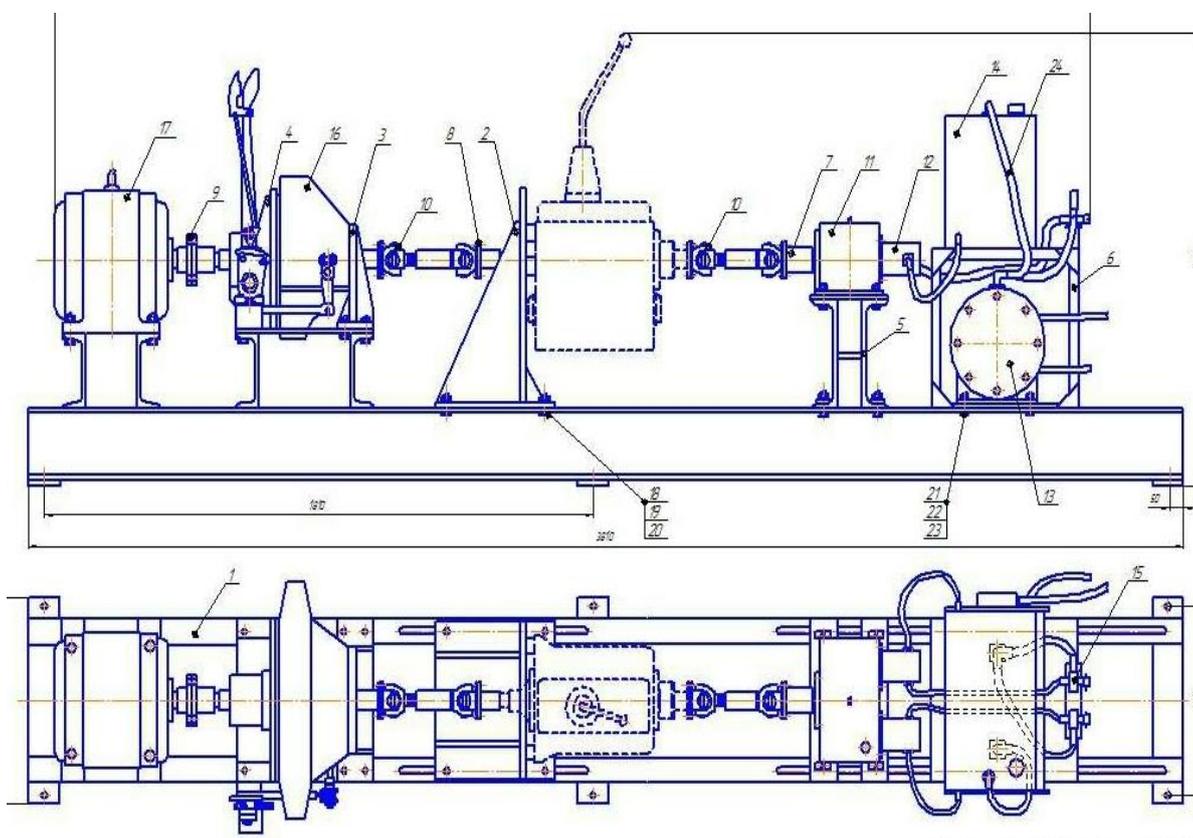


Рисунок 4 - Универсальный обкаточный станд КП

«Стенд для проверки и испытаний коробок передач легковых автомобилей.»[9] (прототип). Развитие идет в том числе в сфере проектирования станда для испытаний, создании новых упругих и демпфирующих элементов, снижающих сложность и стоимость конструкции.

3.2 Техническое предложение

В соответствии с техническим заданием «необходимо разработать стенд для испытания коробки передач легковых автомобилей в «автопредприятиях и на станциях технического обслуживания». В качестве исходного варианта предложено использовать универсальный обкаточный стенд.

В настоящее время проведение [14] технического обслуживания и ремонта автомобилей «невозможно без применения специального оборудования.»[6] «Применением технологического оборудования достигается качество выполняемых работ, уменьшается время, затрачиваемое, на обслуживание автомобиля и возрастает производительность труда.

Диагностические работы являются одними из самых сложных при техническом обслуживании и текущем ремонте автомобиля (около 10÷16% трудоемкости всех работ). Неотъемлемой частью диагностических работ является»[16] оборудование для проверки состояния деталей и узлов легковых автомобилей. Из-за сложности проведения диагностических «работ необходимо использовать специальное оборудование. К этому оборудованию относятся»[6] мотор-тестеры, тестеры исполнительных механизмов, сканеры, разрядники, имитаторы датчиков.

«Преимущество усовершенствованного объекта перед прототипом, выбранным из аналогов, состоит в том, что стенд имеет низкую стоимость прост в изготовлении, обслуживании, работе.»[30] «Небольшая масса конструкции дает возможность его перемещения и установки в оптимальном с точки зрения планировки месте. »[6]

«Устройство стенда. Он состоит из: основания, рамы, электродвигателя, устройства нагружения и пульта управления.»[4].

3.2.1 Анализ аналогов и компоновочное решение стенда

«Примеры стендов для испытаний и обкатки КПП представлены на рисунках 5, 6, 7 и 8. Стенд обкаточный универсальный, используется для эксплуатирующих организаций, которые имеют разномарочный подвижной

состав автомашин, самостоятельно выполняющих текущий или капитальный ремонт. Стенд для обкатки позволяет выполнять приработку и испытание КПП различных марок легковых автомобилей, в трех режимах: в холодном режиме, в горячем без нагрузки и в горячем под нагрузкой.»[40]



«Рисунок 5 - Обкаточный стенд КПП

Но в соответствии с ТЗ необходимо разработать стенд обкатки с применением маховых масс.

Также рассмотрим стенд обкатки КП схожей компоновки и наиболее распространенной конструкции:

3.2.2 Стенд для тестирования S-6с

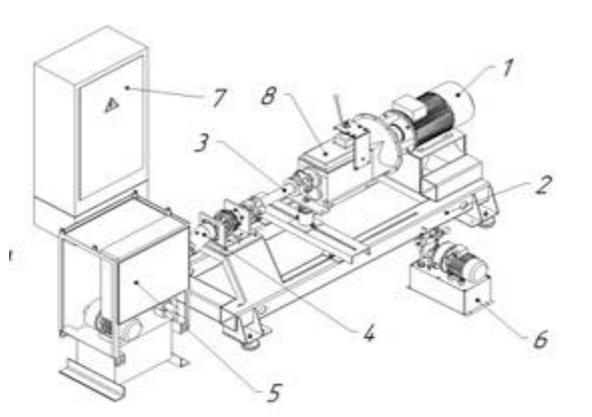


Рисунок 6 - Стенд для проверки «S-6с»

Данный стенд (рисунок 12) также не имеет маховых масс, что и позволяет нам сделать вывод о его непригодности для нашей конструкции. »[40]

«Необходимо использовать из первого варианта компоновки, переднюю часть - электродвигатель с испытуемой КПП, заменив карданную передачу, переходной втулкой, с внутренним зацеплением из шлицев. Тем самым, уменьшается как размер самого стенда, так и его себестоимость, исключив карданный вал. [25]

Помимо этого, используется основание, выполненное из швеллеров, которое стационарно располагается на железобетонном полу.

3.2.3 Стенд для проверки ks-02-w.

При эксплуатации транспортных средств возникает необходимость проведения работ, связанных с технической приемкой и проверкой работоспособности подвески транспортного средства. Узлы и агрегаты подвески являются сложными техническими изделиями, которые нуждаются в проведении испытаний прежде, чем могут быть запущены в серию



Рисунок 7 Стенд для тестирования «ks-02-w»

- Работа установки характеризуется низким расходом электроэнергии;
- Расходные материалы и специальные жидкости всегда в наличии. »[16]

Достоинства установки:

- Надёжность – установки работают на сервисах уже более 7 лет.
- Инструкция на русском языке – книжка.»[2]

- Производство LANTECH, Россия, Москва

3.2.4 Стенд для проверки [19] SU8437A

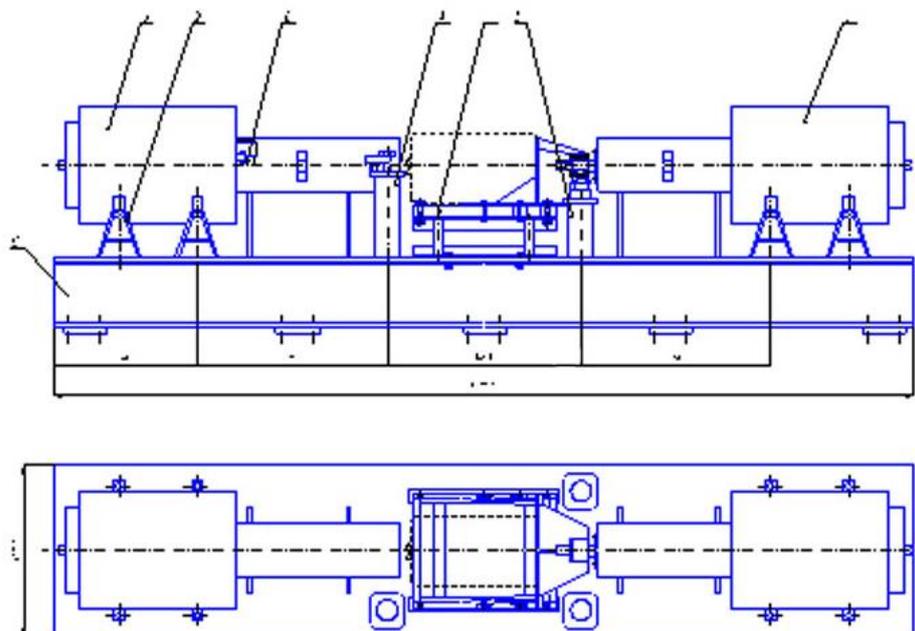


Рисунок 8 – «Стенд для проверки SU8437A»

На основании сравнения характеристик стендов была построена циклограмма, на которой видно, что стенд ks-02-w послеремонтной обкатки КПП перспективен с последующим упрощением применяемых решений и удешевлением его изготовления в условиях поставленной задачи. [22]

3.3 Конструкция устройства

При дальнейшем проектировании необходимо придерживаться выбранного из сравнения оборудования стенда ks-02-w послеремонтной обкатки КПП. Избегать усложнения конструкции и ее изготовление с большими тратами на комплектующие. Так же для облегчения конструирования и проектирования при обучении стоит обратить внимание и на литературу и другие похожие источники информации.»[32]

«Для питания электропривода стенда должен использоваться переменный ток с напряжением сети 380 В.

Рекомендуемая техническая характеристика станда: Экономические показатели:

Примерная себестоимость, руб 50000;»[30]

Примерный срок окупаемости - 1год.

Прибыль от ежедневного использования, руб. 4000. Цена услуги, руб.1000

«Предлагаемая конструкция станда состоит из сварного основания, на котором установлены основные рабочие узлы (рисунок 9).

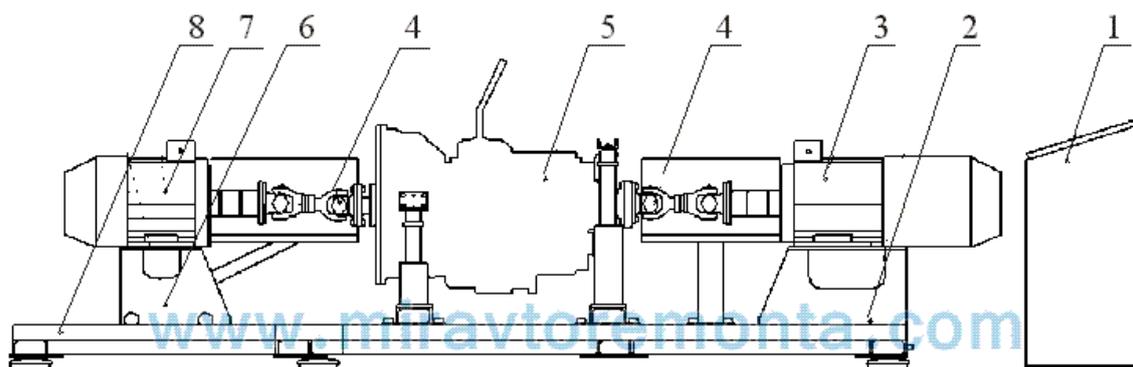


Рисунок 9 - Схема станда испытания и обкатки КП

На сварной раме 8 расположены приводной электродвигатель 7, частотный преобразователь 6, предназначенный для изменения оборотов электродвигателя при обкатке и испытании коробки передач. Частотный преобразователь управления расположен в середине станда для наилучшей обзорности. На кронштейн устанавливается обкатываемая коробка передач 5. В качестве нагрузочных устройств коробки передач при обкатке служат маховые массы 3, соединенные с КП посредством карданного вала 4. [7]

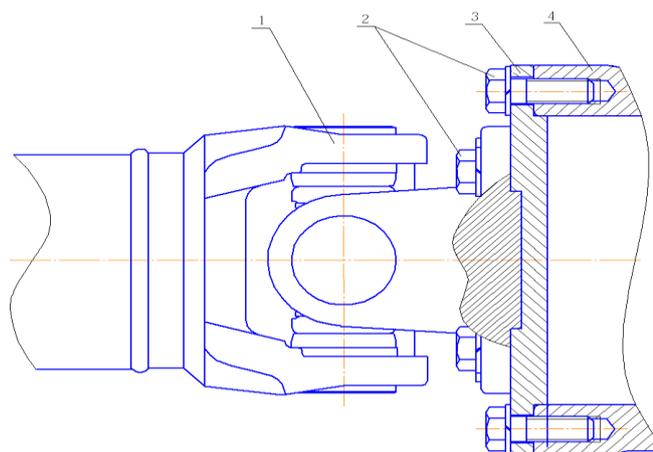
3.3.1 Конструирование отдельных узлов и деталей станда

Узел присоединения КП к приводному электродвигателю. КП входным валом присоединяется к электродвигателю через фланец двигателя, соединенный с шлицевым фланцем от ведомого диска сцепления. »[32]

«Работа узла: Коробку передач при установке на станд совмещаем

шлицевым входным валом с шлицевым фланцем, прикрученным болтами к фланцу электродвигателя, совмещаем со шпильками крепления КП к»[32] «защитному кожуху и прикручиваем гайками.

Узел присоединения карданного вала к маховым массам (рисунок 10). Карданный вал присоединяется к маховым массам болтами через переходный фланец.



1 – карданный вал, 2 – болт, 3 – переходный фланец, 4 – ступица

Рисунок 10 - Узел присоединения карданного вала к маховым массам

Работа узла: Карданный вал сначала устанавливается на шлицевой выходной вал коробки передач, затем прикручивается болтами к переходному фланцу, прикрученному к маховым массам.

Основание сварное полностью, состоит из швеллеров. На основание рядом с испытываемой КП установлен частотный преобразователь для регулировки оборотов.

Нагрузочное устройство вместе с карданным валом необходимо закрывать защитным кожухом для предотвращения травматизма и несчастных случаев при работе стенда.»[32] В качестве маховых масс предлагается рассмотреть маховик от автомобиля ЗИЛ-5301, рисунок 11.

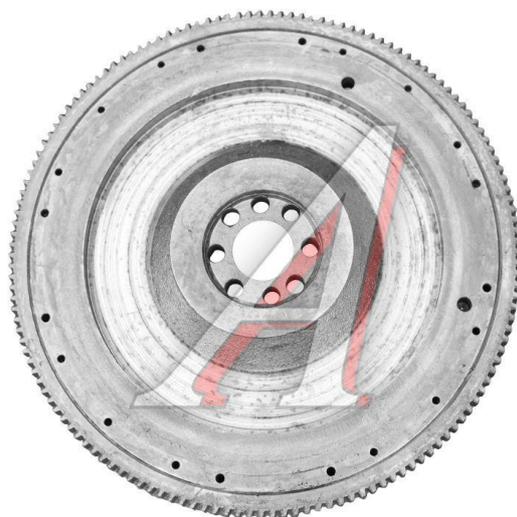


Рисунок 11 - Нагрузочное устройство

3.3.2 «Расчеты узлов конструкции»

Расчет и выбор электродвигателя стенда. Расчет производится исходя из того, что стенд предназначен для обкатки коробки передач. В качестве нагрузочного устройства предполагается применение маховых масс. Обкатку коробки передач предполагается осуществлять с оборотами 500 об/мин, что принимается на основании технических условий на обкатку и приработку коробки передач. Передача момента на маховые массы производится карданным валом. Мощность приводного электродвигателя принимается равной 3,5 кВт, что также принимается исходя из технических условий на обкатку редуктора.

Расчет карданного вала ведем, опираясь на расчет момента на валу электродвигателя, который определяется по формуле:

$$M = N / \omega, \quad (67)$$

где N - мощность электродвигателя, Вт;

ω - частота вращения рад/с,

$$\omega = 2\pi * n / 60 = 2 * 3,14 * 1460 / 60 = 152 \text{ рад/с,} \text{ [32]}$$

В «качестве маховых масс предполагается использовать в нагрузочном устройстве маховики ЗИЛ-5301. Соответственно, расчет сводится к определению количества используемых маховиков и их массы.

Маховую массу для нагрузочного устройства можно рассчитать из условия сохранения кинетической энергии при переключении нагрузки в стенде с приводного электродвигателя на маховик нагрузочного устройства:

$$E_{п} = E_{м},$$

где $E_{п} = \frac{m \cdot n^2 \cdot R^2 \cdot i}{2}$ – кинетическая энергия, развиваемая приводным электродвигателем,

где m – условная вращаемая масса привода, кг

R – условный радиус вращения массы m , м

n – частота вращения вала приводного электродвигателя, с⁻¹

i – передаточное отношение всех звеньев кинематической «цепи»

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots = 0,3 + 1,6 + 2,3 + 35 = 39,2 \text{ кг} \quad (68)$$

где: $m_1 + m_2 + m_3 + \dots$ – масса каждого вращающегося узла от электродвигателя до выходного вала испытываемой КП (соединительная втулка, муфта Джуба, вал привода, детали КПП)

$$R = 185 \text{ мм} = 0,185 \text{ м}$$

$$n = 3000 \text{ об/мин, [см. выше];}$$

$$i = 3,667$$

$$\text{Далее } E_{м} = \frac{I \cdot n^2}{2} \text{ – кинетическая энергия маховых масс,} \quad (69)$$

где I – момент инерции маховых масс

$$I = I_{м} \cdot N, \text{ кг м}^2 \quad (70)$$

где: $I_{м}$ – момент инерции одного маховика, примененного в качестве маховой массы в нагрузочном устройстве стенда, кг м²

N – количество маховиков, шт

Маховик изготавливается в виде тяжелого обода простой цилиндрической формы, поэтому $I_{м}$ можно определить по формуле:»[20]

$$I_M \approx G \cdot D^2 / 2,5, \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (71)$$

где G – масса маховика,

D – диаметр маховика,

$G = 28 \text{ кг}$;

$D = 370 \text{ мм} = 0,37 \text{ м}$.

$$\text{Итак: } I_M \approx G \cdot D^2 / 2,5 = 25 \cdot 0,37^2 / 2,5 = 1,369 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (72)$$

«Тогда количество «болванок» определяем из условия: $E_{\text{п}} = E_{\text{м}}$, т.е.:

$$\frac{m \cdot n^2 \cdot R^2 \cdot i}{2} = \frac{I \cdot n^2}{2}, \quad (73)$$

откуда $I = m \cdot R^2 \cdot i$,

Т.к.: $I = I_M \cdot N$ (см. выше), то получаем:

$$N = m \cdot R^2 \cdot i / I_M = 39,2 \cdot 0,185^2 \cdot 3,667 / 1,369 = 3,59 \text{ шт.} \quad (74)$$

Вывод: в конструкции нагрузочного устройства требуется использование 4 маховиков.»[12]

3.4 Руководство по эксплуатации

Вид стенда представлен на рисунке»[31] 12. «Объект испытаний устанавливается на специальную раму. Положение объекта – рабочее, в соответствии с конструкторской документацией на объект испытаний.

Крепление объекта к раме производится болтами с гайками и пружинными (гроверными) шайбами. Подключение объекта к тормозной системе стенда обеспечивается ввертными переходными штуцерами.

Подключение к механической системе стенда производится в соответствии с КД на объект испытаний. Если принцип работы объекта испытаний предполагает наличие расширительного бачка, в тормозной системе стенда предусмотрено крепление для его установки.»[20]

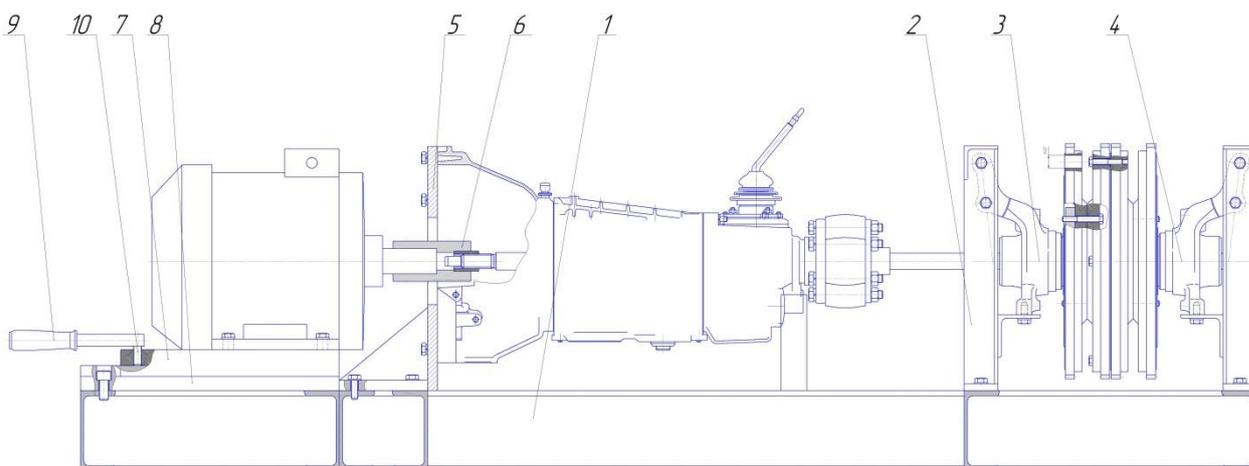


Рисунок 12 - Внешний вид стенда

Стенд включает в себя:

- электрический контур проверки работоспособности тормозов;
- пульт управления.

«После установки объекта на стенд и подключения к тормозной системе стенда производится заполнение системы тормозной жидкостью с удалением воздуха из объекта испытаний и гидравлических магистралей.

Герметичность системы проверяется созданием давления в тормозной системе стенда и объекте испытаний и визуальным контролем мест соединения магистралей стенда с объектом испытаний.»[24]

«Последовательность рабочих операций

Рекомендуется следующая последовательность действий:

- Проверка герметичности;
- Проверка производительности.

Гарантийные обязательства.

Прибор имеет гарантию на устранение возникших неисправностей и замену составных частей, преждевременно вышедших из строя по вине предприятия изготовителя, в течение 24 месяцев от даты»[2] «продажи, при условии соблюдения требований по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию, изложенных в настоящем документе. Гарантия относится к

дефектам в материалах и узлах и не распространяется на компоненты, подверженные естественному износу.

В течение гарантийного срока»[16] «Изготовитель устраняет за свой счет выявленные дефекты.

При обнаружении заводского дефекта срок на гарантийный ремонт устанавливается в зависимости от трудоемкости и вида ремонта, а гарантийный период продлевается на время нахождения стенда в ремонте. Срок гарантийного ремонта устанавливается в соответствии с существующим законодательством. [23]

Изготовитель не возмещает материальный и моральный ущерб за простой оборудования в течение времени ремонта.

Гарантия не включает в себя работы по техническому обслуживанию, которые указаны в настоящем документе и должны строго выполняться.

Изготовитель снимает свои гарантийные обязательства перед владельцем и не несет юридической ответственности за последствия эксплуатации в случаях:

- самовольной разборки узлов и агрегатов,
- внесения в конструкцию изменений,

Если при рассмотрении рекламации выяснится отсутствие заводского дефекта, то владелец обязан оплатить расходы, связанные с рассмотрением рекламации по действующему тарифу. »[15]

Выводы по разделу:

«Проведены исследования и анализ технологического оборудования – стендов для проверки вакуумных усилителей тормозов легковых автомобилей.»[24] «Выполнен обзор существующих конструкций, проведено сравнение достоинств и недостатков различных вариантов. Выбрана конструктивная схема стенда, заданы требуемые характеристики. »[14]

4 Технологический процесс диагностирования

4.1 Принцип действия стенда

«Принцип действия стенда состоит в моделировании условий эксплуатации испытуемого объекта (коробки передач), приближенных к натурным, характеристики стенда представлены в таблице 4.» [4]

«Моделирование условий эксплуатации осуществляется путем:

- удалить защищенное покрытие со всех неокрашенных поверхностей, произвести сборку стенда из поставленного комплекта согласно сборочного чертежа, схема стенда представлена на рисунке 13.
- произвести обязательный перечень работ по регулировке и устранению зазоров в узлах кинематической цепочки стенда (выставление зазоров и соблюдение сносности между соответствующими узлами стенда).
- произвести монтаж и подключение энергосистем стенда и помещения, с обязательным заземлением стенда.
- пульт управления разместить на удаленном расстоянии от стенда (не менее 2 метров от любой точки стенда).
- осуществить пробный пуск стенда (без задействования карданных валов), - в случае необходимости провести наладочные работы, после чего работу произвести в следующем порядке:» [16].

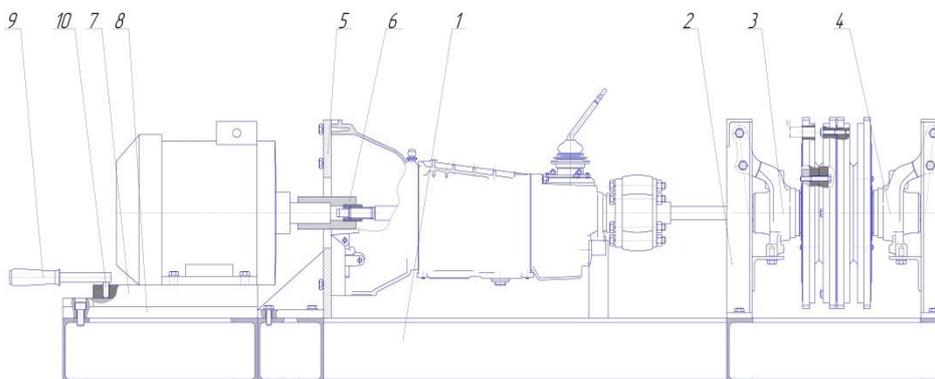


Рисунок 13 – Схема стенда

Таблица 4- Технические характеристики стенда

Характеристика	Описание
Мощность электродвигателя (Трехфазная модификация с применением частотного регулятора)	5,5 кВт
Максимальный нагрузочный момент на выходе стенда к испыт. объектам	116 Нм
Диапазон частоты вращения нагрузочных валов на выходе стенда	0...3000 об/мин
Уровень шума	Не более 80dB
Габаритные размеры (ширина*длина*высота)	600мм×2000мм×1000мм
Вес	300кг

4.2 Порядок работы стенда при проведении «испытаний»

Технология разрабатывается с учетом специфики разрабатываемой в работе конструкции. Предусматривается небольшая доработка и мелкий ремонт коробки передач без ее снятия с стенда для обкатки при условии досягаемости к месту ремонта. Например замена сальника хвостовика и другие работы по устранению течи масла из картера коробки. При отсутствии возможности ремонта коробку снимают со стенда и уносят на кантователь для ремонта. Перечень работ представлен в таблице 5.

Таблица 5 - Технология процесса испытания коробки передач»[32]

№ операции и перехода	Наименование и содержание операции, перехода	Оборудование и инструмент	Трудовое время, чел.мин	Технические требования
1	2	3	4	5
1	Установка коробки передач на стенд	-	6,3	-
1.1	Установить коробку передач на стенд	Опорная кран - балка	1	Аккуратно направить шлицевой первичный вал коробки в муфту эл.двигателя

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
1.2	Прикрутить болты крепления коробки передач к стенду	Ключ торцовый S=17мм	4	-
1.3	Присоединить карданный вал к шлицевому валу коробки передач	-	0,3	-
1.4	Прикрутить карданный вал к фланцу маховых масс	Ключ рожковый S=13мм	1	-
2	Испытание коробки передач.	-	36	-
2.1	Включить электродвигатель.	Преобразователь частоты	0,2	n=1000 об/мин.
2.2	Проверить коробку передач на режиме холостого хода.	-	2	Проверить наличие посторонних шумов и протекание масла в основном в районе первичного вала
2.3	Выключить электродвигатель	Преобразователь частоты	0,2	-
2.4	Включить первую передачу.	-	0,2	-
2.5	Включить электродвигатель.	Преобразователь частоты	0,2	Регулируя обороты от 200 до 1000 об/мин
2.6	Проверить коробку передач на первой передаче.	-	5	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.7	Выключить электродвигатель.	Преобразователь частоты	0,2	-
2.8	Включить вторую передачу.	-	0,2	-
2.9	Повторить переходы 2.5 – 2.7	-	5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.10	Включить третью передачу.	-	0,2	
2.11	Повторить переходы 2.5 – 2.7	-	5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.12	Включить четвертую передачу.	-	0,2	-
2.13	Повторить переходы 2.5 – 2.7	-	5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
2.14	Включить пятую передачу.	-	0,2	-
2.15	Повторить переходы 2.5 – 2.7	-	5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
2.16	Включить задний ход.	-	0,2	-
2.17	Повторить переходы 2.5 – 2.7	-	5,4	При появлении шума, вибраций, течи масла прекратить испытания
3	Снятие коробки передач со стенда	-	3,7	-
3.1	Открутить болты крепления карданного вала.	Ключ рожковый S = 13мм	1	-
3.2	Снять карданный вал с шлицевого вала коробки передач		0,2	-
3.3	Открутить болты крепления коробки передач.	Ключ торцовый S = 17мм	2	-
3.4	Снять коробку передач.	Опорная кран-балка	0,5	-

По нормативным требованиям методических пособий, определив род выполняемых работ, направленных на подвижной состав выбранной модели и производителя подбираются необходимые станки, стеллажи и инструменты.»[34] Спецификация на коробку передач в сборе представлена в приложении А на рисунках А.1 и А.2.

4.3 Испытания КПП на эффективность

«Испытания на эффективность заключаются в создании стабилизированного вращения приводного вала (ТУ) и создании на каждой из выбранных передач нагрузки, соответствующей максимальному значению момента базового автомобиля, умноженного на передаточное отношение.

По полученным при испытаниях значениям (среднеарифметическое значение результатов не менее трех измерений) строят графики зависимостей давления на выходе из аппарата от усилий или давлений на его входе. Полученные результаты испытаний должны отличаться не более чем на 10%, заданных в ТД. [13]

Метод испытания КПП зависит от имеющихся в наличии приборов. Непрерывный метод. Используется при наличии датчика нагрузки и графопостроителя или самописца.

Приложить входную нагрузку. Медленно и плавно увеличивать входную нагрузку от нуля до 1770 Н, а затем медленно и плавно уменьшать нагрузку до нуля. Время проведения операции от 6 до 10 с.

Метод приращения. Используется при наличии кольцевых динамометров. Разделить входную нагрузку 1000 Н на равные интервалы приращения. Увеличивать нагрузку на входе через выбранные интервалы и записывать выходную нагрузку при каждом увеличении входной нагрузки.»[24] «При достижении максимальной входной нагрузки уменьшить ее теми же интервалами. »[20]

Выводы по разделу:

«Если при проведении испытаний хотя бы один образец не будет удовлетворять одному из требований настоящих технических условий, то на предприятии-изготовителе должны быть разработаны мероприятия по устранению дефекта, а партию, в которой обнаружен дефект, ОТК предприятия-изготовителя признают неприемлемой. Неприемлемым считается комплектующее изделие, которое приводит к отказу в работе узлов, агрегатов, систем автомобиля при испытаниях или в гарантийный период эксплуатации» [5, 22]

5. Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Конструктивная и технологическая характеристика объекта

Безопасность и экологичность — неотъемлемые требования к современной технической продукции, применяемой на промышленных объектах и в сфере обслуживания транспорта. Для разрабатываемого стенда, данные аспекты приобретают особую значимость, поскольку эксплуатация оборудования связана с непосредственным участием персонала и воздействием на окружающую среду. В этом разделе последовательно раскрываются вопросы обеспечения безопасности эксплуатации и соответствия устройства экологическим стандартам, а также приведены ссылки на действующую нормативную базу.

В соответствии с Федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а также с требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», все разрабатываемые технические объекты должны обеспечивать безопасность жизни и здоровья людей, имущества и охрану окружающей среды. [26]

Для разрабатываемого стенда эти требования реализуются в следующих принципах:

- Предотвращение аварийных ситуаций, связанных с нарушением прочности, устойчивости и управляемости;
 - Минимизация рисков, связанных с эксплуатацией гидравлических компонентов;
 - Обеспечение удобного и безопасного доступа к элементам управления;
- Применение конструктивных и технологических решений, исключающих поражение электрическим током, воздействие движущихся частей, возможность неконтролируемого опускания груза.

Нормативные документы:

ГОСТ 12.2.003-2014 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

ГОСТ 12.2.086-2011 «Гидроприводы. Общие требования безопасности»

ГОСТ 12.2.120-2013 «Машины и оборудование для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Требования безопасности»

ТР ТС 010/2011

В конструкции разрабатываемого стенда реализованы основные положения ГОСТ 12.2.003-2014, согласно которым все несущие элементы рассчитаны на эксплуатационные нагрузки с достаточным запасом прочности (коэффициент не менее 1,5), что предотвращает разрушение под действием максимальных нагрузок. Применяемые материалы и соединения подобраны с учетом требований к ударной вязкости, коррозионной стойкости и долговечности.

Особое внимание уделено устойчивости устройства: база стенда спроектирована так, чтобы обеспечивать необходимый момент устойчивости в любых рабочих положениях, даже при смещении центра тяжести груза. Применены элементы фиксации колес и упоры, что исключает самопроизвольное перемещение. [11]

В системе управления реализованы требования ГОСТ 12.2.086-2011:

- Гидроцилиндр оборудован клапанами обратного действия, предотвращающими опускание траверсы при разгерметизации магистралей;

- Механические стопоры автоматически фиксируют поднятую платформу, что полностью исключает возможность её неконтролируемого опускания в случае отказа гидравлики;

- Органы управления вынесены в эргономичную зону доступа, а схема управления исключает одновременное выполнение взаимоисключающих действий (например, подъем и опускание).

В соответствии с ГОСТ 12.2.120-2013, все подвижные элементы, которые могут стать источником травм, снабжены кожухами или ограждениями, исключающими случайный контакт с движущимися или

нагретыми деталями. Поверхности, с которыми соприкасается персонал, не имеют заусенцев, острых кромок и выступов.

На всех элементах устройства размещены предупреждающие и указательные надписи, выполненные в соответствии с ГОСТ Р 12.4.026-2015 «Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная».

Безопасность эксплуатации обеспечивается регулярным техническим обслуживанием согласно графику, регламентированному эксплуатационной документацией (раздел «Техническое обслуживание»). В процессе эксплуатации проводится визуальный и инструментальный контроль состояния гидравлических магистралей, узлов фиксации и элементов крепления. [27]

Использование стандартных компонентов гидросистемы с контролем давления (манометры, предохранительные клапаны) позволяет своевременно выявлять отклонения от штатного режима работы и предотвращать развитие аварий. Система контроля утечек масла реализована с помощью лотков и герметичных соединений, что дополнительно повышает безопасность эксплуатации.

В соответствии с положениями ГОСТ Р 54122-2010 «Оценка риска. Общие положения», реализована система идентификации и управления остаточными рисками.

На этапе проектирования проводится идентификация всех потенциальных опасностей: разгерметизация гидросистемы, обрыв троса, опрокидывание, защемление конечностей, поражение током. Для каждой из этих опасностей определяются последствия и вероятность их возникновения.

Для снижения остаточного риска реализуются не только конструктивные меры, но и меры организационного характера:

- Инструктаж и обучение персонала правилам эксплуатации и обслуживания (в соответствии с требованиями Трудового кодекса РФ и Порядка проведения инструктажей по охране труда);

- Размещение на устройстве эксплуатационной инструкции и схемы действий при аварийных ситуациях;

- Регулярные проверки состояния оборудования ответственным лицом.

При проектировании и изготовлении подъемника учитываются требования Федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», а также ГОСТ 17.2.3.02-2014 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля выбросов вредных веществ от стационарных источников».

Проект предусматривает:

- Минимизацию объема используемых вредных веществ: рабочая жидкость (гидравлическое масло) применяется в замкнутом контуре, исключая контакты с окружающей средой;

- Применение уплотнений с высоким классом герметичности (ГОСТ 6678-72), что исключает утечку масла;

- Использование антикоррозионных покрытий, не содержащих токсичных соединений, в соответствии с ГОСТ 9.032-74 «Покрытия лакокрасочные».

Все потенциальные места утечек масла защищены локальными поддонами. В случае разгерметизации масло собирается в герметичный резервуар, откуда затем утилизируется в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарные правила обращения с отходами производства и потребления».

Разрабатываемый стенд спроектирован с учетом минимизации энергозатрат на выполнение рабочих операций. Применение ручного или ножного привода позволяет отказаться от электропитания, снижая нагрузку на электросети предприятия и уменьшая выбросы парниковых газов при эксплуатации. [3]

Срок службы конструктивных элементов составляет не менее 10 лет, что соответствует принципам устойчивого развития и снижает объем образующихся отходов.

По окончании срока службы оборудование подлежит разборке с выделением основных компонентов (металлоконструкции, гидравлические узлы, масло). Все металлические элементы пригодны для вторичной переработки (в соответствии с ГОСТ 2787-75 «Металлы черные и цветные. Методы отбора проб» и ГОСТ 1639-2009 «Лом и отходы черных металлов»). Гидравлическое масло сдается на специализированные предприятия по утилизации, что предотвращает загрязнение окружающей среды.

Вся эксплуатационная и сопроводительная документация на разрабатываемый стенд разрабатывается и оформляется в полном соответствии с ГОСТ 2.601-2013 «Эксплуатационные документы», а также требованиями ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Документы, сопровождающие технический объект:

- Паспорт изделия с указанием основных технических характеристик, сведений о производителе и гарантии.
- Инструкция по эксплуатации с детальными рекомендациями по монтажу, запуску, эксплуатации, техническому обслуживанию, диагностике и устранению неисправностей.
- Журнал технического обслуживания для фиксации всех проведённых регламентных и внеплановых работ, а также регистрации замечаний и рекомендаций по эксплуатации.
- Сертификаты соответствия требованиям ТР ТС 010/2011 и ГОСТ 12.2.003-2014.
- Акт приемки-передачи и протокол испытаний на прочность, устойчивость и безопасность.

Контроль за соблюдением требований безопасности и экологичности осуществляется ответственными лицами предприятия в рамках производственного контроля и внутреннего аудита. При необходимости оборудование проходит внеочередные проверки и испытания.

Даже при тщательном проектировании и реализации всех мер безопасности всегда сохраняется вероятность остаточных рисков, обусловленных человеческим фактором, износом материалов и возможными аварийными ситуациями. [16]

Алгоритм минимизации остаточных рисков:

- Проведение регулярных инструктажей по охране труда, в том числе внеплановых (ГОСТ 12.0.004-2015 «Организация обучения безопасности труда»).

- Внесение изменений в инструкцию по эксплуатации на основании анализа инцидентов и выявленных недостатков.

- Внедрение системы обратной связи для персонала — регистрация и анализ информации о выявленных неисправностях, рисках и предложениях по повышению безопасности эксплуатации.

- Обеспечение постоянной доступности средств индивидуальной защиты и аварийного инструмента.

В документации и обучающих материалах для персонала подробно регламентированы действия при возникновении аварийных и нештатных ситуаций:

- При обнаружении утечки масла эксплуатация немедленно прекращается, проводится локализация и сбор масла согласно СанПиН 2.1.7.2790-10.

- В случае отказа гидросистемы применяется механическая система стопоров, позволяющая безопасно зафиксировать груз на высоте до устранения неисправности.

- При возникновении пожара используются средства пожаротушения, соответствующие классу горючих жидкостей (огнетушители ОП-4, ОУ-5 — согласно ГОСТ 12.4.009-83).

- Персонал обязан немедленно сообщить ответственному лицу о выявленных дефектах или нарушениях работы оборудования.

- Регулярное проведение тренировочных учений по действиям в аварийных ситуациях — обязательная часть программы производственного контроля.

- Минимизацию негативного воздействия на окружающую среду;

- Формирование позитивного имиджа предприятия, соответствующего современным стандартам экологической и социальной ответственности.

Реализация данных принципов способствует привлечению квалифицированных кадров, снижению текучести персонала и повышению мотивации работников.

Анализ системы безопасности и экологичности канавного подъемника показывает, что:

- В конструкции реализованы требования национальных и международных стандартов, обеспечивающих надежную и безопасную эксплуатацию оборудования;

- Меры по экологической безопасности полностью соответствуют действующему законодательству и лучшим практикам обращения с техническими жидкостями, материалами и отходами;

- Внедрение системы производственного контроля, регулярного обучения, инструктажа и внутреннего аудита позволяет своевременно выявлять и устранять возможные риски.

Таким образом, предлагаемый технический объект полностью соответствует современным требованиям безопасности и экологичности, обеспечивает защиту персонала и окружающей среды, способствует устойчивому развитию предприятия и обладает высоким потенциалом для дальнейшей эксплуатации и тиражирования на аналогичных объектах.

6. Экономическая эффективность проекта

Экономическая эффективность — один из ключевых критериев, определяющих целесообразность внедрения новой техники и оборудования в производственный процесс. В современных условиях предприятия вынуждены уделять особое внимание экономическому анализу проектов, чтобы обеспечить рациональное использование ресурсов, повышение производительности труда, снижение затрат и повышение конкурентоспособности. В данном разделе рассматривается экономическая эффективность внедрения стенда, разработанного в соответствии с техническим заданием и анализом существующих аналогов.

Современные ремонтные мастерские, обслуживающие грузовые автомобили, сталкиваются с рядом проблем, связанных с высокой трудоемкостью снятия и установки тяжелых агрегатов. В условиях ограниченного пространства ремонтных канав, применение традиционных средств механизации либо невозможно, либо сопряжено с существенными рисками для персонала. [28]

Использование разрабатываемого стенда позволяет:

- Существенно сократить время выполнения ремонтных операций;
- Снизить физическую нагрузку на работников;
- Уменьшить вероятность производственного травматизма;
- Снизить эксплуатационные расходы за счет рационального использования ресурсов.

Внедрение стенда позволит оптимизировать рабочие процессы, повысить качество и скорость обслуживания автопарка, а также обеспечить соблюдение современных требований по охране труда.

Для оценки экономической эффективности проекта необходимо рассмотреть структуру затрат, связанных с внедрением стенда:

1. Капитальные затраты:

- Приобретение или изготовление стенда;

- Монтаж и наладка оборудования;

- Обучение персонала.

2. Эксплуатационные затраты:

- Техническое обслуживание и ремонт;

- Расходы на энергоносители и рабочие жидкости;

- Расходные материалы (уплотнения, фильтры и др.).

3. Сравнительный анализ с существующими решениями:

Аналогичные подъемные устройства зарубежного и отечественного производства в среднем стоят на 25–40% дороже при схожих технических характеристиках. Статьи затрат представлены в таблице 6.

Самодельные или устаревшие механические решения не обеспечивают требуемого уровня безопасности, что влечет за собой дополнительные издержки при авариях и простоях.

Таблица 6 - Примерная сводная таблица затрат

Статья затрат	Сумма, руб.
Изготовление стенда	250 000
Монтаж и пусконаладка	20 000
Обучение персонала	10 000
Эксплуатационные расходы (год)	15 000
Итого	295 000

Влияние на трудоемкость работ

В традиционной организации работ снятие агрегатов грузовых автомобилей с применением ручных средств требует, в среднем, 2–3 часа и участия минимум 2–3 работников. Использование канавного подъемника позволяет сократить это время до 30–40 минут и снизить количество задействованных работников до одного.

Экономия рабочего времени:

До внедрения: $2,5 \text{ ч} \times 3 \text{ чел} = 7,5 \text{ чел} \cdot \text{ч}$

После внедрения: $0,6 \text{ ч} \times 1 \text{ чел} = 0,6 \text{ чел} \cdot \text{ч}$

Экономия за одну операцию: $7,5 - 0,6 = 6,9 \text{ чел} \cdot \text{ч}$

Годовой эффект

Допустим, за год в среднем производится 300 таких операций:

$$\text{Экономия чел.ч} = 6,9 \times 300 = 2070 \text{ чел.ч}$$

Средняя заработная плата одного рабочего — 300 руб./ч. Годовая экономия на зарплате:

$$\text{Экономия средств} = 2070 \times 300 = 621000 \text{ руб.}$$

Внедрение подъемника с механическими стопорами и ограничителями существенно снижает риск аварийных ситуаций и травм. Средние затраты предприятия на устранение последствий одного несчастного случая (лечение, компенсации, простой оборудования) — порядка 50 000 руб.

Если внедрение подъемника позволяет предотвратить хотя бы 1–2 подобных случая в год, дополнительная экономия составит:

$$\text{Экономия} = 2 \times 50000 = 100000 \text{ руб.}$$

Благодаря равномерному распределению нагрузки и точности позиционирования агрегатов снижается риск повреждения дорогостоящих деталей, что также уменьшает расходы на внеплановый ремонт.

Суммарная годовая экономия (по заработной плате и предотвращенным потерям):

$$\text{Суммарная экономия} = 621000 + 100000 = 721000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости:

$$\text{Ток} = \frac{\text{Затраты на внедрение}}{\text{Годовая экономия}} = \frac{295000}{721000} \approx 0,41 \text{ года}$$

Таким образом, устройство полностью окупается менее чем за 5 месяцев эксплуатации, после чего начинает приносить чистую экономическую выгоду предприятию.

Дополнительные преимущества и косвенный эффект:

- Повышение престижа предприятия за счет внедрения современных технологий;

- Улучшение условий труда и снижение текучести кадров;

Возможность расширения спектра выполняемых работ без дополнительных затрат на персонал;

- Снижение времени простоя техники в ремонте, что положительно сказывается на эффективности использования автопарка.

Экономическая эффективность внедрения стенда подтверждается следующими факторами: [33]

- Быстрая окупаемость проекта за счет значительной экономии трудовых и финансовых ресурсов;

- Существенное снижение рисков производственного травматизма и связанных с этих потерь;

- Повышение производительности и качества работы ремонтной мастерской;

- Соответствие современным требованиям безопасности, эргономики и технологичности.

Таким образом, реализация данного проекта является экономически целесообразной и может быть рекомендована к внедрению в аналогичных организациях.

6.1 Расчет экономического эффекта от разработанной конструкции

«Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. [39]

Для определения экономического эффекта необходимо рассчитать отпускную цену на разработанное изделие. В отпускную цену включается прибыль, которую предприятие предполагает получить от продажи стенда, а

также»[2] налог на добавленную стоимость (НДС). «Предполагается уровень рентабельности на уровне 15%, а НДС 20%. Расчет производится по формуле:

$$Ц_{и} = C_{п} + C_{п} \cdot 0,15 + C_{п} \cdot 0,20 \quad (53)$$

$$Ц_{и} = 302\,263,78 + 302\,263,78 \cdot 0,15 + 302\,263,78 \cdot 0,20 = 108056,10$$

Принимаем отпускную цену $Ц_{и} = 125\,000$ руб. Как было отмечено ранее, экономический эффект будет достигнут за счет увеличения цены для конечного потребителя, за счет чего и будет получена прибыль предприятия. Расчет производится по формуле:

$$\mathcal{E} = Ц_{и} - Ц \quad (54)$$

где $Ц$ – средняя цена станда до модернизации, руб

В соответствии с произведенным анализом, выявлена цена на изделие на рынке у разных продавцов. Анализ средней стоимости приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчет средней цены станда

Наименование фирмы	Цена станда, руб
ООО «Авангард», Грозный	160 000
ООО «РемтехКомплект», Бузулук	175 000
ООО «Аверс», Тольятти	150 000
Средняя цена по компаниям	163 333»[2]

Исходя из определенной средней цены, выполним расчет экономического эффекта для одного станда.

$$\mathcal{E} = 433350 - 381\,333 = 43667,00 \text{ руб}$$

«Предполагается объём реализации в количестве не менее 50 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит:

$$\text{Эг} = \text{Э} \cdot N \quad (55)$$

где N – объем реализации продукции, ед.

$$\text{Эг} = 43667,00 \cdot 50 = 2373450 \text{ руб}$$

Экономический эффект от разработки новой конструкции является комплексным показателем, свидетельствующим об общей успешности разработанной конструкции. Экономический эффект выражается в получении дополнительной прибыли от увеличения отпускной цены. Отчасти это может объясняться большими затратами на изготовление конструкции, а отчасти повышенным спросом со стороны потребителя на разработанную конструкцию, что объясняется лучшими эксплуатационными показателями. Предполагается объём реализации в количестве не менее 50 изделий. Тогда годовой экономический эффект составит, $\text{Эг} = 2373450$ руб.

Вывод:

Рассчитанный экономический эффект можно использовать при более детальной проработке эффективности внедрения стенда, которое позволит рассчитать срок окупаемости проекта, социальный эффект и ряд иных показателей, которые лежат вне рамок выполнения экономического раздела выпускной квалификационной работы. На основании всего вышеизложенного, можно сделать вывод о выполнении задач, поставленных в рамках выполнения экономического раздела. »[8]

Заключение

В ходе выполнения работы по теме «Стенд обкатки КП грузовых автомобилей» была достигнута важная цель — создание эффективного испытательного комплекса, способного обеспечить качественную проверку работы трансмиссий в различных условиях. Стенд представляет собой высокотехнологичное устройство, позволяющее проводить испытания, моделируя реальные эксплуатационные условия, что является ключевым аспектом для оценки надежности и производительности компонентов коробок передач. [9]

Полученные результаты испытаний на стенде подтверждают его работоспособность и соответствие современным стандартам. Созданный стенд может быть использован не только для оценки новых моделей коробок передач, но и для диагностики и оценки состояния уже эксплуатируемых узлов. Это открывает новые перспективы для улучшения качества и надежности автомобилей, а также способствует снижению затрат на обслуживание и ремонт.

В дальнейшем, успешная реализация данного проекта может привести к расширению его функциональности, в том числе за счет интеграции дополнительных модулей для испытаний других компонентов трансмиссий, таких как сцепление и редукторы. Разработка стенда послужит основой для научных исследований и оптимизации процессов разработки новых серий коробок передач, что в свою очередь будет способствовать повышению конкурентоспособности отечественных автопроизводителей на рынке.

В заключение, реализованный проект не только решает прикладные задачи, но и вносит вклад в научное обоснование и практическую реализацию поверочных методик для трансмиссий легковых автомобилей, что подчеркивает актуальность и значимость данного исследования в контексте современного автопрома. [13, 18]

Список используемых источников

- 1 Аринин И. Н. и др.. Техническое диагностирование автомобилей / И. Н. Аринин. – Ф.: «Кыргызстан», 1978. – 164 с.
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3т. Т.1. – М: Машиностроение, 2001. – 920 с.
- 3 Арустамов Э. А. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Электронный вариант. М.: «Дашков и К°», 2002. 619 с.
- 4 Беляев В. М. Автомобили: Испытания: учебное пособие для вузов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилелес. – Минск: Высшая школа, 1991. – 187 с.
- 5 Бойко А. В. Совершенствование методов диагностики тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации на силовых стендах с беговыми барабанами: дис. канд. техн. наук: 05.22.10: защищена 25.06.08/ Бойко Александр Владимирович. - Иркутск, 2008. – 217 с.
- 6 Борц А. Д. Диагностика технического состояния автомобиля / А. Д. Норц, Я. К. Закин, Ю. В. Иванов. – М.: Транспорт, 1979. – 160 с.
- 7 Бродский В. В. – М: Наука, 1976. – 224 с.
- 8 Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: Учебник для студентов высших учебных заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005 – 240 с.
- 9 Величко А. В. Анализ процесса торможения автотранспортного средства / А. В. Величко // Транспортные средства Сибири: Материалы межвузовской научно-практической конференции. – Красноярск: КГТУ, 1995. – с. 83-89
- 10 Верзаков Г. Ф. Введение в техническую диагностику / Г. Ф. Верзаков, Н. В. Кипшт, В. И. Рабинович, Л. С. Тимонеи. – М.: Энергия. 1968. – 219 с.

11 Генбом Б.Б. Вопросы динамики торможения и теории рабочих процессов тормозных систем автомобилей / Б. Б. Генбом. - Львов: Вища школа, 1974. – 234 с.

12 Гернер В.С. Исследование режимов контроля эффективности действия тормозных механизмов: дис. канд. техн. наук/ В. С. Гернер. - Харьков, 1970. – 153 с.

13 Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей. – М. Транспорт. 1970.

14 Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.

15 Горлатов С.Е. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Методические указания к курсовой работе. – Оренбург: ОГУ, 2002 – 28 с.

16 ГОСТ Р 52302–2004. Автотранспортные средства. Устойчивость и управляемость. Технические требования. Методы испытания. – М. : Изд-во стандартов, 2005.

17 Грачев Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. Л. Грачев. – М., 1979. – 195 с.

18 Гредескул А. Б. Динамика торможения автомобиля: дис. ... докт. техн. наук / А. Б. Гредескул. – Харьков, 1963. – 271 с.

19 Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.

20 Гуревич Л. В., Тормозное управление автомобиля / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.

21 Гурьянов С. И. Повышение точности диагностирования тормозных свойств автопоездов на стенде / С. И. Гурьянов. // Диагностика автомобилей: III всесоюзная научно-техническая конференция: тезисы докладов. - Улан-Удэ, 1989. – с. 147-148.

22 Дик А. Б. Описание характеристик проскальзывания тормозящего колеса / А. Б. Дик // Надежность и активная безопасность автомобиля : сб. науч. тр. / МАМИ. – М, 1985. – с. 205-216.

- 23 Димов Н. Н. Оценка возможности воспроизведения реальных режимов торможения автомобиля на стендах с беговыми барабанами : автореферат / Н. Н. Димов. - Харьков, 1987. – 20 с.
- 24 Енаев А. А. Основы теории колебаний автомобиля при торможении и ее приложения. – М.: Машиностроение, 2002. – 341 с.
- 25 Краткий автомобильный справочник./НИИАТ. М. Транспорт, 1988 – 224 с.
- 26 Проектирование полноприводных колесных машин: В 2т. Т.2. учебник для вузов; Под общей редакцией А. А. Полунгяна.- М:Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640 с.
- 27 Раймпель Й. Шасси автомобиля: Рулевое управление/Пер. с нем. В.Н. Пальянова; Под ред. А. А. Гальбрейха.- М.: Машиностроение, 1987. – 232 с.
- 28 Стенды тормозные силовые «СТС». Руководство по эксплуатации 10У. 14.00.00.000. - Великий Новгород, 2007. – с. 52.
- 29 Gethoffen H. Einsatz von Mikroprozessoren in der Nachrichtentechnik. Mikroprozessoren und ihre Anwendungen. / H. Gethoffen // Hrsg. von W. Hiibert und R. Piloty. Munchen, Wien, R. Oldenbourg Verlag, 1977.
- 30 Johnson M. Statistics and experiment planning in engineering and science/ M. Johnson, F. M. Lyon. – Mir, 1981. – 610 p.
- 31 Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.
- 32 Pacejka H.B. Some recent investigations into dynamics and frictional behavior of pneumatic tires / H.B. Pacejka// Phys. Tire tract: Theory and Exp. -New - York - London, 1974.
- 33 Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.

Приложение А

Спецификация

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
						<u>Документация</u>		
						<u>Пояснительная записка</u>		
						<u>Сборочные единицы</u>		
Стр. №		A1			25.РБ.ПЭА.078.6100.000.СБ	Коробка передач в сборе	1	
						<u>Детали</u>		
			1		25.РБ.ПЭА.078.10.00.001	Корпус дифференциала	1	
			2		25.РБ.ПЭА.078.10.00.002	Подшипник	1	
			3		25.РБ.ПЭА.078.10.00.003	Шестерня ведомая главной передачи	1	
Подл. и дата			4		25.РБ.ПЭА.078.10.00.004	Шестерня главной передачи	1	
			5		25.РБ.ПЭА.078.10.00.005	Подшипник вторичного вала	1	
Инв. № дубл.			6		25.РБ.ПЭА.078.10.00.006	Вал первичный	1	
			7		25.РБ.ПЭА.078.10.00.007	Картер коробки передач	1	
Взам. инв. №			8		25.РБ.ПЭА.078.10.00.008	Подшипник первичного вала	1	
			9		25.РБ.ПЭА.078.10.00.009	Подшипник	1	
Подл. и дата			10		25.РБ.ПЭА.078.10.00.010	Гайка	1	
			11		25.РБ.ПЭА.078.10.00.011	Подшипник	1	
			12		25.РБ.ПЭА.078.10.00.012	Гайка	1	
					25.РБ.ПЭА.078.10.00.000			
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.		Разраб.	Кисель				Лит.	Лист
		Проб.	Турбин					1
		Руковод.					Листов	
		Н.контр.	Турбин				2	
		Утв.	Бабрадовский				ТГУ, ИМ	
							ЭТКбп-2002ас	
Копировал							Формат А4	

Рисунок А.1 – Спецификация на коробку передач в сборе

