

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ / _____ /
« _____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Кадырову Алмазу Вакыйфовичу

Тема ВКР Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей
с разработкой тормозного стенда

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

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

2. Исходные данные _____

3. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

4. Перечень графических материалов _____

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

6. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание

Студент _____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Кадырова Алмаза Вакыйфовича на тему «Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой тормозного стенда»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 74 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, выводов и предложений и включает 8 рисунков, 5 таблиц, список использованной литературы содержит 31 наименований.

В первом разделе пояснительной записки рассматривается состояния вопроса средств диагностики тормозных систем, приводится обзор конструкций тормозных стендов.

Во втором разделе пояснительной записки рассматриваются вопросы, связанные с организацией технического обслуживания грузовых автомобилей, приводится описание технологии технического обслуживания, а также рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности при диагностировании тормозных систем.

В третьем разделе пояснительной записки приводится назначение и описание принципа работы тормозного стенда, расчеты по обоснованию конструкции, а также проведен расчет технико-экономических показателей конструкции.

Пояснительная записка заканчивается выводами и предложениями.

ABSTRACT

on graduation qualification work of Kadyrov Almaz Vakyifovich on the topic "Designing of a point of maintenance of cars with the development of a brake stand"

Graduation qualification work consists of an explanatory note on 74 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The explanatory memorandum consists of an introduction, 3 sections, conclusions and proposals and includes 8 figures, 5 tables, the list of used literature contains 31 titles.

In the first section of the explanatory note, the status of the issue of brake systems diagnostic tools is considered, an overview of the brake booth designs is given.

The second section of the explanatory note deals with the issues related to the organization of maintenance of trucks, describes the technology of maintenance, as well as issues of labor protection and safety engineering, fire safety in the diagnosis of brake systems.

In the third section of the explanatory note, the purpose and description of the principle of operation of the brake stand, calculations for the design justification, and also the calculation of the technical and economic parameters of the structure are given.

The explanatory note ends with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ	9
1.1 Обзор конструкций тормозных стендов	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1 Обеспечения работоспособности автомобильного парка предприятия	17
2.2.1 Организации технического обслуживания автомобилей	17
2.1.2 Система технического обслуживания автомобилей	19
2.1.3 Выбор метода технического обслуживания автомобилей.....	24
2.1.4 Технологический расчет пункта технического обслуживания.....	26
2.2 Технология технического обслуживания.....	28
2.3 Охрана труда и техника безопасности.....	31
2.3.1 Общие требования безопасности.....	31
2.3.2 Инструкция по охране труда при работе на стенде.....	32
2.4 Пожарная безопасность на участке.....	35
2.5 Производственная гимнастика.....	39
2.5.1 Физическая культура в режиме рабочего дня.....	39
2.5.2 Производственная гимнастика.....	40
2.5.3 Вводная гимнастика.....	41
2.5.4 Физкультурная пауза.....	44
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
3.1 Описание и принцип работы разрабатываемого тормозного стенда.....	49

3.2	Определение основных параметров тормозного стенда.....	51
3.3	Определение мощности электродвигателя	55
3.4	Расчет привода барабанов стенда	56
3.5	Правила безопасной эксплуатации тормозного стенда.....	59
3.6	Экономическое обоснование конструкции.....	61
3.6.1	Расчет массы и стоимости конструкции.....	61
3.6.2	Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	64
	ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	71
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	72
	СПЕЦИФИКАЦИИ.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Тормозная система является одной из важнейших систем автомобиля. Ее необходимо своевременно диагностировать и осматривать. При диагностике тормозных систем автомобилей сначала выполняют диагностику. Позволяющую оценить техническое состояние тормозной системы автомобиля в целом по значениям следующих параметров: тормозной путь, замедление, тормозная сила, время срабатывания, а затем диагностику, которая устанавливает причины снижения эффективности торможения, определяя неисправность технического состояния отдельных агрегатов и элементов тормозной системы.

Наибольшая эффективность диагностирования тормозных систем достигается при использовании специализированных стендов, которые гарантируют точность и достоверность диагностирования. Для проверки эффективности тормозов наибольшее распространение получили роликовые стенды силового типа. Принцип действия этих стендов основан на измерении тормозной силы, развиваемой на каждом колесе, при принудительном вращении заторможенных колес от роликов стенда.

Для предотвращения заноса важно, чтобы одновременные тормозные силы колес одной оси были одинаковыми. Так же важным является минимальной тормозной момент каждого отдельного колеса для исключения при торможении перегрузок тормозов автомобиля. Поэтому на тормозном стенде измеряется каждое колесо независимо от других. В роликовых испытательных стендах применяются два различных метода измерений: статический и динамический.

Поэтому выпускная квалификационная работа была направлена на разработку роликового тормозного стенда.

1 АНАЛИЗ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1 Обзор конструкций тормозных стендов

Тормозные стенды предназначены для измерения параметров и оценки технического состояния рабочей и стояночной тормозных систем транспортных средств. Классификация тормозных стендов представлена на рисунке 1.1.

Средства для диагностирования тормозной системы транспортных средств подразделяются на две большие группы. К первой группе относятся стенды, которые работают с использованием сил сцепления колеса с опорной поверхностью. В данных стендах реализуемый тормозной момент ограничен

силой сцепления колеса с опорной поверхностью стенда, поэтому в большинстве из них невозможно реализовать полный тормозной момент автомобиля. К второй группе относятся стенды, которые конструктивно отличается тем, что необходимо присоединять колесо или ступицу к приводу, т.е. работают без использования сил сцепления колеса с опорной поверхностью. Из-за сложности конструкции и технологии проведения испытаний, эта группа стендов не нашла широкого применения.

В дальнейшем рассмотрим тормозные стенды первой группы.

В силовых платформенных стендах колеса автомобиля неподвижны, поэтому при нажатии на тормозную педаль изменяется лишь усилие сдвига (срыва) заблокированных колес с места, т.е. сила трения между тормозными накладками и барабаном (диском). Существуют стенды с одной общей площадкой под все колеса и с площадками под каждое колесо автомобиля.

Силовые платформенные стенды обладают целым рядом существенных недостатков, исключающих их широкое применение. Например, при испытании не учитывается влияние скорости движения на коэффициент трения скольжения и динамические воздействия в тормозной системе. Результаты измерений во многом зависят от положения колес на площадке стенда, от состояния опорной поверхности и протекторов колес. Измеряется лишь усилие страгивания с места заторможенных колес.

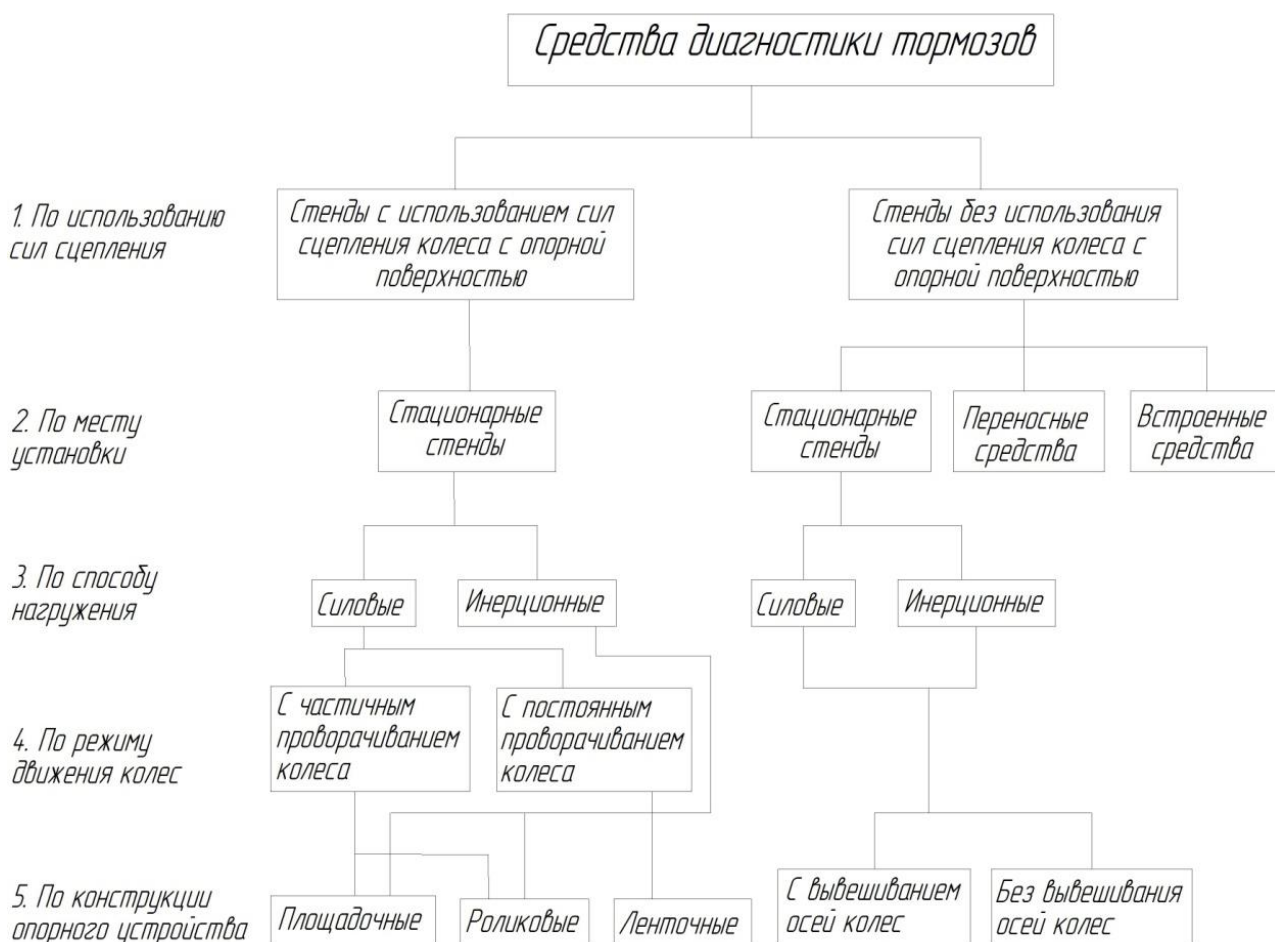
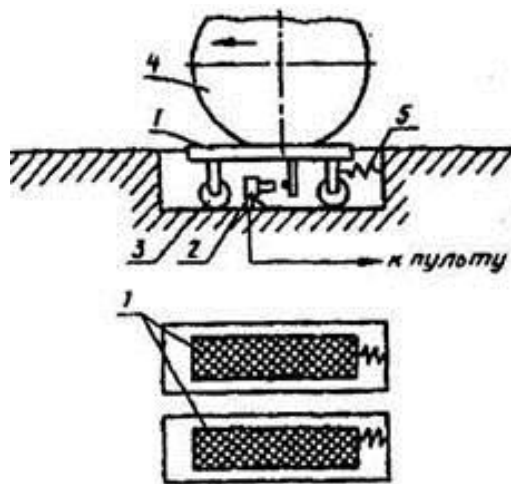


Рисунок 1.1 - Классификация средств технического диагностирования тормозов автомобилей

Платформенный инерционный стенд (рисунок 1.2) предназначен для общего экспресс-диагностирования тормозных систем автомобиля. Он состоит из четырех подвижных платформ с рифленой поверхностью, датчиков перемещения и пульта управления.

Методика испытаний на площадочном стенде состоит в следующем: автомобиль разгоняют до скорости 6-12 км/ч и резко тормозят при наезде колесами на площадки стенда. Если тормоза эффективны, то колеса затормаживаются и блокируются, а под влиянием сил инерции и сил трения между колесами и поверхностью площадки автомобиль перемещается, захватывая с собой площадки.



1 - площадки; 2 - датчики перемещения площадки; 3 - опорные катки площадки; 4 - колесо автомобиля; 5 - возвратная пружина

Рисунок 1.2 - Схема платформенного (инерционного) тормозного стенда:

Перемещение площадок, пропорциональное тормозной силе, воспринимается жидкостным, механическим или электронным датчиками и фиксируется измерительными приборами, расположенными на пульте.

Достоинства площадочных стендов: простота конструкции, быстрое действие, малая энергоёмкость и материалоемкость, наиболее эффективны при техническом осмотре по системе «годен-негоден».

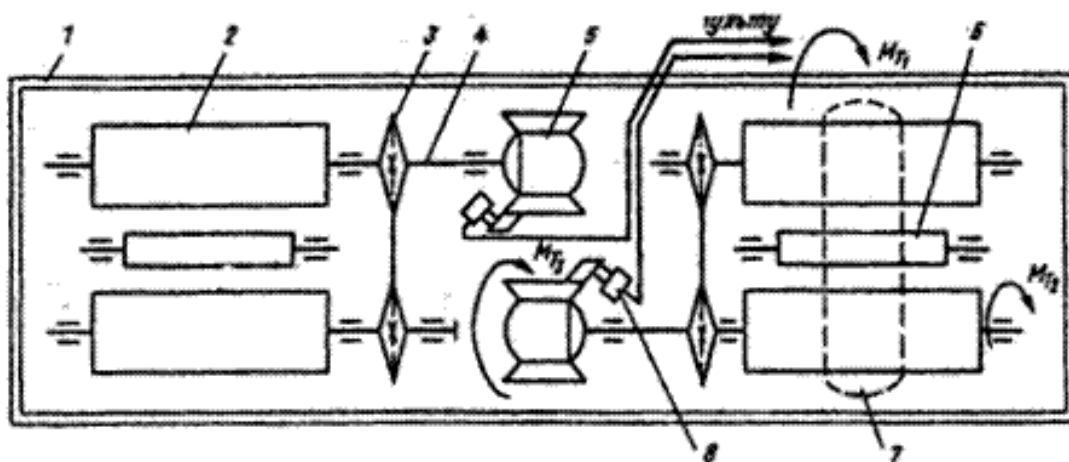
Недостатки: большая площадь, занимаемая стендом (с учетом места, необходимого для предварительного разгона автомобиля); низкая стабильность и точность измерения из-за изменения коэффициента сцепления колес автомобиля с площадками (мокрые, грязные и т.д.); зависимость результатов от точности заезда на площадки; недостаточная безопасность при проведении диагностирования; затруднено повторное измерение; измеряется лишь максимальное тормозное усилие и невозможно определить усилие на педали тормоза.

Инерционные нагрузочные ленточные стенды воспроизводят дорожные условия взаимодействия шины с опорными поверхностями. Однако имеют значительные габариты и не обеспечивают достаточную устойчивость автомобиля при диагностировании, имеют такие

конструктивные недостатки, как проскальзывание ленты и большие механические потери в парах трения.

Наибольшее распространение получили 2-х секционные, роликовые, тихоходные стенды (силовые). В состав любого роликового стенда входят следующие основные элементы: рама, на которой размещено опорно-приводное устройство (ОПУ); измерительное устройство (ИУ), состоящее из датчиков, преобразователей и измерителей различного типа и назначения. ИУ, как правило, размещается на отдельной стойке - пульте управления.

Типичным представителем силовых роликовых стендов является стенд модели К-486. Он предназначен для определения эффективности тормозных систем автомобилей массой в снаряженном состоянии до 2000 кг и шириной колеи 1100-1500 мм (рисунок 1.3). При заданном усилии на педали тормоза на стенде осуществляется контроль общей удельной тормозной силы и осевой неравномерности тормозных сил. Стенд обеспечивает диагностирование в автоматическом и неавтоматическом режимах измерения.



1 - рама стенда; 2 - ролики; 3 - цепная передача; 4 - приводной вал; 5 - мотор-редуктор; 6 - пневмоподъемник; 7 - колесо автомобиля; 8 - датчик усилия

Рисунок 1.3 - Конструктивная схема роликового тормозного стенда:

В комплект стенда входят: опорное устройство, пульт управления, выносной пульт, цифропечатающее устройство. Максимальная производительность стенда при работе в автоматическом режиме - 20 авт./ч, в неавтоматическом режиме - 10 авт./ч.

Стенд позволяет измерить:

- тормозную силу каждого колеса при лимитированной скорости до 6 км/ч;

- синхронность срабатывания тормозов колес отдельной оси;

- время срабатывания тормозного привода;

Усилие, прикладываемое к тормозной педали при торможении. Реактивный момент, возникающий при торможении вращающихся частей от роликов колеса, создает нагрузку на корпусе мотор-редуктора.

Ролики при установленном на них колесе автомобиля 7 приводятся во вращение с постоянной скоростью от балансирно подвешенного мотор-редуктора 5. При затормаживании колеса возникающий реактивный момент M_t передается на датчик силоизмерительной системы 8. Между роликами располагается пневмоподъемник 6 с площадками для облегчения въезда и выезда автомобиля со стенда. Стенд также снабжен устройством для замера усилия, прикладываемого к тормозной педали (педометр).

Достоинства тормозных стендов силового типа: высокая точность и технологичность, определяемая низкой скоростью вращения роликов при испытании тормозов; удобство при проведении операционного контроля, когда с их использованием определяется эффективность тормозов, проводятся регулировочные работы и оценивается качество выполненных регулировок.

Недостатки: металло- и энергоемкость; с ростом скорости вращения барабанов (для повышения достоверности диагностирования) увеличивается мощность электродвигателей и значительно повышается их стоимость.

Стенд тормозной, стационарный, роликовый, модель К208М, предназначен для проверки тормозной системы с принудительным приводом колес автомобиля, с нагрузкой на ось до 20000 Н и колесей 1100–1800 мм. В конструкцию стенда входят: пульт управления; опорное устройство, состоящее из двух блоков роликов; пневматический подъемник, обеспечивающий свободный въезд автомобиля на стенд; блок подачи воздуха

с воздухораспределителем и аппаратный шкаф. На стенде измеряются тормозная сила на отдельных колесах и синхронность срабатывания тормозов колес отдельной оси, время срабатывания тормозного привода и усилие, прикладываемое к педали тормоза через силоизмерительное устройство – педаметр. Оценка состояния тормозов производится по усилию, измеряемому при прокручивании заторможенных колес автомобиля блоками беговых роликов стенда (рисунок 1.4).

Развиваемый при этом роликами 8, 1 крутящий момент, пропорциональный тормозному моменту на колесе, создает на корпусе их электродвигателя 6 реактивный момент, который через рычаг 5 воспринимается датчиком давления 4 и подается на измерительные приборы пульта управления, где расположены два микроамперметра со стабилизатором напряжения, фиксирующие тормозные силы на отдельных колесах оси, так как блоки роликов имеют автономные приводы от электродвигателя 6 через муфту 7 и цепную передачу 2 с натяжным устройством 3. Диапазон измерения тормозной силы 0–5000 Н (0–500 кгс); имитируемая скорость движения автомобиля 5 км/ч; питание от трехфазной сети переменного тока 380/220 В и частотой 50 Гц; давление воздуха, подаваемого в цилиндры подъемника, 0,6 МПа.

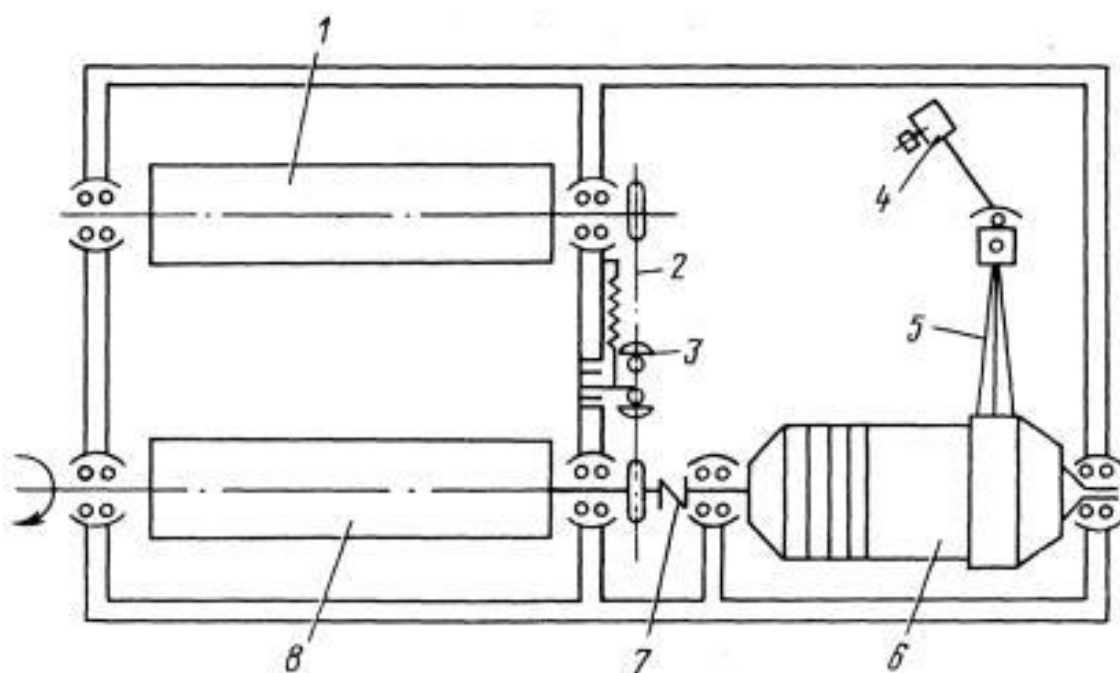


Рисунок 1.4 - Схема блока роликов тормозного стенда модели К208М

Тормозные стенды для диагностирования тормозных качеств грузовых автомобилей, автобусов и прицепов выпускаются следующих моделей: К259 и К480 – стационарные, роликовые с допустимой нагрузкой на ось до 60 кН; КИ4998 и КИ8925 ГОСНИТИ – стационарные, роликовые с допустимой нагрузкой на ось до 40 кН (4,0 тс) и 50 кН (5,0 тс) соответственно.

Основными узлами стендов являются: пульт управления; два блока роликов с индивидуальным приводом и нагрузочным устройством; пневмоподъемник двустороннего действия, обеспечивающий свободный въезд и съезд автомобиля со стенда.

Блоки роликов, правый и левый (рисунок 1.5), аналогичны по конструкции. Они состоят из рамы 13; ведущего 8, ведомого 9 роликов; двухступенчатого цилиндрического редуктора 2, соединенного с электродвигателем 12 цепной передачей 1; упругой муфты 3; пневматического подъемника 7; нагрузочного 11 и тарировочного 4 устройства; натяжного 10 и отбойного 6 роликов; цепь 5 соединяет ролики 8 и 9.

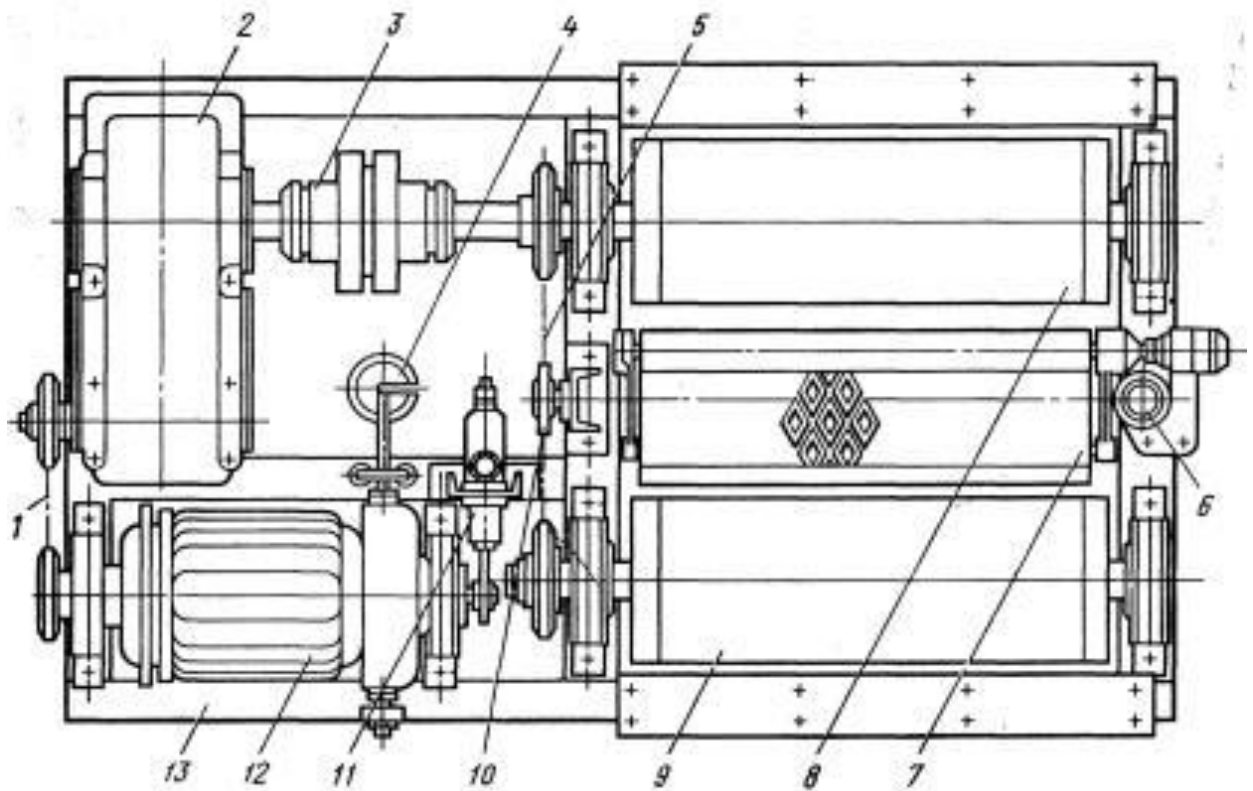


Рисунок 1.5 - Блок роликов стенда КИ4998

Реактивный момент, возникающий при торможении роликов, воспринимается гидроэлектрическим нагрузочным устройством 11, где при помощи датчика давление жидкости в цилиндре преобразуется в электрические сигналы, регистрируемые микроамперметрами на пульте управления и протарированные на величину тормозной силы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Обеспечения работоспособности автомобильного парка предприятия

2.1.1 Организации технического обслуживания автомобилей

Принципиальные основы организации и нормативы проведения технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта регламентируются в Российской Федерации «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта». Данное положение является

основополагающим нормативным документом, на основе которого планируется и организуется техническое обслуживание и ремонт автомобиле и разрабатываются производные нормативно-технологических документов.

В процессе эксплуатации машин постепенно ухудшается их работоспособность, то есть выполнение заданных функций, сохраняя значения отдельных параметров в пределах установленных нормативно-технической документацией.

Все движущиеся детали, вследствие трения, изнашиваются. Зазоры в подвижных соединениях становятся больше, нарушая нормальную работу оборотных единиц. В двигателях к этому добавляется вредное воздействие на некоторые детали горячих газов, вызывающих коррозию и нагар. Чтобы поддержать работоспособность машин при эксплуатации, хранении и транспортировке проводят ТО. Это комплекс операций, который соответствует требованиям ГОСТ 20793-86 и разрабатывается заводом-изготовителем для каждой модели машин.

Своевременное и качественное проведение ТО позволит:

- повысить техническую готовность машины;
- уменьшить затраты на ремонт машины;
- увеличить интервал между двумя сменными ремонтами;
- уменьшить эксплуатационные расходы в целом.

Техническое обслуживание создает условия, необходимые для нормального использования машины и оборудования данной отрасли, точнее содержит в себе деятельность по обеспечению работоспособности машин.

Для того, чтобы ТО удовлетворяло этому требованию, необходимо:

А) Определить показатели технического состояния машины, то есть изменения показателей состояния во время работы и в перерывах между работой. Назначение этих показателей - изменение и надежность прогнозирования технического состояния на последующие межремонтные

циклы, например, математическими и математико-статистическими методами.

Б) На основе вышеупомянутого положения надо стремиться к тому, чтобы показатели технического состояния, определяющие работоспособность, снизились не быстрее какого-то заранее определенного значения, а даже улучшились.

К таким мероприятиям относятся, например, обкатка машин, своевременная замена масел, фильтров и т.д.

В) В случае, если, определяющие работоспособность машин действительные значения показателей технического состояния приближаются или же достигают границ технического отказа, то данная машина не подлежит списанию, тогда следует позаботиться о восстановлении первоначальных, или с точки зрения эксплуатации, удовлетворительных значений показателей технического состояния машин.

В ходе эксплуатации машины подвергаются влиянию различных повреждающих ее факторов: физических, химических, биологических и применяемых работой человека. С целью уменьшения влияния повреждающих процессов или даже для их устранения предпочтительно следует проводить контроль технического состояния машин, т.е. техническую диагностику, например, стендовый контроль двигателей, контроль работы тормозного оборудования и т.д.

Далее необходимо ТО машин, то есть выполнение мероприятий, необходимых для сохранения на заданном уровне показателей состояния машины, например, смазка, регулировка и т.д.

Но, несмотря на самую совершенную техническую диагностику и обслуживание, может случиться, что фактическое значение различных показателей технического состояния падает ниже допустимого значения, то есть машины отказывают. И тогда, в большинстве случаев, становится необходимым восстановление показателей технического состояния до

полного значения или другого допустимого значения.

Ошибки планирования и технические ошибки, допущенные в ходе ТО, приводят к росту эксплуатационных затрат и быстрому ухудшению показателей ТО машин. Следует также отметить, что из-за не своевременного обслуживания автомобилей повышается уровень загрязнения воздушной среды отработавшими газами автомобилей.

Для повышения надежности автомобилей промышленность систематически работает над совершенствованием их конструкции и технологии производства. Создаются новые модели автомобилей с высокими эксплуатационными и технологическими показателями. Однако независимо от этого необходимо строго соблюдать правила эксплуатации подвижного состава, повышать качество проведения ТО автомобилей.

2.1.2 Система технического обслуживания автомобилей

Чтобы обеспечить работоспособность автомобиля в течение всего периода эксплуатации, необходимо периодически поддерживать его техническое состояние комплексом технических воздействий, которые в зависимости от назначения и характера можно разделить на две группы: воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов автомобиля в работоспособном состоянии в течение наибольшего периода эксплуатации; воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов автомобиля.

Комплекс мероприятий первой группы составляет систему технического обслуживания и носит профилактический характер, а второй - систему восстановления (ремонта).

Техническое обслуживание. У нас в стране принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта автомобилей. Сущность этой системы состоит в том, что техническое обслуживание осуществляется по плану, а ремонт - по потребности.

Принципиальные основы планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей установлены действующим Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

Техническое обслуживание включает следующие виды работ: уборочно-моечные, контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, заправочные, регулировочные, электротехническое и другие работы, выполняемые, как правило, без разборки агрегатов и снятия с автомобиля отдельных узлов и механизмов. Если при техническом обслуживании нельзя убедиться в полной исправности отдельных узлов, то их следует снимать с автомобиля для контроля на специальных стендах и приборах.

По периодичности, перечню и трудоемкости выполняемых работ техническое обслуживание согласно действующему Положению подразделяется на следующие виды: ежедневное (ЕТО), первое (ТО-1), второе (ТО-2) и сезонное (СТО) технические обслуживания.

Положением предусматривается два вида ремонта автомобилей и его агрегатов: текущий ремонт (ТР), выполняемый в автотранспортных предприятиях, и капитальный ремонт (КР), выполняемый на специализированных предприятиях.

Каждый вид технического обслуживания (ТО) включает строго установленный перечень (номенклатуру) работ (операций), которые должны быть выполнены. Эти операции делятся на две составные части контрольную и исполнительскую.

Контрольная часть (диагностическая) операций ТО является обязательной, а исполнительская часть выполняется по потребности. Это значительно сокращает материальные и трудовые затраты при ТО подвижного состава.

Диагностика является частью технологического процесса технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) автомобилей, обеспечивая получение исходной информации о техническом состоянии автомобиля.

Диагностика автомобилей характеризуется назначением и местом в технологическом процессе технического обслуживания и ремонта.

Ежедневное техническое обслуживание (ЕТО) выполняется ежедневно после возвращения автомобиля с линии в межсменное время и включает: контрольно-осмотровые работы по механизмам и системам, обеспечивающим безопасность движения, а также кузову, кабине, приборам освещения; уборочно-моечные и сушильно-обтирочные операция, а также дозаправку автомобиля топливом, маслом, сжатым воздухом и охлаждающей жидкостью. Мойка автомобиля осуществляется по потребности в зависимости от погодных, климатических условий и санитарных требований, а также от требований, предъявляемых к внешнему виду автомобиля.

Первое техническое обслуживание (ТО-1) заключается в наружном техническом осмотре всего автомобиля и выполнении в установленном объеме контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных, смазочных, электротехнических и заправочных работ с проверкой работы **двигателя**, рулевого управления, тормозов и других механизмов. Комплекс диагностических работ (Д-1), выполняемый при или перед ТО-1, служит для диагностирования механизмов и систем, обеспечивающих безопасность движения автомобиля.

Проводится ТО-1 в межсменное время, периодически через установленные интервалы по пробегу и должно обеспечить безотказную работу агрегатов, механизмов и систем автомобиля в пределах установленной периодичности.

Углубленное диагностирование Д-2 проводят за 1 - 2 дня до ТО-2 для того, чтобы обеспечить информацией зону ТО- 2 о предстоящем объеме работ, а при выявлении большого объема текущего ремонта заранее переадресовать автомобиль в зону текущего ремонта.

Второе техническое обслуживание (ТО-2) включает выполнение в установленном объеме крепежных, регулировочных, смазочных и других работ, а также проверку действия агрегатов, механизмов и приборов в

процессе работы. Проводится ТО-2 со снятием автомобиля на 1-2 дня с эксплуатации.

Сезонное техническое обслуживание (СТО) проводится 2 раза в год и является подготовкой подвижного состава к эксплуатации в холодное и теплое времена года. Отдельно СТО рекомендуется проводить для подвижного состава, работающего в зоне холодного климата. Для остальных климатических зон СТО совмещается с ТО-2 при соответствующем увеличении трудоемкости основного вида обслуживания.

Текущий ремонт (ТР) осуществляется в автотранспортных предприятиях или на станциях технического обслуживания и заключается в устранении мелких неисправностей и отказов автомобиля, способствуя выполнению установленных норм пробега автомобиля до капитального ремонта.

При текущем ремонте агрегаты на автомобиле меняют только в том случае если время ремонта агрегата превышает время, необходимое для его замены.

Капитальный ремонт (КР) автомобилей, агрегатов и узлов выполняется на специализированных ремонтных предприятиях, заводах, мастерских. Он предусматривает восстановление работоспособности автомобилей и агрегатов для обеспечения их пробега до следующего капитального ремонта или списания их, но не менее чем при 80% их пробега от норм пробега для новых автомобилей и агрегатов.

При капитальном ремонте автомобиля или агрегата выполняется его полная разборка на узлы и детали, которые затем ремонтируют или заменяют. После укомплектования деталями агрегаты собирают, испытывают и направляют на сборку автомобиля. При обезличенном методе ремонта автомобиль собирают из ранее отремонтированных агрегатов.

Периодичность технического обслуживания автомобилей представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Периодичность технического обслуживания автомобилей

Категория условий эксплуатации подвижного состава	Тип автомобиля	Периодичность технического обслуживания	
1	2	3	
I			
Автомобильные дороги с асфальтобетонным, цементобетонным и приравненным к ним покрытием за пределами пригородной зоны	Легковые Автобусы	3500 2600	14 000 13 000
Автомобильные дороги с асфальтобетонным, цементобетонным и приравненным к ним покрытием в пригородной зоне, улицы небольших городов (с населением до 100 тыс. жителей)	Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей Автомобили-самосвалы	2200 1800	11 000 9000
II			
Автомобильные дороги с асфальтобетонным, цементобетонным и приравненным к ним покрытием в горной местности	Легковые Автобусы	2800 2000	11 200 10 400
Улицы больших городов. Автомобильные дороги с щебеночным или гравийным покрытием	Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей	1800	8800
<i>Продолжение таблицы 2.1</i>			
1	2	3	
Автомобильные фунтовые профилированные и лесовозные дороги	Автомобили-самосвалы	1400	7200
III			
Автомобильные дороги с щебеночным или гравийным покрытием в горной местности	Легковые Автобусы	2100 1500	8400 7800
Не профилированные дороги и стерня. Карьеры, котлованы и временные подъездные пути	Грузовые и автобусы на базе грузовых автомобилей Автомобили-самосвалы	1300 1000	6600 5400

2.1.3 Выбор метода технического обслуживания автомобилей

Общие принципы, на которых основываются правила технического обслуживания автомобилей, заключаются в следующем:

- ТО должно быть плановым;
- эксплуатация машин без проведения работ ТО не допускается;
- правила ТО машин конкретной марки должны включать полный перечень работ, в том числе, смазочных, входящих в данный вид ТО;
- ТО должно проводиться при использовании машин по назначению планировки и хранения ее;
- отметки о проведении работ по ТО должны заноситься в формуляр машины;
- работы всех видов ТО должны проводиться согласно технологии ТО, разработанной заводом-изготовителем, конструкторско-технологическими или научно-исследовательскими учреждениями для машин конкретных марок.

На выбор метода обслуживания влияют следующие факторы:

- сменная программа по ТО данного вида;
- количество и тип подвижного состава;
- характер объема и содержание работ по данному виду ТО (постоянный или переменный);
- число рабочих постов для ТО данного вида;
- период времени, отводимый на обслуживание данного вида;
- трудоемкость обслуживания.

Организация обслуживания поточным методом (на поточной линии) возможна при следующих условиях:

- однотипном подвижном составе;
- равномерном и непрерывном поступлении автомобилей на поточную линию;
- расположение рабочих постов в технологической

последовательности;

- закрепление за каждым постом определенных операций;
- одинаковой продолжительности операций на всех рабочих местах

каждого поста.

Основанием для перехода на поток служит расчет числа специализированных постов. Принято также считать, что переход на поток целесообразен при следующих условиях:

а) число однотипных обслуживаемых автомобилей для ЕТО не менее 50, для ТО-1 не менее 100, для ТО-2 не менее 300;

б) минимальный такт для ЕТО - 2 мин, для ТО-1 - 10 мин, для ТО-2 - 40 мин.

Однако главным условием перевода ТО автомобилей на поток является стабильность сменной программы линии.

Основным затруднением применения поточной линии при ТО автомобилей является нестабильность трудоемкости обслуживания и сменной программы, вызываемая нерегулярным поступлением автомобилей на обслуживание, разномарочность обслуживаемого парка. Поэтому, несмотря на большую перспективность поточного метода обслуживания, здесь более целесообразным может оказаться тупиковый метод обслуживания. Для участка ТО автотранспортного цеха принят тупиковый метод ТО на универсальных постах.

2.1.4 Технологический расчет пункта технического обслуживания

Рассчитаем площадь участка ПТО. Габариты и разновидности представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 –Количество технологического приспособления в организации .

№	Наименование оборудования	Количество	Габаритные
---	---------------------------	------------	------------

поз.			размеры, мм
1	2	3	4
1	Инструментальные шкафы	1	700*500
2	Солидолонагнетатель	2	680*690
3	Верстак	7	1200*800
4	Стеллажи	4	3060*600
5	Масло раздаточные баки	3	D=1200мм.
6	электрогайковерт	2	303*506
7	Моечная ванна	1	210*600
8	Стенд для ремонта топливной аппаратуры	1	2600*4000
9	Масляная ванна для подогрева деталей	1	500*500
10	Настольный гидропресс	1	200*800
11	Стенд для ремонта двигателей	1	2100*910

Продолжение таблицы 2.2

12	Стенд для диагностики тормозных систем	1	2110*610
13	Лари для обтирочных материалов	1	1000*572
14	Ящик с песком	1	500*500
15	Маслораздаточная колонка	1	665*285
16	Гидравлический пресс	1	1470*640
17	Прибор для диагностики машин (настольный)	1	400*180
18	Установка для раздачи воды	1	500*600

19	Сверлильный станок настольный	1	730*355
20	Точильно-шлифовальный станок	1	1000*665
21	Двух стоечный подъемник (Проект)	2	8100*2600
22	Устройство для снятия колес	1	1236*935
23	Столлы монтажные	1	1600*600
24	Мостовой кран	1	10м

Ориентировочно площадь производственных участков можно определить по площади, занимаемой оборудованием и автомобилем умноженным на коэффициент плотности его расстановки.

$$F_y = f_{об} \cdot K_{п}, \quad (2.20)$$

где $f_{об}$ – суммарная площадь горизонтальной проекции по габаритным размерам оборудования, м²;

$K_{п}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования.

Коэффициент $K_{п}$ представляет собой отношение площади, занимаемой автомобилями, проездами, проходами, рабочими местами, к сумме площадей проекции автомобилей в плане. Значение $K_{п}$ зависит в основном от расположения постов. При одностороннем расположении постов $K_{п}=6...7$, при двухсторонней расстановке постов $K_{п}=4...5$.

Общая производственная площадь (рабочих постов и участков) поста ремонта:

$$20,5 \cdot 7,0 \cdot 5 = 720 \text{ м}^2$$

Общая производственная площадь поста ремонта 720 м².

2.2 Технология технического обслуживания

Перед началом ТО автомобили моют на участках наружной мойки, затем ставят на просушку.

При ТО-1 необходимо провести следующие контрольные (диагностические), крепежные и регулировочные работы.

Провести общие контрольно-осмотровые работы ЕТО. Проверить крепление двигателя и узлов систем питания и выпуска отработавших газов, привод сцепления и свободный ход педали. Проверить крепление, составные части и работу трансмиссии и двигателя.

Проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, герметичность соединений ведущих мостов.

Проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней и стопорных шайб гаек, люфт рулевого колеса и шарниров рулевых тяг, подшипников ступиц колес.

Проверить работу компрессора, герметичность трубопроводов, приборов тормозной системы, шплинтовку пальцев штоков тормозных камер пневматического привода тормозов, свободный и рабочий ход педали тормоза.

Проверить состояние рамы, узлов и деталей подвески, буксирного (опорно-сцепного) устройства, крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них.

Проверить кабину, платформу (кузов) и оперение автомобиля, состояние и действие запорного механизма, упора ограничителя и страхового устройства опрокидываемой кабины, крепление платформы к раме автомобиля, запасного колеса, крыльев, подножек, брызговиков.

Проверить состояние приборов системы питания, их крепления и герметичность соединений. У дизельных автомобилей проверить действия привода управления подачей топлива.

При обслуживании приборов электрооборудования следует очистить

аккумуляторную батарею от пыли и грязи, следов электролита, проверить состояние наконечников проводов и их крепления к выводным штырям, уровень электролита. Проверить действие звукового сигнала, ламп освещения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов, фар, подфарников, задних фонарей, стоп-сигнала и стартера; крепление генератора и состояние контактных соединений.

Смазать узлы трения и проверить уровень масла в картерах агрегатов и бочках гидроприводов; проверить уровень жидкости в гидроприводах тормозов и выключения сцепления. Прочистить сапуны коробки передач и мостов; спустить конденсат из воздушных баллонов пневматического привода тормозов.

У дизельных автомобилей слить отстой из топливного бака и фильтров грубой и тонкой очистки топлива, проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

После обслуживания автомобиля необходимо проверить работоспособность агрегатов, механизмов и приборов пробегом автомобиля.

Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам заключается в проверке осмотром состояния надрамника, брусьев надрамника и шарнирных устройств подъема платформы, опорносцепного и буксирного устройств, состояние и герметичность соединений маслопроводов, шлангов, действия подъема платформы, состояние заднего борта и действия его запорного устройства. Необходимо проверить уровень масла в бачке механизма подъема, при необходимости долить.

При ТО-2 выполняют все работы, предусмотренные ТО-1, и дополнительно контрольно-регулирующие работы. При необходимости меняют масло в двигателе, агрегатах трансмиссии, рулевом управлении и др.

Приборы систем охлаждения и питания двигателя, электрооборудования, приводов тормозов, гидроусилителя руля и другие должны быть тщательно проверены на автомобиле, а наиболее сложные из них должны быть сняты с автомобиля, проверены и отрегулированы на специальных приборах и стендах.

Необходимо проверить углы установки и поворота передних колес, состояние и регулировку подшипников всех колес.

Проверить состояние окрашенных поверхностей; при необходимости нужно очистить поверхность от коррозии и нанести защитное покрытие.

Сезонное обслуживание проводится при очередном ТО-2 с целью подготовки автомобиля к работе в зимних или летних условиях эксплуатации. При СТО автомобиля выполняют все виды работ, предусмотренные ТО-2, и дополнительно проводят промывку системы - охлаждения двигателя, проверку состояния и действия сливных кранов систем охлаждения, питания и тормозов, проверку заправку систем соответствующей жидкостью. Проводят замену масла в двигателе, агрегатах трансмиссии, рулевом управлении. Проверяют состояние аккумуляторных батарей. Проверить стеклоочистители, термостат и жалюзи радиатора, исправность датчика включения муфты вентилятора, системы охлаждения, и датчиков аварийных аккумуляторов температуры жидкости охлаждения и давления масла в системе смазки, состояние уплотнений дверей и окон.

Отрегулировать карбюраторы и топливные насосы высокого давления для работы в зимних условиях; укомплектовать автомобили утеплительными чехлами капота и радиатора и буксирным тросом.

2.3 Охрана труда и техника безопасности

2.3.1 Общие требования безопасности

К самостоятельной работе по ремонту и техническому обслуживанию автомобилей допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, получившие вводный инструктаж и _ первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда, прошедшие проверку знаний по управлению грузоподъемными механизмами.

Автомеханик, не прошедший своевременно повторный инструктаж по охране труда (не реже 1 раза в 3 месяца) не должен приступать к работе.

Автомеханик обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, утвержденные на предприятии..

Продолжительность рабочего времени автомеханика не должна превышать 40 ч. в неделю. Продолжительность ежедневной работы (смены) определяется правилами внутреннего трудового распорядка или графиками сменности, утверждаемыми работодателем.

Автомеханик должен знать, что, наиболее опасными и вредными производственными факторами, действующими на него при проведении технического обслуживания и ремонта транспортных средств, являются:

- автомобиль, его узлы и детали;
- оборудование, инструмент и приспособления;
- электрический ток;
- этилированный бензин;
- освещенность рабочего места.

Автомобиль, его узлы и детали - в процессе ремонта возможно падение вывешенного автомобиля или снимаемых с него узлов и деталей, что приводит к травмированию.

Гаражно-ремонтное и технологическое оборудование, инструмент, приспособления - применение неисправного оборудования, инструмента и приспособлений приводит к травмированию. Автомеханику запрещается пользоваться инструментом, приспособлениями, оборудованием, обращению с которыми он не обучен и не проинструктирован.

Электрический ток - при несоблюдении правил и мер предосторожности может оказывать на людей опасное и вредное воздействие, проявляющееся в виде электротравм (ожоги, электрометаллизация кожи), электроударов.

Бензин, особенно этилированный, - действует отравляюще на организм человека при вдыхании его паров, загрязнении им тела, одежды, попадании его в организм с пищей или питьевой водой.

Освещенность рабочего места и обслуживаемого (ремонтируемого) узла, агрегата, недостаточная (избыточная) освещенность вызывает ухудшение (напряжение) зрения, усталость.

Автомеханик должен работать в специальной одежде и в случае необходимости использовать другие средства индивидуальной защиты.

2.3.2 Инструкция по охране труда при работе на стенде

1. Общие требования охраны труда

1.1. Если возможно, надо обезопасить территорию тормозного стенда с помощью ограждений и цветowych отметок на полу или с помощью предупреждений об опасности с лампочками «ОСТОРОЖНО! ИДЁТ ПРОВЕРКА ТОРМОЗОВ!»

1.2. Если устройство проверки тормозов установлено в зоне движения транспорта автомастерской или на территории, открытой для свободного доступа, важно закрыть тормозной стенд или отделить его ограждениями, если он не используется.

1.3. Если устройство проверки тормозов находится в «спящем» режиме, надо заблокировать главный выключатель для предотвращения несанкционированного использования.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1. К работе на стенде допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие вводный инструктаж,

инструктаж и стажировку на рабочем месте, имеющие первую группу по электробезопасности.

2.2. Перед проведением проверочных действий важно убедиться, что никто не стоит рядом с роликами, и что оператор сидит в автомобиле в ходе проверочных действий.

3. Требования охраны труда во время работы

3.1. В ходе проверки тормозов, необходимо убедиться, что никто не стоит вблизи крутящихся роликов.

3.2. Не проводить работы по настройке при крутящихся роликах!

3.3. Не заводить мотор с помощью привода тормозного стенда!

3.4. Не парковать транспортные средства на роликовых тормозных стендах – в особенности, не ведущей осью, не со включённой передачей и не с включённым зажиганием (если это дизельное транспортное средство – то даже не с выключенным зажиганием) из-за риска, что двигатель машины заработает от начального движения роликов, и никем не управляемый автомобиль выйдет из-под контроля.

3.5. Эксплуатационный режим «аварийный режим эксплуатации» следует применять только при съезде автомобиля с роликов в случае повреждения тормозного стенда в процессе эксплуатации.

3.6. Необходимо вынуть ключ для аварийной эксплуатации из блока индикаторов и спрятать в надёжном месте, чтобы предотвратить несанкционированное использование.

3.7. При активации «автоматического режима эксплуатации» ролики начинают крутиться, как только автомобиль заезжает на тормозной стенд. Поэтому ИК передатчик следует держать внутри автомобиля, чтобы можно было выключить стенд с водительского места в случае возникновения аварийной ситуации.

3.8. Ненадлежащее обращение с ИК передатчиком может стать причиной случайного ввода роликов в эксплуатацию.

4. Требования охраны труда в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийной ситуации, угрожающей здоровью и жизни работающих, оповестить об опасности окружающих людей, прекратить все работы, доложить непосредственному руководителю о происшествии и действовать в соответствии с его указаниями.

При поломке оборудования угрожающей аварией прекратить его эксплуатацию, а также подачу к нему электроэнергии. Докладить о принятых мерах непосредственному руководителю (лицу, ответственному за безопасную эксплуатацию оборудования) и действовать в соответствии с полученными указаниями.

При несчастном случае на производстве, остром заболевании (отравлении) пострадавшему оказать первую помощь, при необходимости доставить в лечебное учреждение здравоохранения, незамедлительно сообщить о происшедшем непосредственному руководителю.

4.4. При поражении работника электрическим током, незамедлительно освободить пострадавшего от воздействия тока, применяя диэлектрические средства и соблюдая меры предосторожности.

4.5. При обнаружении признаков возникновения пожара (горения, задымления, запаха гари, повышения температуры и т.п.) каждый работник обязан: немедленно сообщить по телефону (01) в пожарную охрану при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию; принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей. незамедлительно сообщить о происшедшем непосредственному руководителю.

2.4 Пожарная безопасность на участке

1. Введение

1.1. Настоящая инструкция регламентирует основные требования к работникам по предупреждению пожаров и предотвращению ожогов.

1.2. Все работники должны знать места расположения средств пожаротушения и уметь ими пользоваться. Каждый работающий, обнаруживающий загорание или пожар, должен немедленно сообщить об этом в объектовую или городскую пожарную охрану, принять меры к вызову руководителей предприятия и приступить к тушению пожара имеющимися средствами.

1.3. При выполнении различных видов работ необходимо знать и помнить, что возгорание и несчастные случаи наиболее часто могут происходить при:

- промывке деталей, агрегатов и двигателя легковоспламеняющимися жидкостями (бензином, дизельным топливом и др.);
- подаче топлива в карбюратор движущегося автомобиля из открытой ёмкости «самотёком»;
- сварке или пайке не промытой и не пропаренной ёмкости из-под легковоспламеняющихся жидкостей;
- неправильной транспортировке и хранении легковоспламеняющихся веществ;
- применении нестандартных или несоответствующих номинальному ток электрических предохранителей;
- неисправной электропроводке;
- работе в загрязнённой горюче- смазочными материалами специальной одежде;
- работе с открытым огнем вблизи легковоспламеняющихся веществ;
- тушении пожара на автомобиле без использования средств пожаротушения.

2. Общие требования безопасности

2.1. При пуске двигателя и уходе за ним:

2.2. Во избежание пожара на автомобиле пуск двигателя производить при установленном воздушном фильтре.

2.3. Для мойки двигателя снаружи использовать только пожаробезопасные моющие средства.

2.4. Запрещается:

- использовать для этой цели бензин и другие легковоспламеняющиеся жидкости;
- допускать скопления на двигателе грязи, масла и топлива;
- подогревать двигатель и другие агрегаты открытым огнём.

3. Перед выездом на линию и работе на линии

3.1. Проверить наличие и исправность электропредохранителей и электропроводки. Все предохранители должны быть стандартными и соответствовать номинальному току. Электропроводка не должна иметь оголённых мест, а места её соединения должны исключать возможность искрообразования.

3.2. Проверить герметичность системы питания (нет ли подтекания топлива или утечки газа). При обнаружении утечек принять меры к их устранению.

3.3. Проверить укомплектованность автомобиля исправными огнетушителями. Необходимо знать устройство огнетушителя и уметь им пользоваться.

3.4. Ремонт системы питания двигателя на линии следует производить с осторожностью, не допуская попадания бензина на двигатель и систему выпуска отработанных газов. При обнаружении на линии утечки газа из системы питания газобаллонных (газодизельных) автомобилей, за исключением арматуры баллона немедленно остановиться, закрыть расходные вентили, выработать газ из системы до остановки двигателя, затем закрыть магистральный вентиль и принять меры к устранению неисправности, если это возможно, или сообщить на предприятие.

При утечке газа из арматуры баллона необходимо отогнать автомобиль в безопасное место и выпустить или слить газ из баллона.

3.5. Перевозка легковоспламеняющихся веществ должна производиться специально оборудованным автомобилем в соответствии с действующими инструкциями.

3.6. Запрещается:

- подавать топливо в карбюратор из открытой тары «самотеком»;
- проверять наличие топлива в баке или цистерне с помощью открытого огня (зажжённой спички, зажигалки и т.п.);
- хранить и перевозить бензин, керосин и другие легковоспламеняющиеся вещества в кабине, салоне автомобиля или кузове, не приспособленном для этой цели;
- выпускать сжатый природный газ и сливать сжиженный нефтяной газ при работающем двигателе или включенном зажигании, а также в непосредственной близости от мест стоянки других автомобилей или вблизи источников огня и мест нахождения людей.

3.7. В случае загорания автомобиля во время работы на линии необходимо:

- немедленно остановить автомобиль;
- заглушить двигатель (на автомобилях, работающих на газе, перекрыть магистральный и баллонные вентили);
- принять все меры для эвакуации пассажиров (груза) и приступить к тушению пожара.

При тушении пожара на автомобиле необходимо соблюдать личную осторожность использовать огнетушители, рукавицы, не допускать загорания одежды и ожога лица, рук и т.д.

4. При ТО и ремонте автомобиля:

4.1. Не допускать подтекания топлива или масла из агрегатов автомобиля. Пролитое топливо или масло необходимо сразу же убрать с помощью песка или опилок.

4.2. Мойку снятых агрегатов и деталей автомобиля следует производить в строго установленном месте.

4.3. Отработанные масла и отстой топлива из топливных баков необходимо сливать только в специальную тару.

4.4. Хранение, слив и заправку горюче-смазочных материалов следует осуществлять только в специально предназначенных для этой цели местах.

4.5. Перед ремонтом (сваркой, пайкой) ёмкость из-под легковоспламеняющихся веществ необходимо опорожнить, отсоединить и снять все трубопроводы, в которых может находиться легковоспламеняющаяся жидкость. Опорожнённую ёмкость, а также трубопроводы необходимо тщательно промыть горячей водой, продуть паром для полного удаления следов этих жидкостей..

4.6. Курить на территории предприятия разрешается только в специально отведённых для этих целей местах.

4.7. Загрязнённую горюче-смазочными материалами специальную одежду следует своевременно сдавать в химчистку (стирку).

5. Запрещается:

- проверять аккумуляторы путём короткого замыкания; для этой цели следует пользоваться нагрузочной вилкой;

- сливать отработанные масла и отстой топлива из топливных баков в водостоки и канализацию;

- работать в специальной одежде, облитой топливом;

- подходить к открытому огню, курить и зажигать спички, если руки и специальная одежда облита топливом;

- пользоваться бензином для стирки одежды, мытья рук, отмывания стен и пола;

- пользоваться открытым огнём в помещениях, предназначенных для ТО, ремонта и стоянки, а также на открытых стоянках;

- хранить на рабочем месте промасленный обтирочный материал, легковоспламеняющиеся вещества, кроме предназначенных для этой цели металлических ящиков с крышками;

- применять самодельные нагревательные электроприборы.

2.5 Производственная гимнастика

2.5.1 Физическая культура в режиме рабочего дня

Рациональный, научно обоснованный сменный режим труда и отдыха - это такое чередование периодов работы и перерывов на отдых, при котором сохраняется высокая производительность труда и высокий уровень работоспособности человека и отсутствует чрезмерное утомление в течение всей рабочей смены. Оптимальный режим труда и отдыха должен соответствовать следующим основным требованиям. Во-первых, он должен обеспечить высокую производительность труда, показателем которой может служить количество продукции, произведенной за смену, время, затраченное на единицу продукции, наличие и отсутствие брака. Во-вторых, он способствует сохранению высокого уровня работоспособности, который характеризуется следующими признаками: восстановлением функциональных показателей во время перерывов до уровня, низкого к дорабочему; наличием устойчивого уровня функциональных психофизиологических показателей во время работы и после окончания ее последовательных периодов; быстрой вработываемостью, длительным поддержанием высокого уровня работоспособности и продолжительности труда; предупреждением и ограничением развития глубоких стадий производственного утомления.

При определении эффективности вновь разработанного режима труда и отдыха необходимо сравнить регулирование ключевых физиологических функций до и после рационализации режима с существующими нормальными границами (пределами) и оптимальным уровнем определения данных ключевых функций.

Для оптимизации сменного режима труда и отдыха, способности и производительности труда используется производственная гимнастика, отдельные упражнения и комплексы оздоровительно-профилактической

гимнастики, ходьба, спортивные игры во время обеденного перерыва и другие средства восстановления работоспособности (массаж, водные процедуры, психорегулирующие занятия).

2.5.2 Производственная гимнастика

Особое место в оптимизации режима труда и отдыха принадлежит производственной гимнастике. Богатый опыт сотен предприятий, многочисленные научные исследования, проведенные за последние два десятилетия, как на производстве, так и в лабораториях, утверждают неоспоримую пользу введения рационально организованной производственной гимнастики в режим труда на различных участках современного производства.

Большое практическое значение производственной гимнастики видно в том, что она способствует ускорению вхождения в работу в начале рабочего дня (вводная гимнастика) и предупреждает снижение работоспособности в конце первой половины рабочего дня и в последних часах работы (физкультурная пауза и физкультминуты). В этом и физиологичен смысл «острого» влияния вводной гимнастики. В середине и в конце рабочего дня применение комплексов физических упражнений физкультурной паузы и физкультурной минуты направлено на ускорение и углубление отдыха во время регламентированных перерывов. В этом физиологический смысл «острого» действия физкультурных пауз и физкультминуток.

2.5.3 Вводная гимнастика

Цель вводной гимнастики заключается в том, чтобы посредством выполнения определенным образом подобранных гимнастических упражнений в течение 4—5 мин. ускорить протекание физиологических

процессов и тем самым создать состояние большей готовности к работе, ускорить и оптимизировать проявление РДС.

Вводная гимнастика должна быть направлена на совершенствование функционирования соответствующего стереотипа деятельности нервных центров. В комплексе упражнений вводной гимнастики целесообразно применять такие упражнения, которые были бы близки к действиям, выполняемым во время работы. Поэтому перед применением вводной гимнастики необходимо хорошо изучить выполняемую на данном производственном участке работу и подобрать упражнения, ускоряющие проявление функций тех органов и систем, которые играют ведущую роль в процессе данного конкретного вида труда. В частности, в вводной гимнастике целесообразно применять упражнения с возрастающим темпом движений – от медленного до умеренного и от умеренного до повышенного. При этом для обеспечения быстрого усвоения производственного рабочего места рекомендуется в вводной гимнастике развивать несколько превышающий средний темп работы.

При построении комплексов вводной гимнастики (как комплексов физкультурной паузы) рекомендуется учитывать следующие стороны трудовой деятельности:

1. рабочую позу (стоя или сидя), положение туловища (согнутое или прямое, свободное или напряженное);
2. рабочие движения (быстрые или медленные, напряженные или ненапряженные, с большой амплитудой или силой, симметричные или асимметричные, однообразные или разнообразные и т. п.);
3. характер трудовой деятельности (точность движений, повторяемость движения, быстроту реакций, напряженность и концентрацию (внимания, нагрузку на органы чувств, психическую и мышечную нагрузку, монотонность труда, сложность и интенсивность мыслительных процессов);

4. степень и характер утомления по субъективным показателям (рассеянное внимание, ощущение болей в мышцах, головная боль, раздражительность и т.п.);

5. наличие людей, занимающихся производственной гимнастикой, имеющих отклонения в здоровье (для них целесообразно подобрать специальный комплекс с учетом отклонений в здоровье, не забывая при этом задач производственной гимнастики).

Для рационального подбора упражнений необходимо правильно изучить рабочие движения: их форму, число повторений, темп и ритм, характер участия в работе определенных мышечных групп (степень развиваемых ими усилий, взаимодействие друг с другом и т. п.). Такой анализ позволяет определить умеренную нагрузку на те мышечные группы и нервные центры, которые будут заняты в последующей трудовой деятельности. При составлении комплексов вводной гимнастики и физкультурной паузы целесообразно учитывать следующие основные принципы:

- 1) соответствие содержания комплексов задачам конкретной формы производственной гимнастики;
- 2) разностороннее воздействие комплексов на организм занимающихся;
- 3) соответствие применяемых упражнений особенностям занимающихся и условиям проведения занятий;
- 4) взаимодействие упражнений в комплексе гимнастики;
- 5) соответствие нагрузки подготовленности занимающихся;
- 6) необходимость физического совершенствования занимающихся.

Исходя из этих принципов в общем случае в комплекс вводной гимнастики следует включать следующие группы упражнений:

I. Ходьба.

II. Упражнения на поддержание с глубоким дыханием.

III. Упражнения для мышц туловища и плечевого пояса (наклоны, повороты туловища с большой амплитудой и активными движениями рук).

IV. Упражнения на растягивание мышц ног, а также упражнения общего воздействия (полу шпагаты, приседания, бег на месте, подскоки).

V. Упражнения для мышц рук и плечевого пояса (на растягивание и мышечное усилие, для сохранения хорошей осанки).

VI. Упражнения на точность движений и концентрацию внимания.

Коллективное выполнение упражнений в общем режиме и темпе помогает сосредоточить внимание, поднимает настроение и улучшает самочувствие. Первое упражнение должно быть организующим. Обычно – это ходьба в среднем темпе под бодрую музыку. Второе упражнение – потягивание с глубоким дыханием – выполняется в медленном темпе. Общая нагрузка от упражнений не должна вызывать чувства усталости. Для этого необходимо соблюдать определенные правила:

1. Во время выполнения упражнений занимающиеся должны испытывать чувство доступной мышечной работы, посильной и приятной.

2. Необходимо создавать легкое тонизирующее состояние основных работающих мышечных групп.

3. Заканчивать вводную гимнастику рекомендуется двумя упражнениями, одно из которых снимает излишнее возбуждение, другое помогает настроиться на предстоящую производственную деятельность. Последнее упражнение – на совершенствование точности движений и концентрацию внимания – выполняется в темпе предстоящих рабочих движений.

4. После выполнения всего комплекса упражнений у занимающихся не должно появляться желание отдохнуть.

2.5.4 Физкультурная пауза

Другой формой производственной гимнастики, проводимой в первую и вторую половины рабочего дня в течение 5-6 минут, является физкультурная пауза, в течение которой выполняете комплекс из 6-7 специально подобранных физических упражнений. Физиологическое значение физкультурных пауз состоит в ускорении и углублении отдыха во время регламентированных перерывов, в восстановлении нарушенных динамических стереотипов и в предупреждении возможного их нарушения. Отсюда следует очень важное положение: назначать перерывы для физкультурных пауз целесообразно в моменты, предшествующие развитию утомления, с тем расчетом, чтобы предотвратить возможность снижения работоспособности и сохранить на всем протяжении рабочего дня высокий уровень производительности труда. Поэтому их надо назначать в моменты наступления начальных признаков утомления, которые желательно определять в предварительных исследованиях изменений работоспособности у работающих на данном участке производства. Во время физкультурных пауз, т.е. активного отдыха, выполняются такие упражнения, которые обеспечивают переключение деятельности на мышечные группы, не участвовавшие (или мало участвовавшие) в основной работе. Эта рекомендация основана на одном из основных естественных законов высокой производительности труда – законы перемены деятельности. Если упражнения для активного отдыха (физкультурной паузы) выбраны правильно, то по закону индукции в мышцах и нервных центрах, утомленных предыдущей работой, индуцируется (наводится) торможение, под воздействием которого ускоряются и углубляются процессы восстановления, активизируется их отдых. Однако установлено, что при чрезмерных раздражениях «работающих» во время активного отдыха нервных центров описанный механизм расстраивается и дает отрицательный эффект. В связи с этим необходимо организовать физкультурную паузу так, чтобы создать наилучшие условия для переключения внимания и деятельности работающих (соответствующий комплекс упражнений, психологическая обстановка,

методически рациональное проведение физкультурной паузы и т.д.). Целесообразно подбирать такие упражнения, которые давали бы сильную тонизирующую нагрузку, способствовали углублению торможения и ускорению восстановительных процессов в соответствующих нервных центрах. Исследования показали, что выполнение комплекса физкультурной паузы в среднем и быстром темпе восстанавливает работоспособность гораздо эффективнее, чем выполнение этих же упражнений в медленном темпе. Это относится как к работе легкой и средней физической тяжести, так и к тяжелой физической работе. В общем случае, как показывает опыт работы, комплексы физкультурных пауз целесообразно менять через четыре недели. Нагрузка в комплексе физкультурной паузы в общем случае нарастает в середине комплекса и затем снова понижается. Однако в зависимости от характера условий труда, от физической подготовленности занимающихся нагрузка в комплексе физкультурной паузы может значительно изменяться (при этом она не должна быть чрезмерной и разрушать восстановительный эффект физкультурной паузы).

При выборе упражнений для комплекса физкультурной паузы необходимо кроме общих теоретических положений учитывать характер труда (рабочая поза, темп и ритм рабочих движений, их интенсивность, степень и характер мышечных усилий), напряжение анализаторов, концентрацию внимания и т. п.

При определении нагрузки производственной гимнастики необходимо найти и соблюдать оптимальное соотношение между рабочей нагрузкой и нагрузкой упражнений. Степень нагрузки для упражнений активного отдыха определяют, руководствуясь следующими правилами.

Работающим с незначительной физической нагрузкой обычно предлагают легкие и средние по нагрузке упражнения; для лиц, работающих со средней физической нагрузкой, подбирают более трудные по нагрузке упражнения; при труде, требующем участия всех мышечных групп конечностей и туловища, рекомендуются упражнения на расслабление мышц

с учетом физиологических взаимоотношений нервной индукции, существующих, между нервными центрами различных мышечных групп, а также упражнения на растягивание мышц и со средней нагрузкой на неработающие мышцы. При напряженной, умственной работе, сопровождающейся выраженным нервным возбуждением, нагрузка во время физкультурной паузы должна быть увеличена, комплекс включает в себя упражнения с повышенной нагрузкой (с элементами статических усилий).

При разработке типовых комплексов упражнений физкультурной паузы в настоящее время пользуются классификацией деления разных профессий на четыре основные группы труда. В первую группу объединены профессии, связанные с выполнением кратковременных операций. Они требуют небольших физических нагрузок и отличаются монотонностью рабочих действий. При этом виде труда у рабочих на протяжении длительного времени значительно напряжено внимание и зрение; рабочие длительно находятся в однообразной позе и выполняют мелкие и точные, весьма однообразные движения, главным образом пальцами рук (например, швейницы, сборщики мелких механизмов, перфораторщицы, кесари-лекальщики и др.).

Для представителей этой группы труда упражнения физкультурной паузы рекомендуется чередовать следующим образом:

1. Упражнения в потягивании.
2. Упражнения для мышц туловища, рук и ног (повороты, наклоны в стороны и вперед с движениями рук и ног).
3. Те же упражнения, но выполнение их более интенсивное.
4. Приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу.
5. Упражнения для туловища, рук и ног.
6. Расслабление мышц рук.
7. Упражнения на точность и координацию движений.

Нагрузка увеличивается постепенно, достигая максимума в четвертом упражнении, а затем понижается.

Ко второй группе относятся представители профессий, работа которых отличается умеренными физическими усилиями, значительным напряжением внимания при большом разнообразии трудовых движений (имеются в виду станочники – токари, фрезеровщики, автоматчики, шлифовальщики, текстильщицы и др.). Для этой группы комплекс составляется из разнообразных динамических упражнений, подбираемых так, чтобы они не явились дополнительной нагрузкой для мышц, которые участвовали в предшествующей производственной деятельности. Комплекс физкультурной паузы составляется из следующих упражнений:

1. Упражнения в потягивании.
2. Упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением).
3. Упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением).
4. Упражнения махового характера для различных мышечных групп.
5. Приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу.
6. Маховые движения ногами, позволяющие расслабить мышцы голени и стопы.
7. Упражнения в расслаблении наиболее активно работавших мышечных групп с динамическими усилиями для других.
8. Упражнения на точность и координацию движений.

В третью группу объединяются представители профессий, чей труд отличается большими физическими усилиями и выполнением разнообразных рабочих действий, часто в очень быстром темпе. К ним можно относят формовщиков, прокатчиков, обрубщиков, строительных рабочих, шахтеров и др. В комплекс для рабочих этой группы труда наряду с упражнениями, направленными на общее разностороннее укрепление организма, включаются упражнения на растягивание и расслабление работавших мышц. Одновременно полезно выполнение динамических упражнений

поработавшими мышечными группами. Особо важное значение приобретает медленное выполнение упражнений с глубоким дыханием.

Физкультурную паузу полезно сочетать с легкими водными процедурами (после выполнения упражнений обтирать теплой водой шею, пояс туловища и растираться полотенцем).

Комплекс физкультурной паузы для лиц, выполняющих тяжелую физическую работу, целесообразно составлять из следующих упражнений:

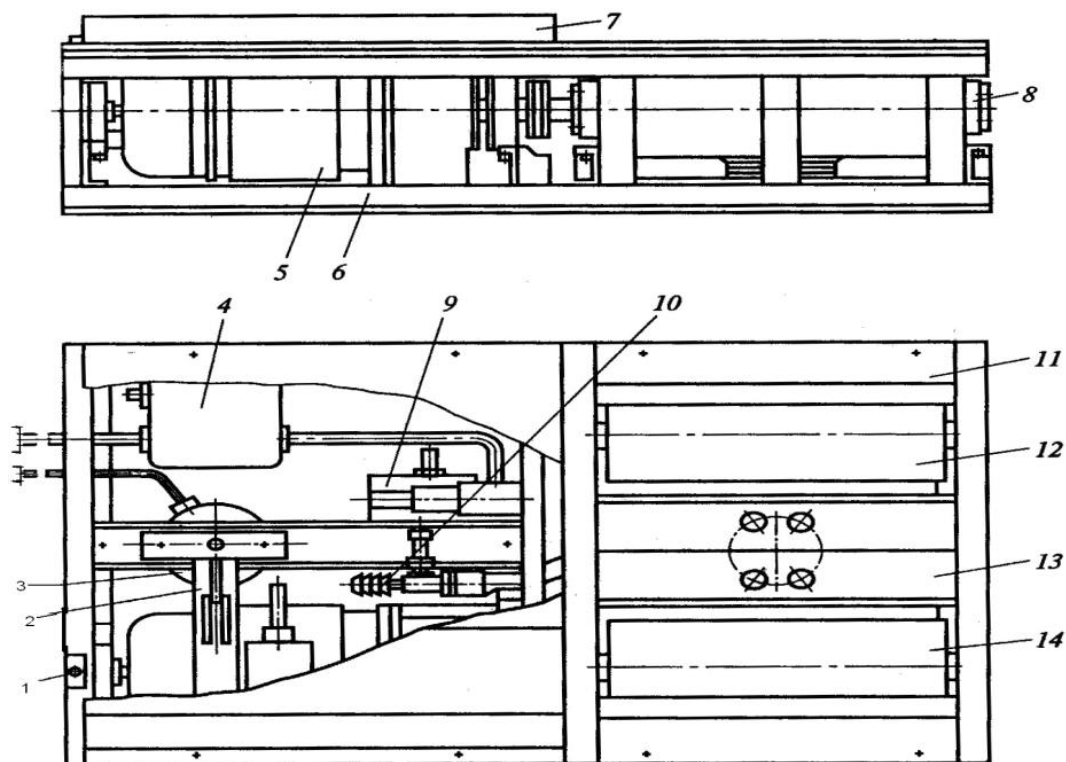
1. Упражнения в потягивании (как правило, прогибанием) с глубоким дыханием, заканчивающиеся расслаблением мышц рук и плечевого пояса.
2. Упражнения в глубоком дыхании и расслаблении мышц рук.
3. Отдых, сидя в удобной позе (или лежа) с расслабленными мышцами всего тела (1-2 мин.). Затем в этой же позе движения ногами.
4. Упражнения, способствующие улучшению осанки, подвижности суставов и растягиванию активно работающих мышечных групп (наклоны, повороты туловища).
5. Активные движения руками (вращения, рывки, круговые движения).
6. Упражнения для мышц ног, туловища (махи, выпады, приседания, прыжки, бег на месте).
7. Упражнения на совершенствование координации движений и концентрацию внимания.

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание и принцип работы разрабатываемого тормозного стенда

Разрабатываемый тормозной стенд предназначен для определения эффективности тормозных систем автомобилей массой в снаряженном состоянии до 13000 кг и шириной колеи 1100-1500 мм (рисунок 3.1).

В комплект стенда входят: опорное устройство, пульт управления, выносной пульт, цифропечатающее устройство.



1 - заземление; 2-рычаг; 3 - датчик силоизмерительной системы; 4 - клеммная коробка; 5 - мотор-редуктор; 6 - рама; 7 - крышка; 8 - опоры; 9 - пневмораспределитель; 10 - штуцер подсоединения подъемника 2-го блока; 11- трап; 12 - поддерживающий ролик; 13 - подъемник; 14 - ведущий ролик

Рисунок 3.1 - Блок роликов тормозного стенда

При заданном усилии на педали тормоза на стенде осуществляется контроль общей удельной тормозной силы и осевой неравномерности тормозных сил.

Технические характеристики тормозного стенда:

Нагрузка на ось, т	13
Мощность электродвигателей	2 x 15кВт
Длина барабанов, мм	600
Диаметр барабанов, мм	220
Расстояние между осями барабанов, мм-	625

Скорость вращения барабанов, км/час - 5

Максимальная производительность стенда - 10 авт/ч.

Для обеспечения удобства съезда автомобиля с роликов стенда между ними установлен пневмоприемник.

Ролики 12 и 14 стенда при установленном на них колесе автомобиля приводятся во вращение с постоянной скоростью от балансирно подвешенного мотор-редуктора 5. При затормаживании колеса возникающий реактивный момент передается на датчик силоизмерительной системы 3, выходной сигнал которого пропорционален тормозной силе на колесе. Сигнал с датчика усиливается и поступает на компараторы неравномерности и суммы и параллельно на цифровые приборы контроля тормозных сил.

Аналогично происходит испытание и другого колеса оси, установленного на рядом расположенном блоке роликов.

Передача движения от электродвигателя к роликам осуществляется через планетарный редуктор, который отбалансирован вместе с электродвигателем.

3.2 Определение основных параметров тормозного стенда

К основным параметрам тормозных стендов относятся:

1. размеры беговых барабанов;
2. расстояние между осями барабанов одной секции стенда;
3. скорость вращения автомобильного колеса на стенде;
4. максимально возможная тормозная сила на колесе;

1. Диаметр барабана выбирается в зависимости от размера автомобильного колеса и обеспечения условий качения, приближенным к дорожным.

Диаметр барабана определяется по формуле:

$$D_6 \geq (0,4 \dots 0,6) \cdot D_k, \quad (3.1)$$

где D_6 – диаметр барабана, мм;

D_k – диаметр колеса автомобиля, мм.

$$D_6 \geq (0,2 \dots 0,4) \cdot 1052 = 210 \dots 420 \text{ мм.}$$

Принимаю диаметр барабана тормозного стэнда равным $D_6 = 220$ мм.

Длина барабана зависит от типа автомобиля и его параметров.

Рекомендуется длину барабана определять по формуле:

$$L_6 = \frac{K_H - K_B}{2} + A, \quad (3.2)$$

где K_H – наибольшая наружная колея типов автомобилей, для которых рассчитан стэнд, мм;

K_B – наименьшая внутренняя колея типов автомобилей, для которых рассчитан стэнд, мм;

A – коэффициент, учитывающий тип автомобиля (для легковых автомобилей $A = 150$ мм, для грузовых $A = 100$ мм).

$$L_6 = \frac{2060 - 1110}{2} + 100 = 575 \text{ мм.}$$

Принимаем длину барабана тормозного стэнда $L_6 = 600$ мм.

Общая длина продольной оси барабана (ширина стэнда) определяется по формуле:

$$L_{об} = 2 \cdot L_6 + L_{мб} = K_H + A, \quad (3.3)$$

где $L_{мб}$ – расстояние между барабанами, мм.

$$L_{об} = 2060 + 100 = 2160 \text{ мм.}$$

2. Расстояние между осями барабанов определяет устойчивость автомобиля на стенде и возможность самостоятельного съезда автомобиля с него.

Достаточная устойчивость обеспечивается при условии равенства:

$$\operatorname{tg} \alpha = \varphi, \quad (3.4)$$

где α – угол между прямой, соединяющей ось колеса и ось барабана тормозного стенда и горизонтальной осью;

φ – коэффициент сцепления шины с поверхностью барабана.

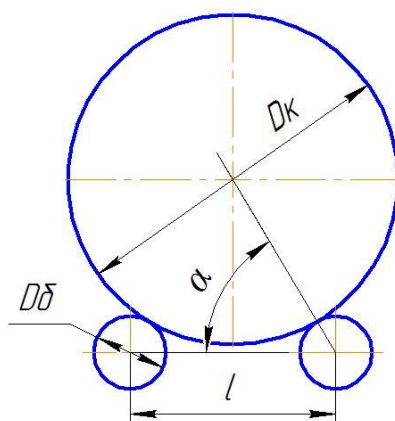


Рисунок 3.2 – Схема к расчету параметров тормозного стенда

Для стендов с расположением барабанов на одном уровне условия устойчивости и съезда автомобиля со стенда находятся в противоречии. Чем больше расстояние между осями барабанов, тем лучше сцепление колеса с барабаном; чем меньше расстояние между осями барабанов, тем лучше съезд.

Экспериментально установлено, что:

$$l_{max} = b \cdot (r_k + r_b) \text{ и } l_{min} = 2 \cdot r_b + 20, \quad (3.5)$$

где l – расстояние между осями барабанов тормозного стенда, мм;

r_k – радиус колеса автомобиля, мм;

r_b – радиус барабана тормозного стенда, мм;

b – величина, учитывающая наличие устройств, облегчающих съезд.

Так как в разрабатываемом стенде установлено подъемное устройство, облегчающее съезд автомобиля, то $b = 1,65$.

$$l_{max} = 1,65 \cdot (526 + 300) = 1360 \text{ мм.}$$

$$l_{min} = 2 \cdot 300 + 20 = 620 \text{ мм.}$$

Оптимальное расстояние между осями барабанов можно также определить по следующей зависимости:

$$l = \frac{(r_k + r_6) \cdot 2\varphi}{\sqrt{1 + \varphi^2}}. \quad (3.6)$$

$$l = \frac{(526 + 300) \cdot 2 \cdot 0,4}{\sqrt{1 + 0,4^2}} = 623,5 \text{ мм.}$$

Принимаем расстояние между осями барабанов $l = 625$ мм.

3. Скорость вращения колес автомобиля на стенде принимаю равным 5 км/ч.

4. Тормозная сила на колесе зависит от уровня расположения барабанов, числа ведущих барабанов (в одной секции), расстояния между осями барабана и коэффициента сцепления шины с опорной поверхностью.

Количественно значение максимальной тормозной силы определяется по формуле:

$$P_{tmax} = R \cdot \varphi, \quad (3.7)$$

где P_{tmax} – максимальная тормозная сила, Н;

R – нормальная реакция ведущего барабана, Н;

φ – коэффициент сцепления.

Так как проектируемый тормозной стенд имеет барабаны на общем уровне и связанные цепной передачей, т.е. оба барабана ведущие, то нормальная реакция барабанов определяется по следующим формулам:

$$R_1 = \frac{G \cdot (\sin \alpha - \varphi \cdot \cos \alpha)}{(1 + \varphi^2) \cdot \sin 2\alpha}; \quad (3.8)$$

$$R_2 = \frac{G \cdot (\sin \alpha + \varphi \cdot \cos \alpha)}{(1 + \varphi^2) \cdot \sin 2\alpha}; \quad (3.9)$$

где G – вес автомобиля приходящегося на одно колесо, Н.

$$R_1 = \frac{13000 \cdot (\sin 59^\circ - 0,4 \cdot \cos 59^\circ)}{(1 + 0,4^2) \cdot \sin 2 \cdot 59^\circ} = 8266,7 \text{ Н.}$$

$$R_2 = \frac{13000 \cdot (\sin 59^\circ + 0,4 \cdot \cos 59^\circ)}{(1 + 0,4^2) \cdot \sin 2 \cdot 59^\circ} = 13495 \text{ Н.}$$

Реализуемая максимальная тормозная сила определяется по формуле:

$$P_{\text{тmax}} = \frac{G \cdot \varphi}{(1 + \varphi^2) \cdot \cos \alpha}. \quad (3.10)$$

$$P_{\text{тmax}} = \frac{13000 \cdot 0,4}{(1 + 0,4^2) \cdot \cos 59^\circ} = 8700 \text{ Н.}$$

3.3 Определение мощности электродвигателя

Требуемая мощность электродвигателя определяется по формуле:

$$N_{\text{эл.треб}} = \frac{P_{\text{тmax}} \cdot V_6}{3600 \cdot \eta \cdot k} \quad (3.11)$$

где $P_{\text{тmax}}$ – максимальная тормозная сила, Н;

V_6 – окружная скорость барабанов, км/ч;

η – коэффициент полезного действия станда (принимается $\eta = 0,75 \dots 0,85$);

k – коэффициент, учитывающий возможность кратковременной перегрузки электродвигатель (принимается $k = 1,1 \dots 1,25$);

$$N_{\text{эл.треб}} = \frac{8703,7 \cdot 5}{3600 \cdot 0,75 \cdot 1,25} = 12,8 \text{ кВт.}$$

Требуемая частота вращения барабанов тормозного стенда определяется по формуле:

$$n_6 = \frac{V_6 \cdot 10^5}{6 \cdot \pi \cdot D_6} \quad (3.12)$$

$$n_6 = \frac{5 \cdot 10^5}{6 \cdot 3,14 \cdot 220} = 139,5 \text{ мин}^{-1}.$$

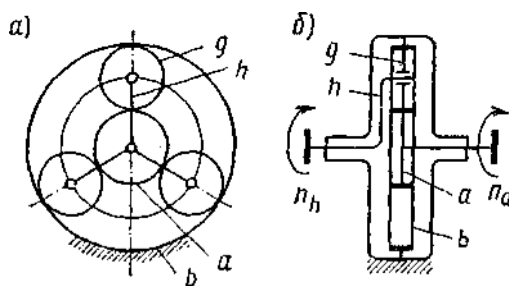
Принимаем $n_6 = 140 \text{ мин}^{-1}$.

Электродвигатель для тормозного стенда выбираем из условия $N_{эл} > N_{эл.трэб}$.

Выбираем двигатель 4A160M6 со следующими характеристиками: мощность $N_{эл} = 15 \text{ кВт}$, частота вращения $n_{эл} = 970 \text{ мин}^{-1}$.

3.4 Расчет привода барабанов стенда

Передача движения от электродвигателя к роликам осуществляется через планетарный редуктор (рисунок 3.3), т.к. планетарный редуктор обладает широкими кинематическими возможностями и позволяет использовать передачу как редуктор с постоянным передаточным отношением.



а - центральное колесо с наружными зубьями; б - центральное колесо с внутренними зубьями; h – водило; g - сателлиты

Рисунок 3.3 – Схема планетарного редуктора

Требуемое передаточное число планетарного редуктора определяется по формуле:

$$u = \frac{n_{\text{эл.}}}{n_{\text{б}}}. \quad (3.14)$$

$$u = \frac{970}{140} = 6,92.$$

В планетарном редукторе вращение передаётся от центрального колеса с наружными зубьями к водило при неподвижном центральном колесе с внутренними зубьями. Тогда передаточное отношение определяется по формуле [...]:

$$i = 1 + \frac{z_b}{z_a}. \quad (3.15)$$

Принимаем $z_a = 21$.

Из формулы (3.15) определяем число зубьев колеса b :

$$z_b = z_a \cdot (i - 1). \quad (3.16)$$

$$z_b = 21 \cdot (6,92 - 1) = 124,3.$$

Принимаем $z_b = 125$ по условию симметричного размещения сателлитов.

Число зубьев сателлитов определяется исходя из условия соосности по формуле:

$$z_g = \frac{(z_b - z_a)}{2}. \quad (3.17)$$

$$z_g = \frac{(125 - 21)}{2} = 62.$$

Исходя из условия соседства проверим наличие зазора между сателлитами:

$$(z_a + z_g) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{C}\right) > (z_g + 2), \quad (3.18)$$

где C – число сателлитов (принимаем $C = 3$).

$$(21 + 62) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) > (62 + 2).$$

$$71,8 > 64.$$

Условие соседства выполняется.

Уточним передаточное отношение по формуле (3.15).

$$i_{\text{дейст}} = 1 + \frac{125}{21} = 6,952.$$

Определяем размеры колес пары $a-g$ по контактной прочности [8] по следующей формуле:

$$d_a = 1,35 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{\text{пр}} \cdot T_a \cdot K_{H\beta} \cdot K_c}{[\sigma_H]^2 \cdot \psi_{bd} \cdot C} \cdot \left(\frac{u \pm 1}{u}\right)}, \quad (3.19)$$

где $E_{\text{пр}}$ - приведенный модуль упругости;

T_a - крутящий момент;

$K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки (принимаем $K_{H\beta} = 1,02$);

K_c - коэффициент неравномерности распределения нагрузки между сателлитами;

$[\sigma_H]$ - допускаемое напряжение;

ψ_{bd} - коэффициент ширины шестерни относительно диаметра;

Выбираем прямозубое зацепление. Назначаем сталь 40X при средней твердости для колеса a HB280, для сателлита g HB250.

В конструкции предусматриваем плавающим центральное колесо и по рекомендации принимаем $K_c = 1,15$.

В нашем случае:

$$u = \frac{z_g}{z_a} = \frac{62}{21} = 2,95.$$

Исходя из условия $\psi_{bd} = b_w/d \leq 0,75$, принимаем $\psi_{bd} = 0,5$.

Определяем допускаемые контактные напряжения:

- для материала сателлита, как менее прочного,

$$\sigma_{H0} = 2 \cdot HB + 70.$$

$$\sigma_{H0} = 2 \cdot 250 + 70 = 570 \text{ МПа.}$$

$$T_a = \frac{30 \cdot P_a}{\pi \cdot n_a}.$$

$$T_a = \frac{30 \cdot 7,5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 970} = 74 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

$$d_a = 1,35 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 74 \cdot 10^3 \cdot 1,02 \cdot 1,15}{520^2 \cdot 0,5 \cdot 3} \cdot \left(\frac{2,95 + 1}{2,95}\right)} = 64 \text{ мм.}$$

$$b_w = d_a \cdot \psi_{bd} = 64 \cdot 0,5 = 32 \text{ мм.}$$

$$m = d_a / z_a = 64 / 21 = 3,05.$$

Принимаем $m = 3$.

Уточним размеры колес:

$$d_a = 21 \cdot 3 = 63 \text{ мм.}$$

$$d_g = 62 \cdot 3 = 186 \text{ мм.}$$

$$d_b = 125 \cdot 3 = 375 \text{ мм.}$$

3.5 Правила безопасной эксплуатации тормозного стенда

При проектировании тормозного стенда должны быть обеспечены соблюдение ряда условий, обеспечивающих удобную и безопасную работу при использовании тормозного стенда, т.к. стенд является источником повышенной опасности для окружающих.

По требованиям техники безопасности при использовании тормозного стенда должны быть созданы такие условия работы, которые исключали бы травмирование обслуживающего персонала при заезде или съезде

автомобиля, а так же во время проведения её диагностирования. Выступающие наружные элементы стенда должны быть скруглены радиусами и ограничивать доступ к органам управления. В конструкции стенда должны быть предусмотрены специальные блокировочные устройства, не позволяющие включить привод при нахождении в рабочей зоне рук обслуживающего персонала.

Стенд должен быть надёжно закреплён, сбалансирован, а значения допускаемой неуравновешенности и частоты вращения указаны в эксплуатационной документации.

К работе на стенде допускаются лица, изучившие инструкцию по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с конструкцией тормозного стенда и его особенностями работы и эксплуатации.

До начала эксплуатации стенда потребитель должен провести полное техническое осведетельствование в соответствии с требованиями техники безопасности. В дальнейшем ежегодно должно проводиться полное переосвидетельствование стенда.

Обслуживающий персонал обязан:

- соблюдать требования соответствующих нормативных правовых актов по охране труда, Правил безопасной эксплуатации машин, оборудования и других средств производства, а также правил поведения на территории организации, в производственных, вспомогательных и бытовых помещениях;

- выполнять нормы и обязательства по охране труда, предусмотренные коллективным договором, соглашением, трудовым договором и правилами внутреннего трудового распорядка;

- проходить в установленном порядке предварительные и периодические медицинские осмотры, обучение, инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда;

- оказывать содействие и сотрудничать с нанимателем в деле

обеспечения здоровых и безопасных условий труда, немедленно сообщать непосредственному руководителю о несчастном случае, происшедшем на производстве, а также о ситуациях, которые создают угрозу здоровью и жизни для него или окружающих людей.

3.6 Экономическое обоснование конструкции

3.6.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.20)$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

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

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

Таблица 3.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ п/п	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Крышка	12,76	0,78	10	4	40
2	Коробка клемная	45,92	0,78	36	2	72
3	Пневмораспределитель	19,13	0,78	15	2	30
4	Подъемник	9,57	0,78	7,5	2	15

5	Рама	102,04	0,78	80	2	160
6	Ролик ведущий	38,27	0,78	30	2	60
7	Ролик ведомый	35,71	0,78	28	2	56
8	Рычаг	5,10	0,78	4	2	8
9	Трап	8,29	0,78	6,5	4	26
Итого:						467

Масса покупных деталей принимаем равным 455000 рублей.

Таблица 3.2 - Масса покупных деталей и цены

№ п/п	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болтовые компл	52	0,05	2,6	15	780
2	Клеммник	8	0,005	0,04	14	112
3	Коробка	1	0,02	0,02	250	250
4	Шланг	1	0,35	0,35	1200	1200
5	Тензодатчик	2	0,025	0,05	350	700
6	Гидродросьель	2	0,15	0,3	500	1000
7	Гидроклапан	1	0,2	0,2	350	350
8	Гидронасос	2	3,5	7	5600	11200
9	Распределители	4	0,18	0,72	480	1920
10	Датчики	6	0,25	1,5	500	3000
11	Индикатор И11	7	0,1	0,7	1200	8400
12	Предохр клапан	1	0,1	0,1	600	600
13	Клапан редуц.	1	0,35	0,35	600	600
14	Манометр	1	0,2	0,2	680	680
15	Модуль МД100	1	0,5	0,5	2580	2580
16	ПКЕ 123.1	1	0,78	0,78	1200	1200
17	Реле ПР210	2	0,25	0,5	6800	13600
18	Радиатор	1	5,3	5,3	3500	3500

19	Фильтр РФП	3	3,5	10,5	7000	21000
20	Панель оператора	1	1,85	1,85	12500	12500
Итого:			246		455000	

Определим массу конструкции по формуле 3.20, подставив значения из таблиц 3.1 и 3.2:

$$G = (467,00 + 246,00) \cdot 1,15 = 819,95 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{пд}] \cdot K_{нац} \quad (3.21)$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3 = 0,02 \dots 0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем $E = 1,5$);

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m = 0,68 \dots 0,95$);

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

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{нац} = 1,15 \dots 1,4$).

$$C_6 = (467,00 \cdot (1,15 \cdot 1,50 + 300,00) + 455000,00) \cdot 1,40 = 834267,81 \text{ руб.}$$

3.6.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.3)

Таблица 3.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	820,00	900
Балансовая стоимость, руб.	834267,81	1200000
Потребная мощность, кВт	30	38
Часовая производительность, ед/ч	10	9
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	120	120
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	600	600

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

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

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.22)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;
 W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.22) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{38}{9} = 4,22 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед.}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{30}{10} = 3,00 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед.}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.23)$$

где G – масса конструкции, кг;
 $T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;
 $T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{900,00}{9 \cdot 600 \cdot 5} = 0,0333 \quad \text{кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{820,00}{10 \cdot 600 \cdot 5} = 0,0273 \quad \text{кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.24)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{1200000}{9 \cdot 600} = 222,22 \quad \text{руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{834267,81}{10 \cdot 600} = 139,04 \quad \text{руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.25)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{9} = 0,1111 \text{ чел ч/ед.}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ чел ч/ед.}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A \quad (3.26)$$

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

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

$C_э$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e \quad (3.27)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{зп0} = 120 \cdot 0,1111111 = 13,33 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{зп1} = 120 \cdot 0,1 = 12,00 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_e \quad (3.28)$$

где $Ц_э$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_{э0} = 2,6 \cdot 4,22 = 10,85 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э0} = 2,6 \cdot 3,00 = 7,71 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.29)$$

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

$$C_{\text{рто0}} = \frac{1200000 \cdot 15}{100 \cdot 9 \cdot 600} = 33,3333 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{834267,81 \cdot 15}{100 \cdot 10 \cdot 600} = 20,8567 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.30)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{1200000 \cdot 14}{100 \cdot 9 \cdot 600} = 31,1111 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{834267,81 \cdot 14}{100 \cdot 10 \cdot 600} = 19,4662 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.26:

$$S_0 = 13,33 + 10,85 + 33,333333 + 31,111 = 88,63 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 12,00 + 7,71 + 20,856695 + 19,466 = 60,03 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k \quad (3.31)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 88,63 + 0,1 \cdot 222,22 = 110,851 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 60,03 + 0,1 \cdot 139,04 = 73,9374 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{год}} &= (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \\ \mathcal{E}_{\text{год}} &= (88,63 - 60,03) \cdot 10 \cdot 600 = 171575,6 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.32)$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$\begin{aligned} E_{\text{год}} &= (C_{\text{прив}0}^0 - C_{\text{прив}1}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \\ E_{\text{год}} &= (110,85 - 73,94) \cdot 10 \cdot 600 = 221482,22 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.33)$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$\begin{aligned} T_{\text{ок}} &= \frac{C_{\text{б}1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \\ T_{\text{ок}} &= \frac{834267,81}{171575,67} = 4,8624 \text{ лет} \end{aligned} \quad (3.34)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$\begin{aligned} E_{\text{эф}} &= \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \\ E_{\text{эф}} &= \frac{171575,67}{834267,81} = 0,2057 \end{aligned} \quad (3.35)$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	9	10	111
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	222,2222	139,0446	63
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	4,2222	3,0000	71
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0333	0,0273	82
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,1111	0,1000	90
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	88,63	60,03	68
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	110,85	73,94	67
8	Годовая экономия, руб./ед.	171575,67		
9	Годовой экономический эффект, руб.	221482,22		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	4,86		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,21		

Как видно из таблицы 3.4 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 4,86 года, и коэффициент эффективности равен: 0,21.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Себестоимость грузовых перевозок в Республике Татарстан растет в основном из-за повышения расходов на ТО и Р автомобилей.

С целью уменьшения себестоимости грузоперевозок и затрат на содержание автопарка необходимо организовать качественное и своевременное техническое обслуживание подвижного состава.

Для своевременного и качественного обслуживания работ по

техническому обслуживанию и диагностике тормозных систем автомобилей необходимо оборудовать один пост по ТО автомобилей стендом для диагностики тормозных систем, так как техническое состояние тормозов непосредственно влияет на безопасность дорожного движения.

Разработанная конструкция роликового тормозного стенда позволит существенно поднять производительность труда при проведении технических обслуживаний и диагностики тормозных систем грузовых автомобилей.

Если учитывать все технико-экономические показатели, то внедрение разработанной конструкции роликового тормозного стенда в организациях эксплуатирующих грузовой автотранспорт при ежедневном предрейсовом контроле технического состояния тормозных систем, будет экономически эффективным. Разработанный тормозной стенд также может быть с успехом использован в пунктах технического обслуживания и диагностики грузовых автомобилей и в пунктах технического осмотра автомобилей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин: Учебник для студ. высших учеб. заведений / А.Д.Ананьин и др. - М : Изд-кий центр Академия, 2008. - 432с.: ил.

2. Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3х т. – М.: Машиностроение, 1980., ил.

3. Борисов Б.Г., Пономаренко А.Ф. Организация технического обслуживания сельскохозяйственной техники за рубежом // Тракторы и сельхозмашины – 1990 - №1 – с.58-61.

4. Боролов А.В. Диагностика технического состояния автомобиля. Практикум контролера технического состояния автотранспортных

средств. Профессиональное образование: учебное пособие/ А.В. Борилов и др. – Ростов на Дону: Феникс, 2007. – 208 с.

5. Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС). – Казань, 2012. – 64 с.

6. Валиев А.Р. и др. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавров по направлению 23.03.03 (190600.62) «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2015.

7. Гидравлический расчет объемного гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена: метод. указания / сост.Н.П. Жуков. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с.-200 экз.

8. Гузенков П.Г. Детали машин: Учеб. Для вузов.-4-е изд., испр. М.: Высш. шк., 1986.-359 с.: ил.

9. Грошев А.М. Требования к организации работ по проверке технического состояния транспортных средств, выпуск 3/ А.М. Грошев и др. – Москва - Н. Новгород: 2004 г.

10. Диагностика неисправностей автомобиля в понятных схемах. – СПб.: Питер, 2009 – 96 с.

11. Диагностика технического состояния автомобиля: практикум контролера технического состояния автотранспортных средств. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 205 с. - (Профессиональное образование).

12. Зотов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300, 311500, 311900 / В.И. Курдюмов. – 2-издание, переработанное и дополненное.-М.: Колос, 2003.-432с.

13. Кононов А.А., Кобзон Д.Ю., Ермашонок С.М. Гидравлические и пневматические машины: Курс лекции. – Братск: ГОУВПО «БрГУ».-2005.-200 с.

14. Маслов Г.Г. Техническая Эксплуатация МТП. (Учебное пособие) / Маслов Г.Г., Карабаницкий А.П., Кочкин Е.А./Кубанский государственный аграрный университет, 2008.- с. 142.
15. Методические указания по разработке разделов «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах факультетов технического сервиса и механизации сельского хозяйства. – Казань, КГСХА, 2004.
16. Малкин В. С. Техническая эксплуатация автомобилей: теоретические и практические аспекты [Текст]: учебное пособие для высш.учебн. заведений / В. С. Малкин. – М : Изд-кий центр Академия, 2007.-288с.
17. Мороз С.М. Комментарии к ГОСТ 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы их проверки» М.: НПСТ «Трансконсалтинг» 2001.
18. Мудров А. Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. – Казань: РИЦ «Школа», 2004. – 144 с.
19. Общетехнический справочник. Под ред. Е. А. Скороходова – 2-е изд. перераб. и доп.. –М.: Машиностроение, 1982, - 415 с., с ил.
20. Решетов Д. Н. Детали машин: учебник для студентов в машиностроительные и механические специальности вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.- 496 с.: ил.
21. Руководства по эксплуатации транспортных средств.
22. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка/ В.А. Аллилуев, А.Д. Ананьин, В.М. Михлин. – М.: Агропромиздат, 1991.-367 с.:-(Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
23. Техническая эксплуатация автомобилей: учебное пособие/ Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. – Минск: Новое знание, 2008. – 352 с.: ил. - (Техническое образование).
24. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков, И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с.

25. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-82 и их модификации. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию / В.Г. Левков, И.Ф. Бруенков и др.; 3-е изд., перераб. и доп., 1996.-174 с./ил., 1 отд. л. ил.

26. Журналы: «За рулем» и т.п.

27. <http://elibrary.ru/>

28. www.ibooks.ru

29. www.biblio-online.ru

30. www.e.lanbook.com

31. <http://znanium.com/>