

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль Автомобиль и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование пункта технического обслуживания транспортного предприятия с разработкой стенда для диагностики ходовой системы грузовых автомобилей

Шифр ВКР 23.03.03.023.18

Дипломник	студент	_____	_____	Галиуллин А.Р.
			подпись	Ф.И.О.
Руководитель	ст. преподаватель	_____	_____	Сабиров Р.Ф.
	ученое звание		подпись	Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(Протокол № _____ от _____ 2018 г.)

Зав.кафедрой	д.т.н	_____	_____	Адигамов Н.Р.
	ученое звание		подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации машин и оборудования

Направление «23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Автомобиль и автомобильное хозяйство»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ /Адигамов Н.Р./

« » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Галиуллину Айрату Рафаэлевичу

1. Тема ВКР «Проектирование пункта технического обслуживания транспортного предприятия с разработкой стенда для диагностики ходовой системы грузовых автомобилей»

Утверждена приказом по вузу от

« » _____ 20__ года № _____

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
_____ 20__ года

3. Исходные данные к проекту

- материалы преддипломной практики;
- литература по теме ВКР;

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

- состояние способов и методов технического обслуживания;
- обзор конструкций систем диагностики ходовой системы;
- проектирование мероприятий по техническому обслуживанию;
- разработка установки диагностики ходовой системы;
- экономическое обоснование разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов

- обзор методов диагностирования;
- планировка пункта технического обслуживания;
- чертежи установки для диагностирования ходовой системы;
- показатели эффективности системы.

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Экономическое обоснование разработанной конструкции	
Конструкторская разработка	
Безопасность жизнедеятельности	

7. Дата выдачи задания _____ 20____ года

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1. Состояние вопроса		1 лист графической части
2. Проектирование		1...2 листа графической части
3. Проектирование конструкции.....		2...3 листа графической части

Студент _____ / Галиуллин А.Р./

Руководитель ВКР _____ / Сабиров Р.Ф. /

АННОТАЦИЯ

Выпускной квалификационной работе Галиуллина А.Р. на тему «Проектирование пункта технического обслуживания транспортного предприятия с разработкой стенда для диагностики ходовой системы грузовых автомобилей».

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

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает ___ рисунков, ___ таблиц. Список используемой литературы содержит ___ наименования.

В первом разделе дан анализ состояния способов и методов технического обслуживания и диагностики, обзор конструкций установок для диагностики ходовой системы грузовых автомобилей.

Во втором разделе производится проектирование пункта технического обслуживания.

В третьем разделе разработана установка диагностики ходовой системы грузовых автомобилей, рассчитано экономическое обоснование разработанной конструкции.

Записка завершается заключением.

ANNOTATION

Graduation qualifying work Galiullin A.R. on the topic "Design of the maintenance center of the transport enterprise with the development of a stand for diagnostics of the running system of trucks".

Graduation qualification work consists of an explanatory note on ___ sheets of typewritten text and a graphic part on ___ lengths of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, a conclusion, and includes ___ samples, ___ tables. The list of used literature contains ___ names.

The first section gives an analysis of the state of the methods and methods of maintenance and diagnostics, an overview of the design of installations for diagnosing the truck running system.

In the second section, the technical service station is designed.

In the third section, a system for diagnosing the truck running system has been developed, and an economic justification for the design has been calculated.

The note concludes with the conclusion.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	
1.1 Обзор методов и способов проведения технического обслуживания	
1.2 Обзор и классификация систем диагностики ходовой системы	4
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	0
2.1. Технологический расчёт АТП	0
2.2 Расчёт производственной программы по количеству воздействий	2
2.3 Расчёт годового объёма работ по ТО, ТР и обслуживанию	7
2.4 Распределение объёма работ ТО и ТР по производственным зонам и участкам	9
2.5 Расчёт численности производственных рабочих	0
2.6 Охрана труда	3
2.7 Физическая культура на производстве	9
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	1
3.1 Назначение конструкции	1
3.3 Устройство и принцип действия конструкции	2

3.4 Конструктивные расчёты	5
3.5 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	5
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	6
СПЕЦИФИКАЦИЯ	9

ВВЕДЕНИЕ

Перед сельским хозяйством стоит задача полного удовлетворения населения Республики Татарстан продуктами питания. В целях решения этой важной задачи предусматривается дальнейшее развитие научно-технического процесса во всех отраслях агропромышленного комплекса.

Диагностика ходовой части автомашин., является обязательным элементом планового технического обслуживания автомобилей.

Ходовая часть автомобиля представляет собой совокупность механизмов опоры, которая обеспечивает связь между колесами и корпусом автомобиля во время его движения.

К основным функциям подвески авто можно отнести:

- равномерное распределение динамических нагрузок на опорные элементы;
- улучшение тяговых качеств машины;
- адаптация элементов ходовой части машины к разным рельефам дорожных покрытий;
- адаптация элементов ходовой части машины к наклонам авто во время поворотов;
- поглощение шумов и вибраций, возникающих при трении колес о дорожное покрытие.

Следует понимать, что от своевременного проведения диагностики неисправностей подвески зависит маневренность, устойчивость и, самое главное, наша безопасность и безопасность окружающих на дорогах.

Целью данного проекта является проектирование пункта технического обслуживания с разработкой стенда для диагностики ходовой системы грузовых автомобилей.

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1. Обзор методов и способов проведения технического обслуживания

Метод специализированного специфичного технического обслуживания создал условия распределения труда между персоналом, который непосредственно занят на сельскохозяйственном производстве. Это такие специалисты как наладчики, мастера, кладовщики, сервисные специалисты, слесари и другие. Иными словами, люди которые непосредственно проводят техническое обслуживание, за исключением некоторых внеплановых и малоёмких обслуживаний, которые проводят сами трактористы.

Учитывая специфичные условия эксплуатации техники в разных хозяйствах и районах можно определить следующие виды технического обслуживания занятой на производстве сельскохозяйственной техники:

Первый вид ТО. Он происходит непосредственно в специализированных пунктах технического обслуживания. Задействованы специалисты, которые специально обучены и имеют сноровку.

Второй вид ТО. Он производится непосредственно в условиях самого хозяйства с задействованием имеющейся материально-технической базы и специалистов. Такое обслуживание касается в первую очередь энергонасыщенных агрегатов. Этот вид ТО называют ещё кооперативным.

Третий вид ТО. Обслуживание при этом виде ТО производится объединёнными силами между несколькими хозяйствами.

Четвёртый вид ТО. При этом виде ТО имеется некая централизованная организация которая проводит ТО на основании договорных обязательств с колхозами, агрофирмами, фермерскими хозяйствами.

Наша республика в плане четвёртого вида ТО является показательным положительным опытом.

Высококачественная организация проведения технических обслуживаний – это одна из самых главных задач районных агропромышленных объединений (РАПО). Задача РАПО – это объединение и совмещение в своём составе всех сельскохозяйственных предприятий. При чём это происходит не

зависимо от их ведомственной подчинённости . РАПО направляет их деятельность в для получения конечного продукта сельскохозяйственного производства. Руководитель РАПО несёт ответственность за техническое состояние техники и поддержания его в работоспособном состоянии. Если подход руководителя построен правильным образом к выполнению своей деятельности, то это всегда даёт свои положительные результаты. Эти слова основаны на статистике и опыте агрофирм Республики Татарстан.

В районах РТ последнее время получила сильную развитость служба диспетчерская, а так же системы автоматизированной диспетчеризации.

Рассмотрим форму технического обслуживания при которой обслуживание производится заводом-изготовителем, который содержит в своём составе специализированное предприятие для этих целей.

В зарубежных странах данная форма обслуживания получила наибольшее распространение и популярность.

Все, рассмотренные нами виды ТО имеют в своём принципе общую базу – это общественное разделение труда. Различие их в том, что используются различные степени кооперирования работ хозяйствами и сторонними предприятиями по специализированному оказанию услуг ТО.

Как положительный момент в поддержании работоспособности агрегатов можно отметить проведение их предпродажной подготовки. Её суть заключается не только в привычных нам работах по предпродажной подготовке но и в обслуживании техники заводом-изготовителем и проверке её технического состояния на соответствие заявленным в паспортных данных значениям, а так же на комплектность и соответствие стандартам и нормам.

Для успешного проведения технического обслуживания и ремонта необходимо назначить и должным образом распределить направления развития научно-технической составляющей этого процесса. Необходимо, так же, заложить её долгосрочную перспективу. Необходимо разработать перечень и порядок проведения работ, которые обоснованы нормативной документацией и другими данными на используемые машины и механизмы. Это важный

момент, ведь именно он служит ориентиром для создания ремонтной базы и планирования трудовых и экономических ресурсов.

Необходимость проведения конкретных операций для поддержания машин в работоспособном состоянии обусловлена их техническим состоянием. Изменение технического состояния агрегатов и их узлов происходит, как правило, внезапно и, ха частую, носит случайный характер. Причём происходит это в полевых условиях.

Для того чтобы нивелировать разницу в надёжности разных элементов машины необходимо провести изыскания и внедрение современных, более совершенных способов организации работ. Здесь важно получить действительные данные, отражающие реальные потребности техники в проведении видов работ.

Одной из самых явных причин низкого уровня организации работ по обслуживанию техники и связанных с этим процессов является отсутствие, как таковой, системы нормирования и контроля надёжности агрегатов. Этими процессами можно управлять опираясь на экономические и статистические показатели, научные исследования и передовые технологии организации, которые основаны на изменяющейся с наработкой надёжностью. Этим обусловлена потребность в разработке специальных методов нормирования этих показателей.

Схематично, общую схему разработку мер улучшения организации ТО и ремонта можно представить в виде системы, основными фигурантами которой являются человек, окружающая среда и агрегат. На эту систему оказывают влияние следующие факторы:

- трудовые ресурсы;
- ТСМ;
- - оптимальные материалы деталей;
- оптимальная твёрдость и способ обработки контактных поверхностей;
- выбор правильного класса допусков и посадок;

- создание щадящих условий для работы кинематических пар, их правильная смазка и защита от загрязнений;
- подбор ТСМ;
- использование изделия по назначению;
- детальные расчёты с одинаковым коэффициентом запаса прочности и наработкой на отказ равной у всех составных частей и другие факторы.

Эти факторы напрямую влияют на надёжность, которая, в свою очередь, сильно зависит от состояния агрегата, в целом.

Техническое обслуживание сельскохозяйственных машин

Параметры надёжности машин имеют определённые значения своего состояния, которые оцениваются специальными методами с применением критериев надёжности. Анализируя полученные данные оценки составляют перечень способов поддержания машины в работоспособном состоянии в зависимости от её технического состояния. Выполнение всех перечней и операций технического обслуживания даёт на выходе надёжную и работоспособную машину с необходимыми выходными показателями.

Перечислим самые эффективные и рациональные методы поддержания и восстановления работоспособности агрегатов:

- защита машины от воздействия внешних факторов;
- фильтрация ТСМ;
- соблюдение регламента замены жидкостей;
- утепление моторного отсека или радиаторов охлаждения при морозах;
- и другие.

Рассмотрим типы проведения ТО:

Ежесменное (ЕТО) техническое обслуживание содержит следующий перечень операций:

- очистка наружных частей агрегата;
- удаление подтёков и причин их возникновения;
- проверка уровней технологических жидкостей;

- проверка правильности работы приборов контроля и управления;

Данный вид обслуживания выполняется в начале либо по завершении смены, о чём и говорит название этого обслуживания.

Первое (ТО-1) техническое обслуживание содержит все операции, которые проводятся при ЕТО, а так же:

- подтяжка крепёжных элементов;
- смазка агрегатов и их узлов;
- очистка либо замена фильтрующих элементов или фильтров;
- регулировочные работы и проверка правильности их работы.

Второе (ТО-2) техническое обслуживание содержит все операции, которые проводятся при ТО-1, а так же:

- замена масла с предварительной промывкой картера специальными средствами или с применением установки;

- регулировочные работы всех единиц;
- смазка всех единиц;
- поэлементная диагностика частей агрегата.

Третье (ТО-3) техническое обслуживание содержит все операции, которые проводятся при ТО-2, а так же:

- дополнительные работы связанные с регулировкой, очисткой, смазкой агрегатов.

При ТО-3 производится безразборная диагностика некоторых составных частей агрегата. Выявляется возможность дальнейшей эксплуатации и составляется прогнозируемый список запасных частей. Так же определяют узлы и методы их ремонта.

Некоторые работы, ввиду своей сложности и требовательности к квалификации персонала, такие как регулировки топливной аппаратуры, проверка и настройка гидросистемы, и другие рационально выполнять в условиях мастерской, где имеется соответствующее специфическое оборудование. Разборка двигателя внутреннего сгорания, элементы трансмиссии и сложных блоков гидросистемы запрещена.

Так же есть такой вид обслуживания, как сезонное (СТО). Оно проводится при переходе к сезонным периодам эксплуатации: осенне-зимнему и весенне-летнему. При нём проводят:

- замену сезонных технологических жидкостей;
- чистку системы охлаждения;
- мероприятия улучшения пуска двигателя;
- технический осмотр.

При особых условиях эксплуатации, на пример песчаные почвы, каменистые грунты, болота, высокие перепады местности, горы) техническое обслуживание включает дополнительный ряд операций. Так же существуют особенные виды технических обслуживаний:

- предварительное транспортировочное;
- обслуживание на хранении (при постановке, в процессе и при снятии с него).

Составным технологическим звеном технического обслуживания является операция диагностирования.

Принято различать несколько уровней проведения ТО по месту проведения:

- 1 – место работы агрегата, а так же полевое ТО;
- 2 – в условиях небольших предприятий;
- 3 – в ЦРМ и объединениях;
- 4 – в специализированных ремонтных центрах, которые обслуживают районы и города.

Эти уровни применимы для разного вида ТО. 1 и 2 уровни принято применять при ЕТО и на стадии обкатки, а так же в некоторых случаях особого ТО. 2 и 3 применяют при ТО1 и ТО-2. А 4 применяют при всех видах ТО кроме ЕТО и не рациональных мелких видах особого ТО, или при невозможности его проведения, на пример, когда ТО нужно провести на месте или в самом хозяйстве.

Для повышения качества ТО и сокращения его времени составляются

специализированные технологические карты, разделённые на марки тракторов. В них указываются все необходимые данные. Такие, как инструкции, рекомендации, технологии, применяемый инструмент и оборудование, временные критерии и другие.

1.2. Обзор и классификация систем диагностики ходовой системы



Рисунок 1.1 - SDL 260

Шкаф управления, оснащенный IBM совместимым компьютером, 17" монитором и цветным принтером управляет несколькими приборами, например, газоанализатором, прибором диагностики блоков управления, дымометром, модулем измерения характеристик двигателя. Линия проверки технического состояния автомобиля может быть по выбору разукomплектована на отдельные комплектные и диагностические стенды, как например, тестер увода, тестер подвески, тормозной стенд, газоанализатор (бензин/дизель), сканер для диагностики блоков управления.

Объем поставки (комплектуется индивидуально):

- Блок управления и индикации O 685 000 270
- IBM-совместимый ПК

- Операционное программное обеспечение
- Дистанционное управление)
- Тестер увода колес 0 986 400 P50
- Тестер подвески колес с устройством взвешивания 0 986 400 P40
- Комплект тормозных барабанов для нешипованной резины 1 687034595 или в качестве альтернативы
- Комплект тормозных барабанов для шипованной резины 1 687 034 599
- Комплект панелей перекрытия для тормозных барабанов 1 685519861
- Струйный принтер, PDR217 0 684 412 218
- Клавиатура (русская) 1687022395
- 17" монитор (по желанию) 1 687023288
- ПО (русифицировано)

При отсутствии в комплекте тестера подвески рекомендуется использовать тормозные барабаны с весами 1 687 034 604.

Техническая характеристика:

- Допустимая нагрузка на ось, т 2,0
- Допустимая нагрузка на колесо, т 1,0
- Мощность подключения, кВт 5,5
- Подключение к сети 3-х фазный ток
- Напряжение, В 400
- Частота, Гц 50
- Предохранитель на входе, АТ 20(25)
- Операционная температура, °С 5-40
- Напольные конструкции оцинкованы
- Установка только в закрытом помещении!

Тестер				подвески:	
Макс,	нагрузка	на	ось,	т	2,0
Макс,	нагрузка	на	колесо,	т	1,0
Значение	измерения,	%,	вид		0-100,

Амплитуда	колебаний,	мм	6	(2	амплитуды)
Частота		колебания, Гц			25
Мощность		электродвигателя,		кВт	2,5
Длительность	цикла	измерения,		с	-30
Масса,		кг			330

Тормозной

стенд:

Тормозные		барабаны		BSA	250
Макс,	нагрузка	на	ось,	т	- 3
Макс,	сила	торможения,		кН	- 5
Рабочая		скорость,	км/ч	-	3.3
Коэфф.-т	сцепления		влаж/сух	-	>0,5/>0.7
Диаметр	роликов,		мм	-	200
Масса,		кг		-	370

Устройство

управления

и

индикации:

Габариты	(В	х	Ш	х	Г),	мм	1340x565x535
Монитор		17",		разворот		на	30"
Масса, кг	<100						

Тестер

увода:

Макс,	нагрузка	на	ось,	т	-	2.5	
Макс,	нагрузка	на	колесо,	т	-	1.25	
Значение	измерения,	м/км,	вид	-	-15	до +15,	
Разрешение,		м/км		-		0.1	
Масса, кг	- <75						

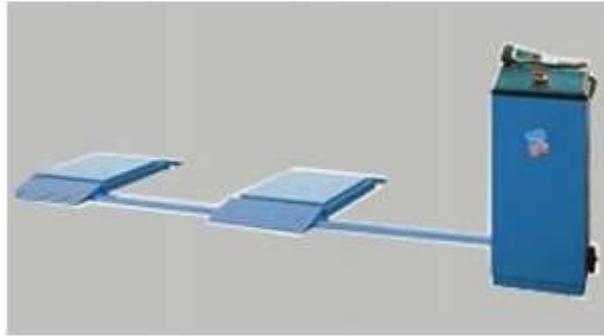


Рисунок 1.2 - Стенд диагностики люфтов подвески Ravaglioli R 200 I

Для коммерческих и легковых автомобилей с общим весом < 3500кг.

Стенд Ravaglioli вырабатывает смешанные поперечно/продольные колебания оси автомобиля. При этом оператор имеет возможность визуально определить неисправности и дефекты в работе подвески, органов рулевого управления в т.ч. зазоры в шарнирных соединениях, сайлент-блоках, демпферных прокладках, амортизаторах и др.

- Допустимая нагрузка на ось 2500кг.
- Электрогидравлический привод. Тип колебаний: диагональные под углом 45° с акцентом на продольную ось автомобиля.
- Плата имеет поверхность для предотвращения скольжения колеса.
- Мощность мотора 1,5 кВт

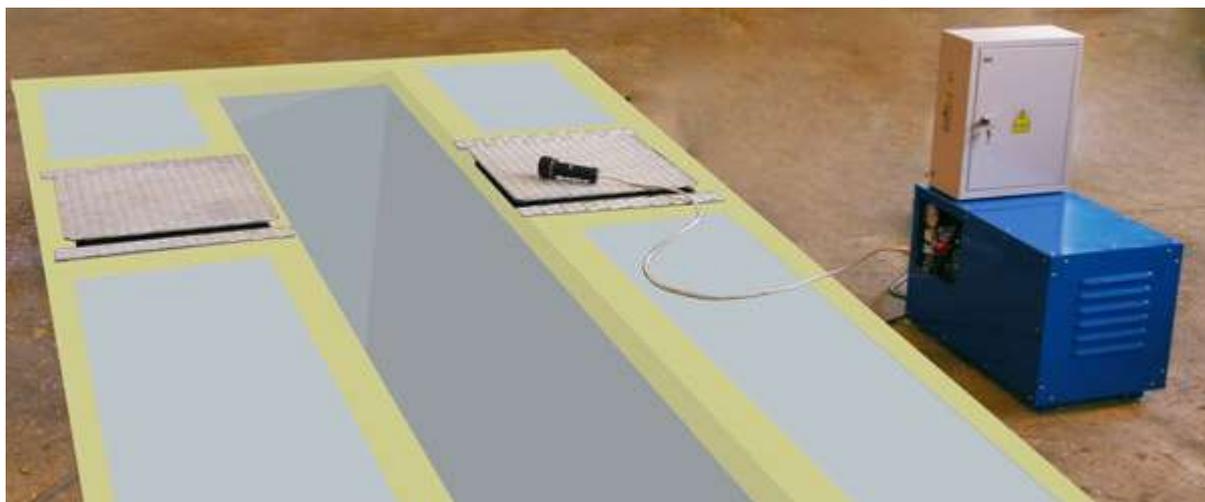


Рисунок 1.3 - Люфт-детектор ЛД-5

Таблица 1.1 – Люфт детектор

<i>Модель</i>	<i>ЛД-5</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Тип люфт-детектора</i>	<i>электروهидравлический</i>
<i>Максимальная допустимая нагрузка на люфт-детектор, т</i>	<i>5</i>
<i>Максимальная нагрузка на колесо, т</i>	<i>2,5</i>
<i>Размер тестовой пластины, мм</i>	<i>600x615</i>
<i>Ход площадки по диагонали, мм</i>	<i>50</i>
<i>Усилие смещения пластин, кН</i>	<i>30 (3 тонны)</i>
<i>Мощность двигателя гидро-станции, кВт</i>	<i>2,2</i>
<i>Электропитание</i>	<i>380В/50Гц</i>
<i>Управление</i>	<i>дистанционно, кнопками, вмонтированными в галогенный</i>

	<i>фонарь</i>
<i>Габариты платформ люфт-детектора (длина x ширина x высота), мм, не более</i>	<i>750x640x106</i>

Продолжение таблицы 3.1

<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Упаковка</i>	<i>Ящик</i>
<i>Кол-во мест</i>	<i>1</i>
<i>Габариты ящика (длина x ширина x высота), мм</i>	<i>756x646x1003</i>
<i>Масса нетто, кг</i>	<i>242</i>
<i>Масса брутто, кг</i>	<i>300</i>

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технологический расчёт АТП

Для расчёта производственной программы и объёма работ АТП необходимы следующие исходные данные: тип и количество подвижного состава, среднесуточный пробег автомобилей и их техническое состояние, дорожные и природно-климатические условия эксплуатации, режим работы и режим ТО автомобилей.

Таблица 2.1 - Данные для проектирования АТП

Мар-ка автомо-биля	Кол-во автомобилей, ед.	Среднесуточный пробег, км.	Кол-во рабочих дней в году, дн.	Время в наряде, ч.	Категория эксплуатации
КамаЗ-5320	125	215	338	8,5	3
КамаЗ-53212	69				

2.1.1 Корректировка нормативной периодичности ТО и КР.

Для расчёта производственной программы предварительно необходимо для данного АТП выбрать нормативные значения пробегов подвижного состава до КР и периодичности ТО-1 и ТО-2, которые установлены положением для определённых, наиболее типичных условий, а именно: I категории условий эксплуатации, базовых моделей автомобилей, умеренного климатического района с умеренной агрессивностью окружающей среды.

Для конкретного АТП эти условия могут отличаться, поэтому в общем случае нормируемые пробег $L_k=L_{ц}$ ($L_{ц}$ - цикловой пробег) и периодичность ТО-1 и ТО-2 L_i определяются с помощью коэффициентов, учитывающих категорию условий эксплуатации- k_1 ; модификацию подвижного состава- k_2 ; климатические условия- k_3 , т. е.:

$$L_{\text{ц}}' = L_{\text{ц}}^{(H)} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (2.1)$$

где $L_{\text{ц}}^{(H)}$ - нормативный пробег автомобиля до списания, км. Согласно рекомендациям [], принимаем:

$$\text{КамаЗ-5320 : } k_1=0,8; k_2=1; k_3=1;$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } k_1=0,8; k_2=1; k_3=1;$$

$$\text{КамаЗ-5320 : } L_{\text{ц}}^{(H)}=500000;$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } L_{\text{ц}}^{(H)}=500000.$$

Тогда пробег до списания $L_{\text{ц}}$ равен:

$$\text{КамаЗ-5320 : } L_{\text{ц}}=500000 \cdot 0,8 \cdot 1=400000 \text{ км};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } L_{\text{ц}}=500000 \cdot 0,8 \cdot 1=400000 \text{ км}.$$

Количество дней работы автомобилей за цикл ($D_{\text{ц}}$) рассчитывается по формуле, дн.:

$$D_{\text{ц}} = L_{\text{ц}}' / l_{\text{сс}}, \quad (2.2)$$

где $l_{\text{сс}}$ - среднесуточный пробег автомобилей, км.

Количество дней работы автомобиля за цикл равно:

$$\text{КамаЗ-5320 : } D_{\text{ц}}=400000/215=1860 \text{ дн};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } D_{\text{ц}}=400000/215=1860 \text{ дн}.$$

Скорректированный пробег до списания $L_{\text{ц}}$ равен:

$$\text{КамаЗ-5320 : } L_{\text{ц}}=1860 \cdot 215=399900 \text{ км};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } L_{\text{ц}}=1860 \cdot 215=399900 \text{ км}.$$

Пробег до ТО рассчитывается по формуле (L_i), км:

$$L_i' = L_i^{(H)} \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (2.3)$$

где $L_i^{(H)}$ – нормативная периодичность ТО i -го вида (ТО-1 или ТО-2).

Принимаем, согласно []:

$$\text{КАМАЗ-5320: } L_{\text{ТО-1}}^{(H)} = 5000 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2}}^{(H)} = 5000 \text{ км;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } L_{\text{ТО-1}}^{(H)} = 20000 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2}}^{(H)} = 20000 \text{ км;}$$

Тогда пробег до ТО_i равен:

$$\text{КАМАЗ-5320: } L_{\text{ТО-1}} = 5000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4000 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 5000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4000 \text{ км;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } L_{\text{ТО-1}} = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км.}$$

Количество дней работы автомобиля до ТО ($D_p^{\text{ТО}}$) определяется по формуле:

$$D_p^{\text{ТО}} = L_i' / l_{\text{сс}}, \quad (2.4)$$

Количество дней работы до ТО равно:

$$\text{КАМАЗ-5320: } D_p^{\text{ТО-1}} = 4000 / 215 = 18 \text{ дн;}$$

$$D_p^{\text{ТО-2}} = 4000 / 215 = 18 \text{ дн;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } D_p^{\text{ТО-1}} = 16000 / 215 = 74 \text{ дн;}$$

$$D_p^{\text{ТО-2}} = 16000 / 215 = 74 \text{ дн.}$$

Скорректированный пробег до ТО равен (L_i), км:

$$\text{КАМАЗ-5320: } L_{\text{ТО-1}} = 18 \cdot 215 = 3870 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 18 \cdot 215 = 3870 \text{ км;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } L_{\text{ТО-1}} = 74 \cdot 215 = 15910 \text{ км;}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 74 \cdot 215 = 15910 \text{ км.}$$

2.2 Расчёт производственной программы по количеству воздействий.

2.2.1. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за цикл.

Число технических воздействий на один автомобиль за цикл определяется отношением циклового пробега к пробегу до данного вида воздействий. Так как цикловой пробег $L_{ц}$ в данной методике расчёта принят равным пробегу $L_{к}$ автомобиля до КР, то число КР одного автомобиля за цикл будет равно единице, т.е. $N_{ц}=N_{КР}=1$ ($N_{ц}$ или число списаний автомобиля, т. к. цикловой пробег равен пробегу до списания). В расчёте принято, что при пробеге, равном $L_{ц}$, очередное последнее за цикл ТО-2 не проводится и автомобиль направляется на списание (или в КР). Принято, что ЕО разделяется на ЕО_с (выполняемое ежедневно) и ЕО_т (выполняемое перед ТО и ТР). Принято также, что в ТО-2 не входит ТО-1.

Таким образом, число ТО-1 ($N_{ТО-1ц}$), ТО-2 ($N_{ТО-2ц}$), ЕО_с ($N_{ЕОсц}$),

ЕО_т ($N_{ЕОтц}$) за цикл на один автомобиль рассчитывается по формулам:

$$N_{ТО-1ц}=(L_{ц}/L_{ТО-1})- N_{ц}, \quad (2.5)$$

$$N_{ТО-2ц}=(L_{ц}/L_{ТО-2})- N_{ц}, \quad (2.6)$$

$$N_{ЕОсц}=L_{ц}/l_{сс}, \quad (2.7)$$

$$N_{ЕОтц}=(N_{ТО-1}+ N_{ТО-2}) \cdot 1,6, \quad (2.8)$$

где 1,6 –коэффициент, учитывающий воздействие технических ЕО при ТР.

Число ТО-1 ($N_{ТО-1ц}$), ТО-2 ($N_{ТО-2ц}$), ЕО_с ($N_{ЕОсц}$), ЕО_т ($N_{ЕОтц}$) равно:

КамАЗ-5320: $N_{ТО-1ц}=(399900/3870) - 1=102$ ед;

$$N_{ТО-2ц}=(399900/15910) - 1 =24$$
 ед;

$$N_{ЕОсц}=399900/215=1860$$
 ед;

$$N_{ЕОтц}=(102+24) \cdot 1,6=201$$
 ед;

КАМАЗ-53212: $N_{ТО-1ц}=(399900/3870) - 1=102$ ед;

$$N_{ТО-2ц}=(399900/15910) - 1 =24$$
 ед;

$$N_{ЕОсц}=399900/215=1860$$
 ед;

$$N_{ЕОтц}=(102+24) \cdot 1,6=201$$
 ед;

2.2.2. Расчёт производственной программы по количеству воздействий за год.

Так как пробег автомобиля за год отличается от его пробега за цикл, а производственную программу предприятия обычно рассчитывают за год, то для определения числа ТО за год необходимо сделать соответствующий перерасчёт полученных значений $N_{\text{ТО-1}}$, $N_{\text{ТО-2}}$, $N_{\text{ЕОс}}$, $N_{\text{ЕОт}}$ за цикл к значениям $N_{\text{ТО-1г}}$, $N_{\text{ТО-2г}}$, $N_{\text{ЕОсг}}$, $N_{\text{ЕОтг}}$ за год по формулам:

$$N_{\text{ТО-1г}} = (L_{\text{г}}/L_{\text{ТО-1}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (2.9)$$

$$N_{\text{ТО-2г}} = (L_{\text{г}}/L_{\text{ТО-2}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (2.10)$$

$$N_{\text{ЕОсг}} = L_{\text{г}}/L_{\text{сс}}, \quad (2.11)$$

$$N_{\text{ЕОтг}} = (N_{\text{ТО-1г}} + N_{\text{ТО-2г}}) \cdot 1,6, \quad (2.12)$$

где $L_{\text{г}}$ –годовой пробег автомобиля, км.;

$N_{\text{год}}$ –количество списаний автомобиля за год, ед.

Годовой пробег автомобиля рассчитывается по формуле:

$$L_{\text{г}} = l_{\text{сс}} \cdot D_{\text{раб}} \cdot \alpha_{\text{т}}, \quad (2.13)$$

где $D_{\text{раб}}$ –количество дней работы автомобиля в году, $D_{\text{раб}}=345$;

$\alpha_{\text{т}}$ –коэффициент технической готовности автомобиля.

При проектировании АТП $\alpha_{\text{т}}$ рассчитывается по формуле:

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + l_{\text{сс}} \cdot \left(\frac{D_{\text{ТО-ТР}} \cdot k_2}{1000} + \frac{D_{\text{КР}}}{L_{\text{ц}}} \right)}, \quad (2.14)$$

где $D_{\text{ТО-ТР}}$ –количество дней простоя автомобиля в ТО и ТР на 1000 км пробега, принимаем согласно []:

КамАЗ-5320: $D_{\text{ТО-ТР}}=0,3$

КАМАЗ-53212: $D_{\text{ТО-ТР}}=0,3$

$D_{\text{КР}}$ –количество дней простоя в КР, принимаем: $D_{\text{КР}}=25$ дней.

Коэффициент $\alpha_{\text{т}}$ равен:

$$\text{КамАЗ-5320: } \alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + 215 \cdot \left(\frac{0,3 \cdot 1}{1000} + \frac{25}{399900} \right)} = 0,928;$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } \alpha_{\text{т}} = \frac{1}{1 + 215 \cdot \left(\frac{0,3 \cdot 1}{1000} + \frac{25}{399900} \right)} = 0,928.$$

Годовой пробег автомобиля равен:

КамАЗ-5320: $L_{\Gamma} = 215 \cdot 338 \cdot 0,928 = 67438$ км;

КАМАЗ-53212: $L_{\Gamma} = 215 \cdot 338 \cdot 0,928 = 67438$ км.

Тогда количество $N_{TO-1\Gamma}$, $N_{TO-2\Gamma}$, $N_{EOc\Gamma}$, $N_{EO\Gamma}$:

КамАЗ-5320: $N_{TO-1\Gamma} = (67438/3870) \cdot 0,169 = 17$ ед;

$N_{TO-2\Gamma} = (67438/15910) \cdot 0,169 = 4$ ед;

$N_{EOc\Gamma} = 67438/215 = 314$ ед;

$N_{EO\Gamma} = (17+4) \cdot 1,6 = 34$ ед;

КАМАЗ-53212: $N_{TO-1\Gamma} = (67438/3870) \cdot 0,169 = 17$ ед;

$N_{TO-2\Gamma} = (67438/15910) \cdot 0,169 = 4$ ед;

$N_{EOc\Gamma} = 67438/215 = 314$ ед;

$N_{EO\Gamma} = (17+4) \cdot 1,6 = 34$ ед;

2.2.3. Количество ТО для групп автомобилей

Количество ТО для групп автомобилей рассчитывается по формуле (N_{TOi}), ед:

$$N_{TOi} = N_{TOi\Gamma} \cdot A_{\Gamma}, \quad (1.15)$$

где A_{Γ} – списочное кол-во автомобилей, ед.

Результаты расчётов заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Количество ТО для групп автомобилей за год

Показатель	КамАЗ-5320	КАМАЗ-53212	Всего по АТП
N_{EOc}	39250	21666	60916
$N_{EO\Gamma}$	4250	2346	6596
N_{TO-2}	2125	1173	3298
N_{TO-2}	500	276	776

2.2.4. Количество диагностических воздействий за год по маркам автомобилей

На АПТ в соответствии с Положением предусматривается диагностирование подвижного состава Д1 и Д2.

Число автомобилей, диагностируемых при ТР согласно опытным данным и нормам пректирования ОНТП-АТП-СТО-80 принято равным 10% от программы ТО-1 за год. Д2 проводится с периодичностью ТО-2 и в отдельных случаях при ТР. Число автомобилей, диагностируемых при ТР принято равным 20% от годовой программы ТО-2. Таким образом, количество Д1 ($N_{Д1}$) и Д2 ($N_{Д2}$) рассчитывается по формулам:

$$\sum N_{Д-1} = 1,1 \cdot N_{ТО-1} + N_{ТО-2}, \quad (2.16)$$

$$\sum N_{Д-2} = 1,2 \cdot N_{ТО-2}, \quad (2.17)$$

где 1,1 и 1,2 – коэффициенты учитывающие число автомобилей диагностируемых при ТР.

Количество диагностических воздействий $\sum N_{Д-1}$, $\sum N_{Д-2}$ равно:

$$\text{КамаЗ-5320:} \quad \sum N_{Д-1} = 1,1 \cdot 2125 + 500 = 2837 \text{ ед;}$$

$$\sum N_{Д-2} = 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ ед;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212:} \quad \sum N_{Д-1} = 1,1 \cdot 1173 + 276 = 1566 \text{ ед;}$$

$$\sum N_{Д-2} = 1,2 \cdot 276 = 331 \text{ ед.}$$

2.2.5. Определение суточной программы по ТО и диагностике

Суточная производственная программа является критерием выбора метода организации ТО (на универсальных постах или поточных линиях) и служит исходным показателем для расчета числа постов и линий ТО. По видам ТО и диагностике суточная производственная программа рассчитывается по формуле:

$$N_{сут} = N_{год} / D_{раб}, \quad (2.18)$$

По видам ТО и диагностике $N_{сут}$ равна:

$$\text{КамаЗ-5320:} \quad N_{сут\ ТО-2} = 500 / 338 = 1,48 \text{ ед;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212:} \quad N_{сут\ ТО-2} = 276 / 338 = 0,82 \text{ ед.}$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 -Суточная программа по ТО и диагностике

Показатель	КамАЗ-5320	КАМАЗ-53212	Всего по АТП
$N_{сутТО-2}$, ед	1,48	0,82	2,3
$N_{сутТО-1}$, ед	6,29	3,47	9,76
$N_{сутД-1}$, ед	8,39	4,63	13,02
$N_{сутД-2}$, ед	1,78	0,98	2,76

2.3 Расчёт годового объёма работ по ТО, ТР и обслуживанию

2.3.1. Расчёт нормативных трудоёмкостей ТО

Расчётная нормативная скорректированная трудоёмкость EO_c и EO_T (в человеко-часах) рассчитывается по формуле [4, с.11]:

$$t_{EO_c} = t_{EO_c}^{(H)} \cdot k_2, \quad (2.19)$$

$$t_{EO_T} = t_{EO_T}^{(H)} \cdot k_2, \quad (2.20)$$

где $t_{EO_c}^{(H)}$, $t_{EO_T}^{(H)}$ – нормативная трудоёмкость EO_c и EO_T , чел·ч.

Принимаем согласно [2, с.8]:

Скорректированная нормативная трудоёмкость EO равна:

$$\text{КамАЗ-5320: } t_{EO_c} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ чел·ч.};$$

$$t_{EO_T} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ чел·ч.};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } t_{EO_c} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ чел·ч.};$$

$$t_{EO_T} = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ чел·ч.}.$$

Скорректированная нормативная трудоёмкость ТО-1 и ТО-2 рассчитывается по формуле:

$$t_i = t_i^{(H)} \cdot k_2 \cdot k_4, \quad (2.21)$$

где $t_i^{(H)}$ – нормативная трудоёмкость ТО-1 и ТО-2, чел·ч;

k_4 -коэффициент учитывающий число технологически совместимых групп ПС, принимаем согласно [4, с.32] $k_4=1,19$.

Скорректированная нормативная трудоёмкость ТО-1 и ТО-2 равна:

$$\text{КамаЗ-5320: } t_{\text{ТО-1}} = 7,5 \cdot 1 \cdot 1,2 = 9 \text{ чел}\cdot\text{ч};$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 30 \cdot 1 \cdot 1,2 = 36 \text{ чел}\cdot\text{ч};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } t_{\text{ТО-1}} = 7,5 \cdot 1 \cdot 1,2 = 9 \text{ чел}\cdot\text{ч};$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 30 \cdot 1 \cdot 1,2 = 36 \text{ чел}\cdot\text{ч}.$$

Удельная скорректированная нормативная трудоёмкость ТР ($t_{\text{ТР}}$) определяется по формуле [4, с.42], чел·ч на 1000 км пробега:

$$t_{\text{ТР}} = t_{\text{ТР}}^{(н)} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5, \quad (2.22)$$

где $t_{\text{ТР}}^{(н)}$ – удельная нормативная трудоёмкость ТР,

k_5 – коэффициент учитывающий условия хранения, $k_5=0,99$ (открытое хранение автомобилей с учётом того, что часть из них находится в ТО, ТР).

Удельная нормативная скорректированная трудоёмкость ($t_{\text{ТР}}$) равна:

$$\text{КамаЗ-5320: } t_{\text{ТР}} = 3,8 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,99 = 6,32 \text{ чел}\cdot\text{ч};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } t_{\text{ТР}} = 3,8 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,99 = 6,32 \text{ чел}\cdot\text{ч}.$$

2.3.2. Определение годового объёма работ по ТО и ТР

Объём работ по ЕО_c , ЕО_t , ТО-1 и ТО-2 ($T_{\text{ЕО}_c}$, $T_{\text{ЕО}_t}$, $T_{\text{ТО-1}}$, $T_{\text{ТО-2}}$) за год определяется произведением числа ТО на нормативное скорректированное значение трудоёмкости данного вида ТО по формуле [4, с.42]:

$$T_{\text{ЕО,ТОг}} = N_{\text{ЕО,ТОг}} \cdot t_i, \quad (2.23)$$

$$\text{КамаЗ-5320: } T_{\text{ЕО}_c} = 39250 \cdot 0,2 = 7850 \text{ чел}\cdot\text{ч};$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } T_{\text{ЕО}_c} = 21666 \cdot 0,2 = 4333,2 \text{ чел}\cdot\text{ч}.$$

Годовой объём работ по ТР равен:

$$T_{\text{ТР}} = L_r \cdot A_u \cdot t_{\text{ТР}} / 1000, \quad (2.24)$$

Результаты вычислений сводим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Годовой объём работ по ТО и ТР

Показатель	КамаЗ-5320	КАМАЗ-53212	Вс его по АТП
T_{EOc} , чел·ч.	7850	4333,2	826 84
$T_{EOт}$, чел·ч.	425	234,6	659 ,6
T_{TO-1} , чел·ч.	19125	10557	296 82
T_{TO-2} , чел·ч.	18000	9936	279 36
T_{TP} , чел·ч.	53276	29408	826 84

Суммарная трудоёмкость ТО и ТР равна:

$$\sum T_{TO-TP} = 82684 + 659,6 + 29682 + 27936 + 82684 = 223646 \text{ чел.ч.}$$

2.4 Распределение объёма работ ТО и ТР по производственным зонам и участкам

Распределение объёма работ ЕО, ТО и ТР по видам работ %, согласно ОНТП-01-91 производим в таблице 2.5. (Приведена в приложении)

Годовой объём вспомогательных работ составит:

$$T_{всп} = 0,25 \cdot \sum T_{TO-TP}, \quad (2.25)$$

Годовой объём $T_{всп}$ равен:

$$T_{всп} = 0,25 \cdot 223646 = 55911 \text{ чел.ч.}$$

Распределение объёма вспомогательных работ по видам производим в таблице 2.6 (по ОНТП-01-91) [2, с.19].

Таблица 2.6 - Распределение объёма вспомогательных работ по видам работ

Вид работ	%	Трудоёмкость, чел·ч
Ремонт и обслуживание технологического оборудования, оснастки, инструмента	20	11182,3
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	15	8386,71
Транспортные	10	5591,14
Перегон автомобилей	15	8386,71
Приёмка, хранение и выдача материальных ценностей	15	8386,71
Уборка производственных помещений и территорий	20	11182,3
Обслуживание компрессорного оборудования	5	2795,57
Итого:	100	55911,4

2.5 Расчёт численности производственных рабочих

К производственным рабочим относятся рабочие зон и участков, непосредственно выполняющие работы по ТО и ТР подвижного состава. Различают технологически необходимое (явочное) и штатное (списочное) число рабочих. Технологически необходимое число рабочих обеспечивает выполнение суточной, а штатное- годовой производственных программ по ТО и ТР [4, с. 46].

Технологически необходимое (P_T) и штатное ($P_{ш}$) число рабочих рассчитывается по формулам:

$$P_T = T_{\text{годi}} / \Phi_T, \quad (2.26)$$

$$P_{\text{ш}} = T_{\text{годi}} / \Phi_{\text{ш}}, \quad (2.27)$$

где $T_{\text{годi}}$ –годовой объём работ по зоне ТО иТР или участку, чел·ч;

Φ_T –годовой фонд времени технологически необходимого рабочего, ч;

$\Phi_{\text{ш}}$ - годовой фонд времени штатного рабочего, ч.

В практике проектирования для расчёта технологически необходимого числа рабочих годовой фонд времени Φ_T принимают 2070 ч. –для производств с нормальными условиями труда, 1830 ч. –для производств с вредными условиями труда [4, с. 47]. Годовой фонд времени штатного рабочего определяет фактическое время отработанное исполнителем непосредственно на рабочем месте. Фонд времени штатного рабочего $\Phi_{\text{ш}}$ меньше фонда технологического рабочего Φ_T за счёт выходных, праздничных дней, отпусков и невыходов рабочих по уважительным причинам (выполнение государственных обязанностей, по болезням и др.), принимаем: $\Phi_{\text{шм}}=1610$ ч. –для маляров; $\Phi_{\text{шост}}=1820$ ч. –для всех остальных рабочих [4, с. 48].

Для зоны ЕО количество рабочих равно:

$$P_T = (7850+425+4333,2+234,6) / 2070 = 7 \text{ чел};$$

$$P_{\text{ш}} = (7850+425+4333,2+234,6) / 1820 = 8 \text{ чел}.$$

Для зоны ТО-1 количество рабочих равно:

$$P_T = (19125+10557) / 2070 = 15 \text{ чел};$$

$$P_{\text{ш}} = (19125+10557) / 1820 = 17 \text{ чел}.$$

Для зоны ТО-2 количество рабочих равно:

$$P_T = (18000+9936) / 2070 = 14 \text{ чел};$$

$$P_{\text{ш}} = (18000+9936) / 1820 = 16 \text{ чел}.$$

Годовой фонд времени технологического рабочего на постах ТР рассчитывается по формуле:

$$\Phi_T = (\Phi_{T_{\text{н.у.}}} \cdot a + \Phi_{T_{\text{вр.у.}}} \cdot b) / (a+b), \quad (2.28)$$

где a, b –число работ с нормальными и вредными условиями труда, % (см. п.1.4).

Годовой фонд времени Φ_T на постах ТР:

$$\text{КамАЗ-5320: } \Phi_T = (2070 \cdot 31 + 1830 \cdot (5+8)) / 44 = 1999 \text{ ч;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } \Phi_T = (2070 \cdot 40 + 1830 \cdot (4+6)) / 50 = 2022 \text{ ч.}$$

Годовой фонд времени штатного рабочего на постах ТР рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{ш}} = (\Phi_{\text{ш ост}} \cdot c + \Phi_{\text{ш м}} \cdot d) / (c+d), \quad (2.29)$$

где c, d – количество работ всех рабочих и маляров, % (п. 1.4).

Годовой фонд времени $\Phi_{\text{ш}}$ на постах ТР:

$$\text{КамАЗ-5320: } \Phi_{\text{ш}} = (1820 \cdot 36 + 1610 \cdot 8) / 44 = 1782 \text{ ч;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } \Phi_{\text{ш}} = (1820 \cdot 44 + 1610 \cdot 6) / 50 = 1795 \text{ ч.}$$

Для постов ТР количество рабочих равно:

$$\text{КамАЗ-5320: } P_T = 23441 / 1999 = 12 \text{ чел;}$$

$$P_{\text{ш}} = 23441 / 1782 = 6 \text{ чел;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } P_T = 12940 / 2022 = 13 \text{ чел;}$$

$$P_{\text{ш}} = 12940 / 1795 = 7 \text{ чел.}$$

Годовой фонд времени технологического рабочего на участки ТР рассчитывается по формуле (2.28):

$$\text{КамАЗ-5320: } \Phi_T = (2070 \cdot 47 + 1830 \cdot (2+3+2+2)) / 56 = 2031,4 \text{ ч;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } \Phi_T = (2070 \cdot 42 + 1830 \cdot (2+3+2+1)) / 50 = 2031,6 \text{ ч.}$$

Для участков ТР кол-во рабочих равно:

$$\text{КамАЗ-5320: } P_T = 29835 / 1999 = 15 \text{ чел;}$$

$$P_{\text{ш}} = 29835 / 1782 = 17 \text{ чел;}$$

$$\text{КАМАЗ-53212: } P_T = 16468 / 2022 = 8 \text{ чел;}$$

$$P_{\text{ш}} = 16468 / 1795 = 9 \text{ чел.}$$

Таким образом, общее количество рабочих на ТО и ТР составит:

- технически необходимое 77

- штатное 87

2.6 Охрана труда

Каждое предприятие вынуждено вести большую работу по обеспечению своей безопасности. Возможные угрозы исходят из самых разных сфер, поэтому в понятие комплексной защиты непременно должны входить решения,

обеспечивающие безопасность физическую, противопожарную, внутреннюю, экономическую, финансовую, технологическую, правовую и др. Независимая работа по каждому отдельному направлению сегодня признаётся неэффективной. Это объясняется высоким уровнем современных систем безопасности и их возможностью интегрироваться и объединяться.

На защиту предприятия специалисты предлагают выставить самые современные технологии, которые будут реализованы в виде комплексной системы безопасности, включающей:

- системы контроля и управления доступом (СКУД),
- видеонаблюдение,
- охранную и пожарную сигнализации,
- системы оповещения,
- охрану периметра.

При использовании самых передовых и масштабных комплексов предприятие может получить полноценную систему управления всеми имеющимися инженерными коммуникациями, что позволит автоматизировать контроль и добиться максимально высокого уровня безопасности на объекте.

Современный охранный комплекс представляет собой совокупность ряда систем и отдельных технических средств охраны, объединенных единым программным комплексом. Общая информационная среда, общая база данных, единый пульт контроля и управления работой системы – всё это в перспективе заметно снижает издержки на содержание большого штата сотрудников специальных служб, контролирующей безопасность отдельно по каждому направлению.

Набор необходимых средств защиты и элементов комплекса заказчик вправе выбирать самостоятельно. Сегодняшние возможности несколько не

ограничивают проектировщиков таких систем в функциональности и масштабности комплексов, поэтому уровень защиты предприятия может быть сколь угодно высоким.

Первая ступень этого вида контроля осуществляется благодаря соответствующей деятельности непосредственного руководителя сотрудников в функциональном подразделении. В это же время за осуществление второй ступени отвечает начальник функционального подразделения. Третья ступень контроля по охране труда находится в сфере деятельности специальных комиссий.

Руководство трёхступенчатым контролем по охране труда на предприятии находится в руках руководителя предприятия, а также органов охраны труда.

Как отмечалось ранее, за первой ступенью контроля по охране труда должен следить непосредственный начальник определённого числа сотрудников в функциональном отделении. При этом он отвечает за контроль деятельности только тех лиц, которые находятся у него в подчинении. На этом этапе проверяется достаточно большое количество моментов:

Являются ли проезды, проходы и переходы достаточно свободными;

Определение в полной ли мере были выполнены те требования и рекомендации, которые были даны в результате предыдущего контроля;

Контроль за наличием, а также расположением инструментов, материалов, а также аппаратуры;

Определение того, насколько безопасно то оборудование, которое используются на предприятии;

Проверка исправности вентиляции. Кроме этого желательно проверить достигает ли уровень вентиляции необходимо в соответствии с нормами показателя;

Контроль за соблюдением сотрудниками правил электробезопасности;

Наличие на предприятии инструкций по охране труда последнего образца, а также соблюдение находящихся в них предписаний;

Соблюдение правил противопожарной безопасности. В частности знание персоналом правил работы с пожароопасными материалами, аппаратурой и инструментами;

Контроль за работой сотрудников с вредными и взрывоопасными веществами;

Наличие необходимого количества средств индивидуальной защиты, их исправность, а также умение персонала им пользоваться;

Контроль за наличием у сотрудников предприятий необходимых документов (удостоверений) по охране труда, выдачей нарядов для тех работников, которые отправляются на выполнение действий, сопровождающихся дополнительными опасностями.

В соответствии с проведённой проверкой оформляется журнал, где указывается сам факт проверки и её результаты. Данный документ должен храниться у руководителя предприятия или же начальника одного из функциональных подразделений.

Вторая ступень контроля осуществляется под руководством начальника структурного подразделения. Контроль должен проводиться еженедельно в соответствии с графиком, который утверждается начальником структурного подразделения вместе со специалистами по охране труда. В процессе такого контроля проверяются следующие моменты:

Непосредственно выполнение мероприятий, прописанных в первой и второй ступенях контроля;

Исправность той аппаратуры, которая используется сотрудниками в процессе их профессиональной деятельности на предприятии. Также оборудование должно полностью соответствовать нормативной документации;

Выполнение всех правил, касающихся сроков ремонта оборудования предприятия, а также вентиляции установок;

Соблюдение сотрудниками всех правил пожарной безопасности и электробезопасности;

Выполнение всех тех предписаний, которые указаны в распорядительной документации по охране труда;

Наличие в полном объеме средств используемых для индивидуальной и групповой защиты сотрудников, а также тех средств, которые применяются для предотвращения чрезвычайных ситуаций, а также подавления последствий разного рода аварий. Помимо этого в процессе проведения второй ступени контроля следует проверять исправность всех этих защитных средств;

Наличие на предприятии всех необходимых плакатов и стендов по охране труда, а также их состояние. Помимо этого в обязательном порядке на нужных местах должны иметься специальные цветные наклейки, а также стикеры со знаками безопасности;

Контроль за работой сотрудников с пожаровзрывоопасными и вредными материалами и веществами;

Правильность использования сотрудниками средств индивидуальной защиты, а также спецодежды;

Своевременность проведение инструктажей по безопасности труда с каждым из работников предприятия, обязанным его пройти;

Состояние санитарно-бытового оборудования и помещений;

Полноценность обеспечения сотрудников лечебно-профилактическим питанием, молоком, а также прочими средствами, применяемыми для профилактики возникновения профессиональных заболеваний;

Правильность следования рациональному режиму труда и отдыха.

Данные, полученные во время проведения второй ступени контроля необходимо заносить в соответствующий журнал.

Третья ступень должна проводиться 1 раз каждый месяц. Ответственность за неё несёт комиссия по охране труда. В процессе данной проверки необходимо установить следующее:

Полноту выполнения мероприятий в соответствии с первой и второй ступенями контроля;

Точность и полноту выполнения всех мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Реализация всех пунктов коллективных договоров, а также документов, регламентирующих охрану труда;

Точность исполнения всех предписаний, которые внесены в распорядительную документацию по охране труда;

Техническое состояние каждого функционального подразделения, входящего в состав предприятия;

Выполнение предписаний, установленных после произошедших ранее групповых и тяжёлых несчастных случаев;

Степень эффективности функционирования вентиляционных установок на предприятии;

Соответствие каждой единицы оборудования всем техническим параметрам, регламентируемым нормативной документацией по охране труда;

Наличие на предприятии количества средств индивидуальной защиты, достаточного обеспечить ими каждого сотрудника. Также проверяется правильность их ремонта, хранения, чистки, стирки и выдачи;

Полнота организации лечебно-профилактического обслуживания всех сотрудников предприятия;

Наличие достаточного количества санитарно-бытовых помещений, а также приспособлений;

Наличие и состояние стендов, касающихся охраны труда. Своевременность их замены, а также их состояние;

Состояние тех помещений, которые отведены для организации в них кабинетов охраны труда;

Полноту подготовленности каждого сотрудника предприятия к рациональным действиям, регламентируемым в нормативных документах, во время аварийных ситуаций;

Качественность и своевременность проведения с сотрудниками предприятия инструктажей и курсов обучения по безопасности труда;

Полноту соблюдения трудовой дисциплины. Следование рациональному режиму труда и отдыха работниками предприятия.

После проведения проверки комиссией составляется соответствующий акт. В том случае, если в процессе проведения проверки были выявлены какого-либо рода нарушения, то составляется предписание.

2.7 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

3.1 Назначение конструкции

Диагностика подвески автомобиля является необходимым условием для качественного проведения ремонта и обязательным элементом перед регулировкой углов установки колёс.

Чтобы оценить техническое состояние отдельных узлов подвески и рулевого управления необходимо создать внешние переменные воздействия на колёса автомобиля. При этом сила этих воздействий должна быть больше силы которая реально воздействует на колёса автомобиля при движении, а её направление должно совпадать с направлением воздействия реальных сил. Разрабатываемый стенд для диагностик ходовой части полностью соответствует данным требованиям и позволяет получить визуальную информацию о состоянии подвески и рулевого управления. Наглядность настолько велика, что даже несведущий в устройстве автомобиля человек, посмотрев снизу на подвеску автомобиля, установленного на работающий люфт-детектор, видит неисправность.

					ВКР 23.03.03.023.18		
		№ до-	И				Лис-
Ра-	Гали-						23
	Сабн-						
Ре-					Пояснительная за-	Казанский ГАУ	
Н.							
					писки		

3.2 Устройство и принцип действия конструкции

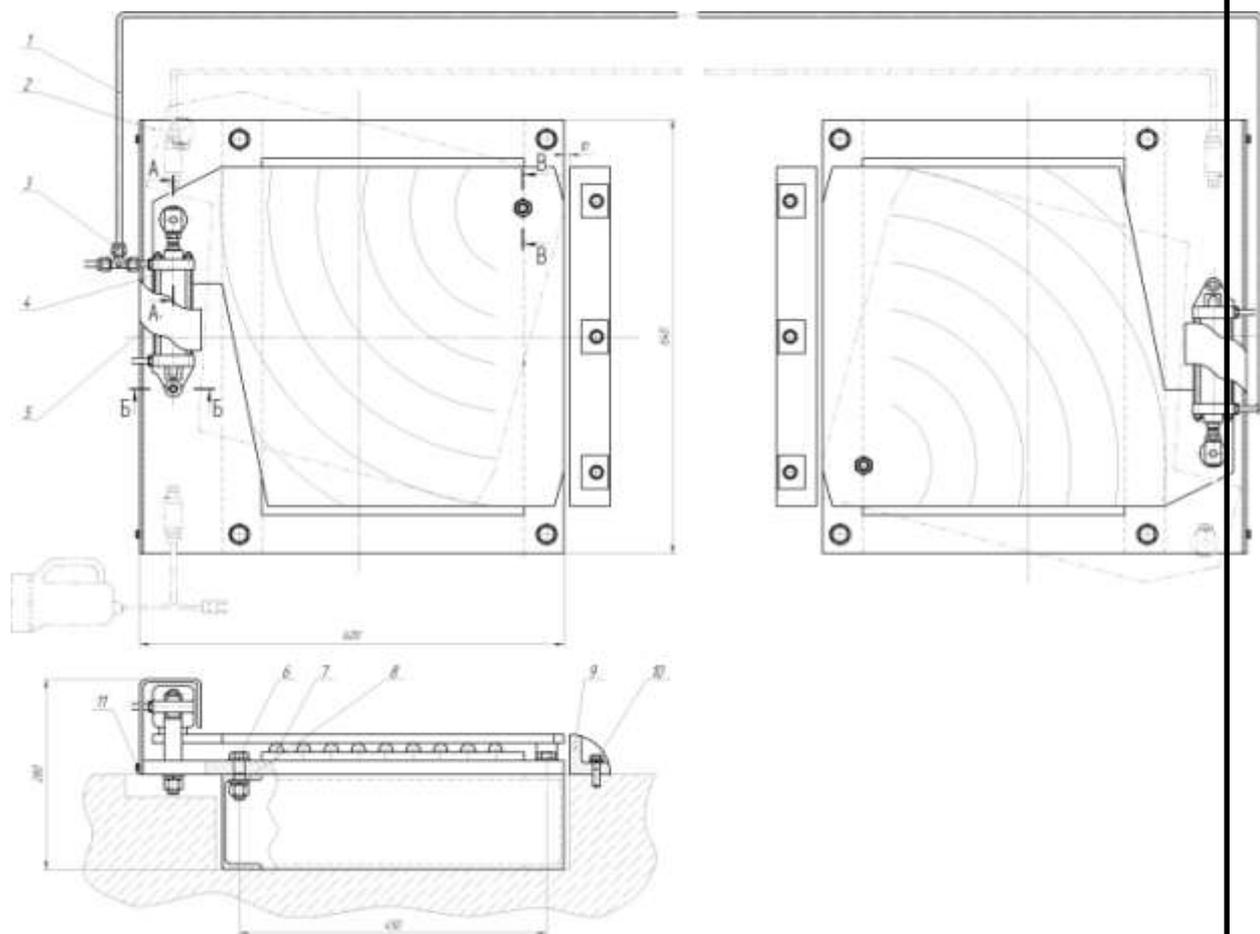


Рисунок 3.1 - Устройство конструкции

1 – трубопровод; 2 – платформа; 3 - тройник; 4 – пневмоцилиндр; 5 – кожух; 6 - болтовое соединение; 7 – опорные шарики; 8 – рама; 9 – ограничитель; 10 – крепление ограничителя

Установка работает следующим образом: автомобиль наезжает колесами на платформу 2 установки. Далее при помощи пневмоцилиндров 4 происходит движение платформ 2 по радиальным канавкам опорной пластины в результате чего появляется возможность из смотровой канавы оценить состояние ходовой части автомобиля, его подвески,

						<i>Лист</i>
					<i>ВКР 23.03.03.023.18</i>	
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

шарниров, уплотнений и т.д. Установка смонтирована в углублениях на раме 8.

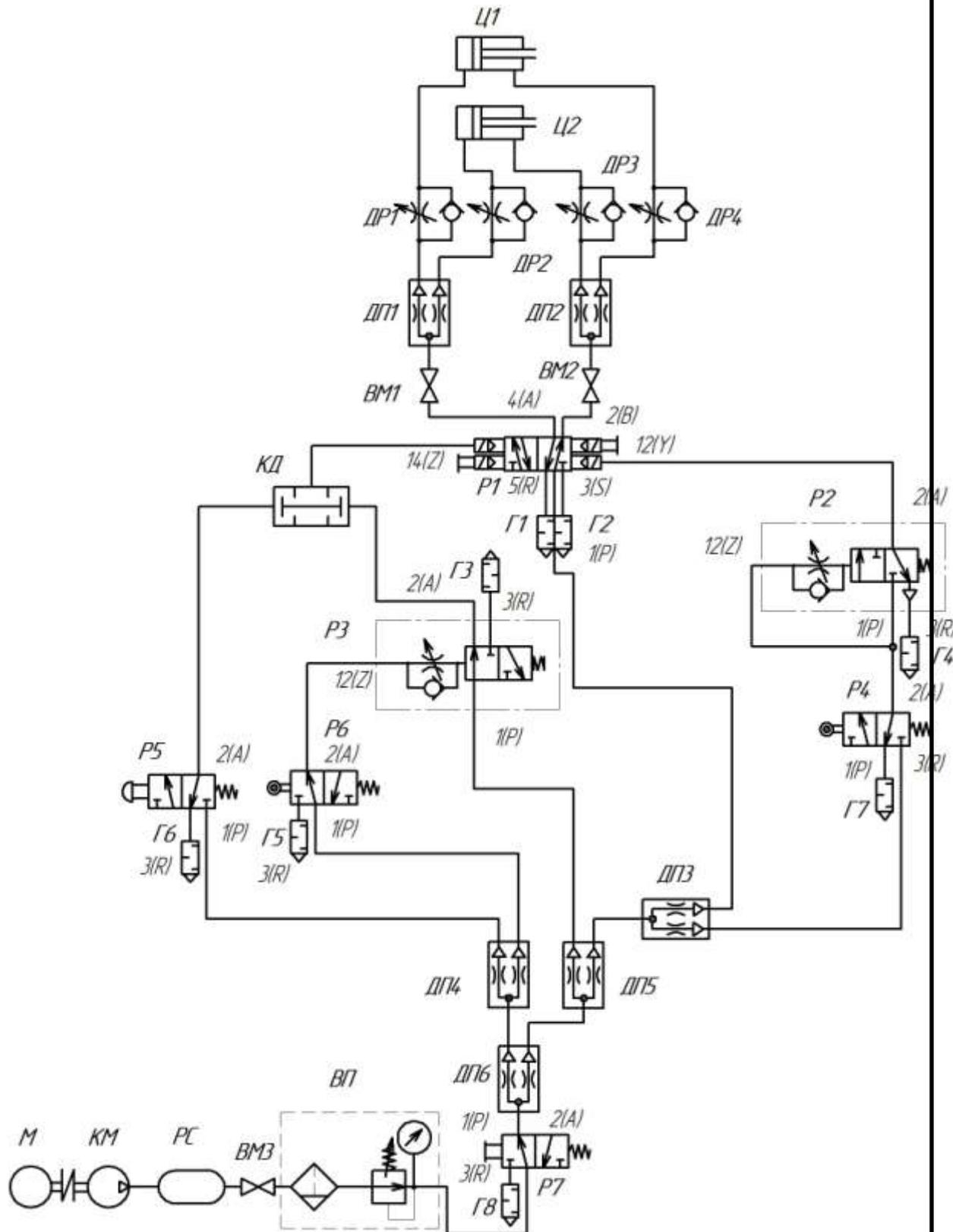


Рисунок 3.2 – Схема пневмопривода установки

Пневмопривод состоит из: блока подготовки воздуха ВП, пневмо-мультипликаторов Г1...Г8, делителей потока ДП1...ДП6, дросселей ДР1...ДР4,

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР 23.03.03.023.18

клапана давления КД, компрессора КМ, электродвигателя М, распределителей Р1...Р7, ресивера РС, пневмоцилиндров Ц1,Ц2.

Электродвигатель передает крутящий момент на компрессор, который создает давление воздуха и закачивает его в ресивер, далее через блок подготовки воздуха, который осушает закаченный воздух и фильтрует его, давление передается через систему делителей потока на систему дросселей на пневмоцилиндры передающие возвратно-поступательное движение платформам установки. Система распределителей в автоматическом режиме производит переключения направления движения пневмоцилиндров.

3.3 Конструктивные расчёты.

3.3.1 Условия получения установившегося движения поршня

Расчетная схема типового двухстороннего пневмопривода возвратно-поступательного движения приведена на рисунке 3.3.

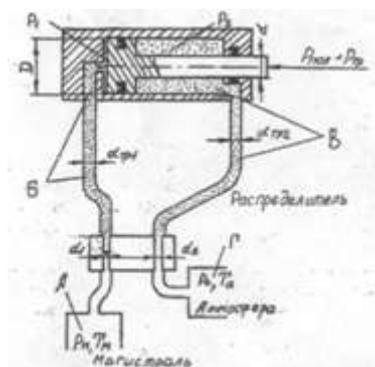


Рисунок 3.3 – Расчетная схема двухстороннего возвратно-поступательного движения

Основной задачей проектного расчета пневмопривода является выбор эффективной площади поршня и эффективных проходных сечений каналов подводящей f^3 и выхлопной f_b^3 магистралей по заданной скорости поршня, принимаемой постоянной и при постоянной силе сопротивления. При этом,

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

необходимо учесть особенности пневмопривода, заключающиеся в том, что движение, близкое к установившемуся, может быть получено только при определенных сочетаниях исходных величин, задаваемых конструктору, а именно: средняя скорость поршня V_{cp} , его ход S , масса подвижных частей m_n и принимаемых им начальных условиях.

Такими начальными условиями являются:

1) давление в полости наполнения равно атмосферному, а в полости выхлопа - магистральному;

2) давление в общих полостях атмосферное.

Условия первого вида в общей мере способствует получению движения, близкого к равномерному. Поэтому вначале необходимо оценить возможность получения движения, близкого к равномерному при заданных исходных параметрах. Изменение скорости определяется значениями безразмерных параметров N , Ω , χ .

Безразмерный конструктивный параметр N , равен

$$N = 275,14 \frac{\mu_1 d_1^2}{D^3} \sqrt{\frac{P}{P_m L}} \quad (3.1)$$

где μ_1 -коэффициент расхода выхлопной магистрали

d_1 - диаметр выхлопной магистрали, м

D - диаметр поршня, м

P - полная сила сопротивления на штоке, Н

P_m - магистральное давление, МПа

L - ход поршня, м

Безразмерный параметр, характеризующий пропускные способности подводимой к выхлопной магистрали Ω , равен:

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Omega = \frac{\mu_2 f_2}{\mu_1 f_1} = \frac{f_2^y}{f_1^y} \quad (3.2)$$

где μ_1, μ_2 - коэффициенты расходов подводящей и выхлопной магистрали соответственно; f_2 и f_1 - площади их сечения.

Безразмерный параметр, характеризующий нагрузку на штоке χ , равен:

$$\chi = \frac{P}{0,785 P_m D^2} \quad (3.3)$$

С достаточной для расчетов точностью, условие получения режима движения, близкого к установившемуся, можно записать в виде:

$$\delta \leq \delta_y \quad (3.4)$$

где δ - критерий инерционности пневмопривода, численно равен:

$$\delta = V_{cp} \sqrt{\frac{m}{PL}} \quad (3.5)$$

где m - масса всех подвижных частей пневмопривода (поршня, штока и т.д.).

На основании опытных данных установлено граничное значение δ_y , при превышении которого невозможно получить движение поршня, близкое к установившемуся.

Для начальных условий по давлению в полостях 2-го вида в качестве такой границы допустимо принять $\delta_y = 0,6$ и тогда условие получения установившегося движения запишется в виде:

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\delta_y < 0,6. \quad (3.6)$$

При использовании выражения (3.5) следует иметь в виду, что величины m и P , которые представляют собой соответственно полную массу всех подвижных частей и полную силу сопротивления, приложенную к поршню, до выбора диаметра цилиндра и штока конструктору неизвестны. Рекомендуется, предварительно принимать значение массы $m \approx 100-200$ кг.

В общем случае полная сила сопротивления равна:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \pm P_a F_{ш}, \quad (3.7)$$

где P_1 - сила трения в уплотнениях поршня и штока, Н

P_2 - сила полезного сопротивления, Н

P_3 - вес поршня со штоком, Н

$P_a F_{ш}$ - сила противодействия в выхлопной полости, Н

При проектном расчете, можно $P_a F_{ш} \approx 0$.

Когда сила полезного сопротивления P_2 является доминирующей, то для расчета P_1 , можно пользоваться следующей эмпирической зависимостью:

$$P = 3,5\sqrt{P_2}. \quad (3.8)$$

С учетом выражения (1.8), для пневмоцилиндра, расположенного горизонтально, получим:

$$P = 3,5\sqrt{P_2} + P_2. \quad (3.9)$$

Оценить возможность использования пневмопривода для перемещения массы 100 кг со скоростью $V_{ср} = 0,25$ м/с на расстояние $L = 0,25$ м. Сила полез-

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ного сопротивления $P_2=350\text{Н}$, Определить максимальное значение V_{cp} из условия сохранения режима равномерного движения:

По формуле (3.9) определим полную силу сопротивления P :

$$P = 3,5\sqrt{350} + 350$$

$$P = 415,5(\text{Н}).$$

По формуле (3.5) определим критерий инерционности пневмопривода δ :

$$\delta = V_{cp} \sqrt{\frac{m}{PL}}$$

$$\delta = 0,25 \sqrt{\frac{100}{415,5 \cdot 0,25}} = 0,2453$$

$\delta_y < \delta < \delta_p = 0,25$ – область режимов переходного типа между установившемся и равноускоренным движением.

Для определения максимального значения $V_{cp,max}$ при котором условие $V_{cp} \leq V_p$ еще будет сохраняться, необходимо левую часть выражения (3.5) приравнять к $\delta_p = 0,25$.

В результате получим $V_{cp,max} = 0,255$ м/с.

3.4.2 Выбор параметров привода по заданной скорости поршня

Задача выбора параметров пневмопривода по заданной скорости V_{cp} , и силе сопротивления P в общем случае не решается однозначно. Задав, например, произвольным значение площади поршня F , которое должно быть больше минимального значения, определяемого из условия получения достаточной движущей силы для преодоления сил сопротивления, можно настроить привод на заданную скорость поршня путем подбора эффективных проходных сечений на входе f^3 и выходе f_b^3 . При этом для каждого F будет Коли-

					ВКР 23.03.03.023.18	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

численные отношения F, f^9, f_b^9 между определяются безразмерными зависимостями:

– безразмерная эффективная площадь проходного сечения подводной линии

$$U_y = f^9 a_1 \quad (3.10)$$

– коэффициент пропорциональности

$$a_1 = \frac{K' P_M}{P V_{cp}} \quad (3.11)$$

$$K' = \sqrt{\frac{2qKR'T_M}{K-1}} \quad (3.12)$$

Если принять

$$T_K = 290\text{K}, q = 9,8 \text{ м/с}^2,$$

$K = 1,4$ и $K = 29,3 \text{ м/К}$, то получим:

$$K = 763,5 \text{ м/с}$$

– безразмерная площадь поршня

$$\frac{1}{\chi} = F a_2 \quad (3.13)$$

– коэффициент пропорциональности

$$a_2 = \frac{P_M}{P} \quad (3.14)$$

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При подсчете a_1 и a_2 давление следует измерять в н/м² (Па), силу Р в кг м/с² (Н), скорость - в м/с.

$$\Omega = \frac{f_6^3}{f^3}$$

безразмерная эффективная площадь проходного сечения выхлопной линии.

Этой величиной необходимо предварительно задаться, руководствуясь следующими соображениями.

С увеличением Ω , при сохранении исходных данных неизменными, величина f^3 уменьшается, а с уменьшением, наоборот f^3 увеличивается. Это объясняется падением противодействия в полости выхлопа, препятствующего движению поршня, по мере относительного увеличения проходного сечения выхлопного канала по сравнению с подводным.

В литературе, приведены в виде номограмм зависимости безразмерной эффективной площади проходного сечения подводной линии U_y как функции безразмерной площади поршня $1/\chi$ для различных значений Ω .

Кривые $U_y = f(1/\chi)$ **охватывают** область значений Ω от 0,01 до бесконечности, причем $\Omega = \infty$ характеризуют предельный случай движения поршня с бесконечно большим выхлопным каналом, т.е. когда давление в полости выхлопа равно атмосферному в течение всего хода.

Для всех кривых характерно наличие минимума в области значений параметра $1/\chi = 1,35 \div 2,2$. Каждое значение $U_y = U_{y \min}$ определяет минимальное сечение канала подводной линии при данном Ω . При $\Omega = \infty$, $U_{y \min} = 5,5$ и $1/\chi = 2,2$. При относительно малых колебаниях значений силы сопротивления Р в качестве допустимого предела при проектном расчете можно принять [4]. $\chi_{\text{доп}} = 0,7$ или $1/\chi = 1,43$. В остальных случаях рекомендуется принимать $\chi = 0,4 \div 0,5$ или $1/\chi = 2 \div 2,5$.

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Требуется выбрать параметры пневмопривода по следующим исходным данным:

Масса подвижных частей $m = 100 \text{ кг}$;

Средняя скорость поршня $V_{cp} = 0,25 \text{ м/с}$;

Ход поршня $L = 0,25 \text{ м}$;

Полная сила сопротивления $P = 415,5 \text{ Н}$;

Давление сжатого воздуха $P_m = 0,25 \text{ МПа}$.

Возможность получения при заданных условиях установившегося движения поршня, показана ранее. Определяем параметры привода из условия получения минимального проходного сечения подводящей линии f^3 . В соответствии с рекомендациями при

$$\Omega = \infty, U_y = U_{ymin} = 5,5 \text{ и } 1/\chi = 2,2.$$

По формуле (3.11)

$$a_1 = \frac{K'P_m}{PV_{cp}} = \frac{763,5 \cdot 0,25 \cdot 10^6}{0,25 \cdot 415,5} = 1,84 \cdot 10^6 \text{ м}^{-2}$$

По формуле (3.14)

$$a_2 = \frac{P_m}{P} = \frac{0,25 \cdot 10^6}{415,5} = 601,68 \text{ м}^{-2}$$

По формуле (3.10)

$$f_{min}^3 = \frac{U_{ymin}}{a_1} = \frac{5,5}{1,84 \cdot 10^6} = 2,99 \cdot 10^{-6} \text{ м}^{-2}$$

По формуле (1.13)

$$F_{onm} = (1/\chi) / a_2 = \frac{2,2}{601,68} = 3,656 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

что соответствует диаметру цилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4F_{onm}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,656 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 0,0682 = 68,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

					ВКР 23.03.03.023.18	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Округляем значение до D ближайшего большего из ряда стандартных размеров по СТ СЭВ 3936-82. В этом ряду имеются следующие значения D в мм: 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500.

Принимаем $D = 80$ мм.

Диаметр штока выбирается в соответствии с рекомендациями.

$$D_{шт} = (0.2 \div 0.3)D \quad (1.15)$$

Диаметр $D_{шт}$, полученный из этого соотношения округляют до ближайшего значения стандартного ряда по СТ СЭВ 3936-82. В нашем случае $D_{шт} = 0,25 \cdot 80 = 20$ мм. Принимаем $D_{шт} = 20$ мм

3.3.3 Выбор параметров элементов пневмолиний

Размеры элементов пневмолиний, т.е. площади их проходных сечений f выбирают по принятой схеме соединения элементов друг с другом и с учетом соотношения $f^3 f_{ряс}^3$ где f^3 - эффективная площадь проходного сечения линии, определенная в динамическом расчете пневмопривода.

Рассмотрим простейший частный случай, когда в линии входят только элементы одинакового проходного сечения, соединенные последовательно: $f_1 = f_2 = \dots = f_n$. Решение данной задачи должно быть однозначным. Приведенная длина трубопроводов, эквивалентного всей линии всегда больше физической длины труб реальной системы. Вычислив по формуле (10) f_{min}^3 , выбрав из таблицы 1.1 типы пневмоаппаратов, определяют приведенную длину трубопровода $L_{эkv}$.

Таблица 3.1 – Основные характеристики пневмоэлементов при расчете пневматической линии

					ВКР 23.03.03.023.18	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Наименование аппарата	Условный проход d_y , мм	Эффективная площадь $f^э$, мм ²	Длина эквивалентного трубопровода L , м
Воздухораспределители	10	23	4,1
Обратные клапаны и дроссели с обратным клапаном	10	14	14,9
Фильтры	10	25	3,4

Далее, по графику (рис. 3.2) для $f_{\min}^э$ (ось ординат) и $L_{\text{экв}}$, определяют коэффициент расхода μ и площадь проходного сечения пневмолиний по формуле:

$$f = \frac{f_{\min}^э}{\mu} \quad (3.16)$$

и диаметр пневмолиний d_y по формуле:

$$d_y \geq \sqrt{\frac{4f}{\pi}}, \quad (3.17)$$

Найденное значение диаметра d_y округляют до ближайшего большего по ГОСТ 11383-75. В соответствии с этим ГОСТ диаметры имеют следующие размеры: 6, 8, 10, 13, 15, 20, 25, 32 мм.

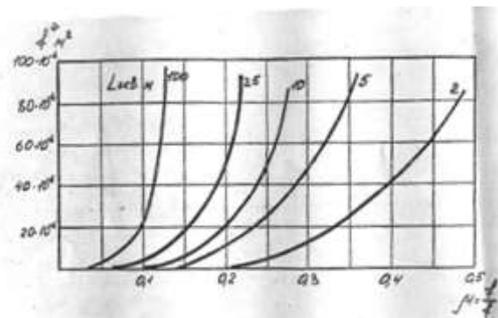


Рисунок 3.4 – График для приближенной оценки диапазона изменения f^9/f при проектном расчете пневматической линии

При динамическом расчете пневмопривода эффективная площадь подводящей магистрали $f_{\min}^9 = 2,99 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$. Длина пневмолинии $L = 27 \text{ м}$. Спроектированный пневмопривод состоит из фильтра типа В41-1 с $d_y = 10 \text{ мм}$, маслораспылителя типа В44-2 с $d_y = 10 \text{ мм}$, воздухораспределителя типа В63-1 с $d_y = 10 \text{ мм}$ и дросселя с обратным клапаном типа В51-1 с $d_y = 10 \text{ мм}$. Определить проходное сечение пневмолинии и ее диаметр d_y .

Определяем приведенную длину пневмолинии.

$$L_{\text{ЭКВ}} = L + L_{\text{эфильтр}} + L_{\text{эмаслор}} + L_{\text{эроспр}} + L_{\text{эдр}} \quad (1.18)$$

$$L_{\text{ЭКВ}} = 27 + 3,4 + 7,1 + 4,1 + 14,9 = 56,5 \text{ м.}$$

По графику (рис. 3.7) для

$$f_{\min}^9 = 2,99 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \text{ и } L_{\text{ЭКВ}} = 56,5 \text{ м,}$$

определяем $\mu = 0,05 \div 0,09$.

Следовательно, по формуле (3.15)

$$f = \frac{2,99 \cdot 10^{-6}}{0,05 \div 0,09};$$

$$f = (33,22 \div 59,8) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Что соответствует $d_y = (6,5 - 8,73) \text{ мм}$.

Принимаем в соответствии с ГОСТ 11383-75 $d_y = 8 \text{ мм}$, что соответствует

					ВКР 23.03.03.023.18	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$f = 50,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Определим коэффициент расхода μ_v выхлопной пневмолинии по изложенной выше методике.

Диаметр выхлопной пневмолинии примем равным диаметру подводящей магистрали: $d_y = 8 \text{ мм}$;

Длину выхлопной пневмолинии до пневмораспределителя примем $L_v = 5 \text{ м}$. Так как воздух из штоковой полости (рис. 3.6) попадает в воздухораспределитель,

$$L_{\text{эраспр}} = 4,1 \text{ м}.$$

$$\text{Тогда } L_{\text{экв}} = 5 + 4,1 = 9,1 \text{ м}.$$

Площадь выхлопной пневмолинии

$$f_v = 50,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

По графику (рис. 3.7) для

$$f_v = 50,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \text{ и } L = 9,1 \text{ м, находим } \mu = 0,26.$$

3.4 Экономическое обоснование конструкции

3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

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

ВКР 23.03.03.023.118

Лист

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 3.2.

Таблица 3.2 - Расчёт массы сконструированных деталей

пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
	2	3	4	5	6	7
	Втулка	0,26	8	0,2	2	,4
	Втулка большая	0,22	8	0,4	2	,8
	Втулка малая	0,04	8	0,1	2	,2
	Гайка	0,03	8	0,1	2	,2
	Гайка большая	0,06	8	0,3	2	,6
	Гайка малая	0,02	8	0,1	2	,2
	Кожух	0,44	8	3	2	6
	Ограничитель	0,64	8	5	2	10
	Ось	0,23	8	2	2	4
0	Ось большая	3,83	8	3	2	6
1	Ось малая	0,56	8	1	2	2
2	Платформа	10,78	8	30	2	60
3	Упор	0,53	8	2	2	4
4	Шайба 1	0,01	8	0,05	2	,1
5	Шайба 2	0,02	8	0,1	2	,2
6	Шайба 3	0,01	8	0,07	2	,14

7	Шайба 4	0,01	7,7 8	0,0 5	2	0 ,1
8	Шайба 5	0,01	8,7 8	0,0 5	2	0 ,1
9	Шарик	0,05	9,7 8	0,5	60	3 0
Итого:						7 2,64

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Масса покупных деталей и цены

пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
	2	3	4	5	6	7
	Болты	6	0,02	0,12	2,5	15
	Гайки	6	0,01	0,06	2	12
	Шайбы	12	0,005	0,06	1	12
	Винты	6	0,02	0,12	64	384
	Шплинты	4	0,002	0,008	20	80
	Пневмоцилиндр	2	0,4	0,8	350	700
	Тройник	1	0,8	0,8	500	500
	Трубопровод	2	0,3	0,6	150	300
	Рама	2	0	0	250	500
Итого:			58,968		16003	

Определим массу конструкции по формуле 3.18, подставив значения из таблиц 3.2 и 3.3:

$$\left(2,64 \cdot 7 + 8,97 \cdot 5 + 0,15 \cdot 1 \right) \cdot 51,35 \text{ г}$$

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:

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{пд}] \cdot K_{нац} \quad (3.19)$$

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

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3=0,02\dots0,15$);

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. ($C_m=0,68\dots0,95$);

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

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий отклонение преysкурантной цены от балансовой стоимости ($K_{нац} = 1,15\dots1,4$).

$$C_6 = (2,64 (0,15 \cdot 0,50 \cdot 0,85 + 0,003,00 \cdot 0,20 + 297,31) \cdot 1,15$$

3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.4)

Таблица 3.4 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3

					ВКР 23.03.03.023.18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Масса конструкции, кг	151,35	152
Балансовая стоимость, руб.	19297,31	30000
Потребная мощность, кВт	0,5	0,6
Часовая производительность, машин/ч	6	5
Количество обслуживающего персонала, чел.	2	2
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	80	80
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:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.20)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (6.37) получим:

$$e_0 = \frac{0,6}{0,12} \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

$$e_1 = \frac{0,5}{0,08} \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.21)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$e_0 = \frac{152,00}{60} = 2,5333 \text{ к}$$

$$e_1 = \frac{151,35}{60} = 2,5225 \text{ к}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.22)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$e_0 = \frac{30000}{60} = 500 \text{ р}$$

$$e_1 = \frac{19297,31}{60} = 321,62 \text{ р}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (3.23)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$e_0 = \frac{0}{4} = 0 \text{ че}$$

$$e_1 = \frac{0}{3,333} = 0 \text{ че}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.24)$$

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

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

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e \quad (3.25)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зп}0} = 0,4 \cdot 2,00 \cdot 3 \text{ руб.} = 2,40 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп}1} = 0,3333 \cdot 6,67 \cdot 2 \text{ руб.} = 4,44 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot \text{Э}_e \quad (3.26)$$

где $\text{Ц}_{\text{э}}$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_{\text{э}0} = 0,57 \cdot 0,01 \cdot 0,03 \text{ руб.} = 0,000171 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{э}0} = 0,57 \cdot 0,01 \cdot 0,02 \text{ руб.} = 0,000114 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.27)$$

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

Полученные значения подставим в формулу 6.44:

$$C_{\text{рто0}} = \frac{300}{100 \cdot 5} = 0,6 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{192}{97,31 \cdot 5} = 0,3945 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.28)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{300}{100 \cdot 4} = 0,75 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{192}{97,31 \cdot 4} = 0,4945 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 6.41:

$S_0 =$	2,00	,31	,5	,4	5,21	руб./ед.
$S_1 =$	6,67	,21	,8041	,7505	8,44	руб./ед.

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_H \cdot F_e = S + E_H \cdot k \quad (3.29)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$C_{\text{прив}0} =$	5,21	,1	0	6,2084	руб./ед.
$C_{\text{прив}1} =$	8,44	,1	,3604	8,9714	руб./ед.

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.30)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (5,21 - 8,44) \cdot 00 \cdot 24 = 383,02 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.31)$$

$$E_{\text{год}} = (6,21 - 8,97) \cdot 00 \cdot 26 = 053,29 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\text{Э}_{\text{год}}} \quad (3.32)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{192 \cdot 97,31}{243 \cdot 83,02} = 0,7914 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\text{Э}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.33)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{83,02 \cdot 1}{192 \cdot 2635} = 0,9731$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

п п	Наименование показателей	Базо- вый	Про- ект	Пр оект в % к базово- му
	2	3	4	5
	Часовая производительность, ед/ч	5	6	120
	Фондоёмкость процесса, руб./ед	10,0000	5,3604	54
	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	0,1200	0,0833	69
	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0101	0,0084	83
	Трудоёмкость процесса, чел·ч/ед.	0,4000	0,3333	83
	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	35,21	28,44	81
	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	36,21	28,97	80
	Годовая экономия, руб./ед.	24383,02		
	Годовой экономический эффект, руб.	26053,29		

0	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	0,79
1	Коэффициент эффективности капитальных вложений	1,26

Как видно из таблицы 3.5 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен:

0,79 года, и коэффициент эффективности равен: ,26

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная в выпускной квалификационной работе установка для диагностики ходовой системы грузовых автомобилей, является новым высокоэффективным и технологичным проектом, превосходящим не только отечественные, но и зарубежные разработки в данной области. Установка может быть использована не только в сельском хозяйстве, но и в других областях народного хозяйства.

Разработанный пункт ТО позволит не только собственными силами справиться с проводимыми в хозяйстве техническими обслуживаниями и диагностики, но и предоставлять услуги по ремонту и техническому обслуживанию сторонним организациям.

Разработанная установка является неотъемлемым атрибутом любого пункта технического обслуживания, а ввиду своей простоты конструкции и обслуживания, не потребует больших затрат на ее постройку.

В заключении хочется отметить то факт, что от технической диагностики и обслуживания напрямую зависит работоспособность автомашин, она позволяет заранее предупреждать возможные поломки и неисправности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя в 3-х томах. Издание 8.- Москва: Машиностроение, 1980. -Т.1-920 с.; Т.2- 912 с.; Т.3- 864 с.
2. Барсуков А.Ф. Краткий справочник по сельскохозяйственной технике.- Москва: Колос, 1978.- 128 с.
3. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники.- Москва: Колос, 1980.- 575 с.
4. Бендицкий Э.Я. Техническое обслуживание колесных тракторов.- Москва: Россельхозиздат, 1983.- 124 с.
5. Гуревич А.М. Техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов./ Гуревич А.М., Зайцев Н.В., Акимов А.П.- Москва: Росагропромиздат, 1988.- 238 с.
6. Домников И.Ф. Техническое обслуживание и ремонт машин в колхозах, 2-е издание.- Москва: Россельхозиздат, 1979.- 175 с.
7. Драгайцева В.И. Эффективность технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве.- Москва: Россельхозиздат, 1983.- 151 с.
8. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин.- Москва: Высшая школа, 1991.- 324 с.
9. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. / Иофинов С.А., Лышко Г.П.- Москва: Колос, 1984.- 341 с.
10. Козлов Ю.С. Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники, издание 2 (переработанное и дополненное).- Москва: Высшая школа, 1984.- 296 с.
11. Костенко С.И. Каталог средств технического обслуживания тракторов, комбайнов и сельхозмашин - Москва: ГОСНИТИ, 1980.- 47 с.
12. Ленский А.В. Методические указания по выбору оптимального комплекса передвижных и стационарных средств технического обслуживания

машинно-тракторного парка колхозов и совхозов.- Москва: ГОСНИТИ, 1975.- 126 с.

13. Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка.- Москва: Росагропромиздат, 1982.- 235 с.

14. Ленский А.В. Рекомендации по техническому обслуживанию машинно-тракторного парка на пунктах технического обслуживания в колхозах и совхозах. / Ленский А.В., Засыпкин В.С., Пуховицкий Ф.Н., Копылов Ю.М. – Москва: ГОСНИТИ, 1976.- 104 с.

15. Миронов А.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка./ Миронов А.П., Сегал Л.Б. – Ленинград: Колос, 1981.- 191 с.

16. Мочалов И.И. Каталог оборудования и инструмента для технического обслуживания и ремонта сельхозтехники./Мочалов И.И., Новиков Е.В., Чеснокова Л.В. - Москва: ГОСНИТИ, 1983.- 303 с.

17. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ Школа, 2004.- 144 с.

18. Мухаметгалиев Ф.Н. Организация и планирование производства на предприятиях АПК (справочно-нормативные материалы), 2-е издание, дополненное и переработанное.- Казань: Изд-во Дом Печати, 2004.- 292 с.

19. Петров Ю.Н. Основы ремонта машин.- Москва: Колос, 1972.- 527 с.

20. Пуховицкий Ф.Н. Механизированные средства для технического обслуживания машинно-тракторного парка.- Москва: Колос, 1978.- 186 с.

21. Пуховицкий Ф.Н. Средства технического обслуживания машинно-тракторного парка /Пуховицкий Ф.Н., Копылов Ю.М., Ленский А.В., Овчинников В.И.- Москва: Высшая школа, 1979.- 255 с.

22. Ракин Я.Ф. Эксплуатация подшипниковых узлов машин, 2-е издание, переработанное и дополненное – Москва: Росагропромиздат, 1990.- 189 с.

23. Рыбаков К.В. Автозаправочные процессы и системы в полевых условиях./ Рыбаков К.В., Дидманидзе О.Н., Карпекина Т.П. – Москва: УМЦ Триада, 2004.- 292 с.

24. Семейкин В.А. Эффективность технического обслуживания машинно-тракторного парка и автомобилей.- Москва: Россельхозиздат, 1987.- 175 с.
25. Солуянов П.В. Практикум по охране труда. - Москва: Колос, 1969.-176 с.
26. Сюткин А.М. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства.- Казань: КГСХА, 1995.- 48 с.
27. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка.- Москва: Колос, 1980.- 256 с.
28. Чернавский С.А. Проектирование механических передач, изд-е 4, переработанное/ Чернавский С.А., Ицкович Г.М., Киселев В.А., Боков К.М.- Москва: Машиностроение, 1976.- 608 с.
29. Шевченко А.И., Софронов П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов.- Ленинград: Машиностроение, 1989.- 512 с.
30. Яруллин Н.Г. Дипломное проектирование./ Яруллин Н.Г., Матяшин Ю.И., Рудаков А.И., Нуруллин Э.Г.- Казань: КГСХА, 2004.- 34 с.