

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

Направление 230303– Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство»

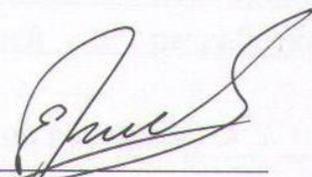
Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию грузовых автомобилей с разработкой приспособления для проверки управляемых колес

Шифр ВКР 23.03.03.475.18

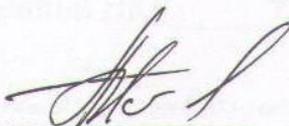
Студент


_____ подпись

Грачёв Е.А.
Ф.И.О.

Руководитель

доцент
ученое звание

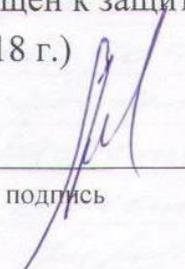

_____ подпись

Матяшин А.В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от 05 февраля 2018 г.)

Зав. кафедрой

профессор
ученое звание


_____ подпись

Адигамов Н.Р.
Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

Институт механизации и технического сервиса

Направление 230303 – 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 Грачёву Е.А.

Тема ВКР Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию грузовых автомобилей с разработкой приспособления для проверки управляемых колес

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 _____ (Грачёв Е.)

Руководитель ВКР _____ (Матяшин А.В.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Грачева Е. на тему «Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию грузовых автомобилей с разработкой приспособления для проверки управляемых колес».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на ___ листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает ___ рисунков, ___ таблицы. Список используемой литературы содержит ___ наименований.

В первом разделе представлено состояние вопроса по теме выпускной работы.

Во втором разделе выполнен расчет технологического процесса, разработаны мероприятия по улучшению окружающей среды, приведена методика проверки управляемых колес, составлена инструкция по безопасной эксплуатации устройства.

В третьем разделе разработана установка по проверки управляемых колес, приведены расчеты по экономическому обоснованию конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями для производства.

ABSTRACT

To final qualification work of Grachev E. on the subject "Design of Actions for Technical Maintenance of Trucks with Development of Installation on Check of Steered Wheels".

Final qualification work consists of the explanatory note on ___ sheets of the typewritten text and a graphic part on 5 sheets of the A1 format.

The note consists of introduction, three sections, conclusions and includes ___ drawings, ___ tables. The list of the used literature contains ___ names.

In the first section the condition of a question on a subject of final work is provided.

In the second section calculation of technology process is executed, actions for improvement of the environment are developed, the technique of check of steered wheels is given, the instruction for safe operation of the device is made.

In the third section installation on checks of steered wheels is developed, calculations for economic justification of a design are given.

The note comes to the end with conclusions and offers for production.

Содержание:

ВВЕДЕНИЕ

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	
1.1 Организация рабочего процесса автомобильного парка.....	
1.2. Технологический процесс при проведении ТО-1,2, ЕТО и сезонном обслуживании автомобилей.....	
1.3. Техническое обслуживание ходовой части грузового автомобиля.....	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Технологический расчет технических обслуживаний автотранспорта.....	
2.1.1. Расчет коэффициентов технической готовности.....	
2.1.2. Расчет годового пробега по нормам автомобилей.....	
2.1.3. Определение количества видов обслуживания за год.....	
2.1.4. Расчет суточной программы.....	
2.2. Планирование мероприятий по охране окружающей среды.....	
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА.....	
3.1 Обоснование темы конструкторской разработки.....	
3.2 Обзор существующих конструкций.....	
3.3 Назначение конструкции.....	
3.4 Устройство и принцип действия конструкции.....	
3.5 Конструктивные расчёты.....	
3.5.1 Расчёт балансирующей пружины.....	
3.5.2 Расчёт гидравлики.....	
3.6. Инструкция по безопасности труда оператора при работе с установкой для диагностирования ходовой части	
3.7. Экономическое обоснование конструкции.....	
3.7.1. Расчёт массы и стоимости конструкции.....	
3.7.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Техника применяемая в современном народном хозяйстве непрерывно совершенствуется, улучшаются её технические, эксплуатационные показатели. А так же показатели экономической эффективности применения техники. Всё это повышает и общий уровень требований предъявляемых к техническому обслуживанию этой техники.

Самоходная техника, для нахождения в состоянии технической готовности, требует проведения технического обслуживания агрегатов, узлов и механизмов. Одна из важнейших задач современного ТО – это увеличение пробега между ТО и ремонтами при использовании минимального количества запасных частей и прочих эксплуатационных материалов.

В современном народном хозяйстве принята планово-предупредительная система проведения ТО, которое предполагает проведение определённого комплекса работ и мероприятий проводимых с определённой периодичностью и за определённый показатель пробега техники. Эти работы производятся как в процессе эксплуатации, так и при хранении и транспортировании техники. При планово-предупредительной системе ТО производятся как обязательные регламентные работы, так и работы «по необходимости», выявленные в процессе диагностирования техники.

В зависимости от объема работ и периодичности их проведения, техническое обслуживание подразделяют на следующие виды: контрольный осмотр, ежедневное техническое обслуживание, техническое обслуживание №1 (ТО-1), техническое обслуживание №2 (ТО-2), сезонное обслуживание (СТО) при эксплуатации автомобилей.

Учитывая важность качественного проведения технического обслуживания и диагностирования, следует считать тему выпускной квалификационной работы актуальной.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Организация рабочего процесса автомобильного парка

Для обеспечения работоспособности подвижного состава автомобильного транспорта, его надежности при осуществлении перевозок возникает необходимость создание специализированных предприятий, предназначенных для целевого использования транспорта, его хранение, ремонта автомобиля и снабжение их эксплуатационными материалами. Наиболее эффективно эти вопросы решаются в крупных автотранспортных предприятиях.

Рассмотрим структуру предприятия на примере МУП «ПАТП №2». Данное предприятие осуществляет наибольший объем пассажирских перевозок в городе Казани, являясь самым крупным перевозчиком в г.Казани, которое осуществляет около 27% всех пассажирских перевозок в городе.

Предприятие оказывает основные услуги.

Предприятие осуществляет деятельность, определенную Уставом, в целях удовлетворения общественных потребностей в городских пассажирских автотранспортных перевозках, обеспечения регулярной и безопасной перевозки пассажиров в городских условиях с наибольшими удобствами, а также обеспечения социально-экономического развития трудового коллектива.

Внутренний порядок и распорядок работы в автопарках устанавливаются с учетом конкретных условий и должны обеспечивать:

- содержание автомобильной техники в готовности к использованию;
- своевременную качественную подготовку и выход машин
- полную сохранность находящейся в парке техники, помещений и оборудования, предназначенных для ее хранения, технического обслуживания и ремонта;

-своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт машин;

-меры пожарной безопасности и меры безопасности при выполнении в парке работ по техническому обслуживанию и ремонту машин;

Внутренний порядок и распорядок работы в автопарке (гараже, на стоянке) ежегодно устанавливается приказом руководителя.

Оперативное управление работой автопарка осуществляется при помощи диспетчерской службы предприятия.

Для связи с диспетчером применяется общая рация.

В г. Казани реализован проект «Автоматизированная система управления транспортом» (АСУ-Т). На сегодня г.Казани единственный город в Российской Федерации, в котором весь подвижной состав городского пассажирского транспорта работает под контролем автоматизированной системы диспетчерского управления, позволяющей отслеживать местонахождение транспорта, соблюдение графиков, выполнение рейсов, скоростной режим, соблюдение правил безопасности.

В случае поломок транспорта, изменений в маршруте информация поступает диспетчеру, и по согласованию с начальником колонны принимается решение о назначении подменного автомобиля взамен аварийного или об изменении маршрута автомобиля.

Для вывода автотранспорта с линии для проведения планового ремонта или ТО составляется месячный план-график проведения обслуживаний автотранспорта, согласованный с руководством предприятия и технической службы.

1.2. Технологический процесс при проведении ТО-1,2, ЕТО и сезонном обслуживании автомобилей.

Техническое обслуживание – это целый комплекс мероприятий, во время проведения которого осуществляется обнаружение неисправностей,

устранение дефектов и неполадок, а также проверка общего состояния автомобиля, его ресурсов и регулировка его узлов.

Проведение технического обслуживания – не только обязательная процедура, но и необходимая для самого автомобиля, ведь большинство проблем, связанных с его эксплуатацией, не заметишь невооруженным взглядом. В противном случае может произойти отказ посреди дороги, даже не понимая, почему вдруг автомобиль отказался ехать. А если редко обслуживается, то стоит пройти ТО в специализированном центре.

Заводы-изготовители устанавливают рекомендуемый период прохождения ТО в каждые 10000 – 15000 км пробега. Однако если автомобиль часто эксплуатируется в условиях повышенной нагрузки – пыльные трассы и проселочные дороги, повышенные и очень низкие температуры окружающей среды и прочие негативные условия, то интервал прохождения ТО может сокращаться.

Любое транспортное средство нуждается в регулярном проведении технического обслуживания – комплексе мероприятий, направленных на поддержание работоспособности и эксплуатационных характеристик всех узлов и агрегатов ТС. Регулярное техническое обслуживание очень важно для грузовых автомобилей, так как они постоянно подвергаются серьезным нагрузкам, и если вовремя не произвести обслуживание, то ресурс грузовика резко сократится. Так что ТО – это важное мероприятие, которое влияет на эффективность применения автомобиля, затраты на его эксплуатацию и ремонт.

В современном мире транспортные средства нуждаются в техническом обслуживании. Важность данной процедуры понимают практически все кадры. Если проводить обслуживание своевременно - это позволит обнаружить и устранить разнообразные неполадки в системах транспортного средства. Такая процедура позволяет продлить эксплуатационный срок вашего транспортного средства, поддерживать его в рабочем состоянии и обеспечить безопасность самого автолюбителя. Если не вовремя устранять

появившиеся проблемы - в будущем это может обернуться достаточно серьезными неисправностями, которые заставят вас потратить лишние средства на ремонт. Техническое обслуживание обойдется не так дорого, как полный ремонт транспортного средства, поэтому лучше всего отказаться от мнимой экономии, и уберечь себя от разнообразных незапланированных расходов.

Очень важно понимать, что проводимое ТО, если оно состоялось вовремя, помогает поддерживать ваше транспортное средство в исправном или работоспособном состояниях.

ТО грузовых автомобилей отличается от обслуживания других типов транспортных средств, оно имеет свои особенности, о которых должен знать каждый владелец грузовика. Причем здесь не имеет значение марка, модель и производитель автомобиля – в ТО одинаково нуждаются и отечественные, и зарубежные грузовики всех классов.

Периодичность регламентного технического обслуживания и ряд других аспектов ТО автомобилей – это не прихоть автопроизводителей и дилеров, а мера, строго регламентированная государственным стандартом. В частности, в России сегодня действует стандарт ГОСТ 21624-81 «Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности изделий», который среди прочего устанавливает сроки проведения ТО, а также прописывает ряд требований к конструкции автомобилей и проведению их технического обслуживания.

Однако производители автомобилей могут устанавливать свои сроки и требования по ТО, учитывая конструктивные особенности, но, как показывает практика, стандарт хорошо отражает действительное положение дел и устанавливаемые им сроки регламентного ТО и требованиям вполне соответствуют срокам и требованиям автопроизводителей.

Стандарт ГОСТ 21624-81 устанавливает три вида технического обслуживания транспортных средств:

- Ежедневное обслуживание (ЕО);
- Первое ТО (ТО-1);
- Второе ТО (ТО-2).

Также стандарт устанавливает и периодичность регламентного технического обслуживания (или межсервисный интервал), он измеряется в километрах пробега транспортного средства. Для грузовых автомобилей, также периодичность различных видов ТО, измеряемая в километрах пройденного пути, следующая:

- ЕО – каждый день (раз в сутки);
- ТО-1 – не менее 4000 км;
- ТО-2 – не менее 16 000 км.

Сразу нужно отметить, что стандарт не обговаривает периодичность обслуживания, которое должно проводиться в период обкатки автомобиля – здесь за все отвечает производитель. Однако для грузовых автомобилей обкатка длится в среднем 1000 км, причем многие производители при достижении такого пробега рекомендуют произвести замену моторного, а иногда и трансмиссионного масла. Ряд производителей рекомендует выполнять первое ТО только при пробеге 4000 км, однако так поступать рекомендуется только тем водителям, которые полностью соблюдали рекомендации по обкатке автомобиля, в противном случае ресурс двигателя и трансмиссии резко сократится, что чревато серьезными затратами в будущем. Так что для большей надежности и безопасности лучше произвести некоторые работы по обслуживанию при пробеге в 1000 – 1500 км.

Также стандартом устанавливается и еще один вид ТО, которое по факту присутствует в России – сезонное техническое обслуживание (или СТО). Оно проводится два раза в год, при переходе на весенне-летний или осенне-зимний периоды эксплуатации, это необходимо для подготовки автомобиля к предстоящим сезонным изменениям климатических условий.

Однако из любого правила есть исключения. Например, многие актуальные модели европейских и американских грузовых автомобилей, в том числе и Iveco, обладают увеличенным межсервисным интервалом, который может достигать 20 – 30 тысяч км. Речь идет о ТО-2, при котором производится замена моторного масла и другие мероприятия. Многие грузовики и магистральные тягачи имеют межсервисный интервал 40 – 50 тысяч км, однако здесь есть одно «но» - такой интервал установлен только для автомобилей, эксплуатируемых в Европе, для России это совершенно неприемлемо. В нашей стране грузовики сталкиваются с рядом негативных факторов, которые приводят к ускоренному износу двигателя и других агрегатов – низкокачественное топливо, плохое состояние дорог, наконец, некачественный сервис и т.д. И если для того же Iveco Eurocargo или Trakker руководствоваться европейскими нормами на периодичность обслуживания, то грузовик просто не «доживет» до следующего ТО, а если и «доживет», то потребует больших затрат на ремонт.

Если автомобиль новый и еще находится на гарантии, то сервис нужно посещать в сроки, установленные дилером. Для старых автомобилей межсервисный интервал выбирают сами владельцы, но и в этом случае стоит придерживаться либо сроков дилера, либо рекомендаций производителя, либо указанного выше стандарта.

Ежедневное обслуживание.

При ЕО проводится осмотр автомобиля на предмет целостности отдельных механизмов и на наличие поломок, проверяется работоспособность тормозной системы, осветительных приборов и других механизмов, измеряется давление в шинах, а также осуществляется мойка автомобиля и его заправка (при необходимости). То есть, ЕО направлено на то, чтобы автомобиль без каких-либо проблем вышел в рейс и выполнил поставленные задачи.

При ТО-1 проводится проверка уровня всех технических жидкостей (масел, охлаждающей жидкости и т.д.), а также регулировка различных

механизмов – рулевого управления, привода сцепления, свободного хода педали тормоза и других. Наконец, при ТО-1 осуществляется смазка требующих того узлов, агрегатов и механизмов, в соответствии с рекомендациями завода изготовителя. Смазочные работы проводятся согласно карте, которая должна иметься в автомобиле или в сервисе официального дилера.

При ТО-2 проводятся те же работы, что и при ТО-1, а также и ряд иных мероприятий. В первую очередь – замена моторного масла. Нередко именно во время ТО-2 производится разборка и ремонт некоторых узлов, которые при ТО-1 просто подвергались регулировкам и смазке. Обычно указанный для данного конкретного автомобиля межсервисный интервал соответствует времени между проведением ТО-2.

Сезонное ТО (СТО). Мероприятия по СТО зависят от времени его проведения, рекомендуется проводить при ТО-2. Так, осенью во время СТО необходимо подготовить автомобиль к эксплуатации в холодное время года (то есть, при отрицательных температурах воздуха). Для этого в систему охлаждения заливается антифриз (хотя в большинстве современных автомобилей вода уже практически не используется), в бачок омывателя – незамерзающая жидкость, а в двигатель – масло пониженной вязкости. Также обязательно проверяется и при необходимости корректируется плотность электролита аккумуляторов. Наконец, осенью необходимо слить конденсат из ресиверов пневмосистемы и заменить осушители (в дальнейшем, при наступлении мороза, слив конденсата рекомендуется проводить не реже раза в неделю). Весной объем работ по техническому обслуживанию меньше, так как к эксплуатации в теплое время года грузовики приспособлены гораздо лучше, чем в холодное.

Таким образом, в течение года владелец грузового автомобиля проводит несколько различных видов ТО. Как показывает практика, среднегодовой пробег грузовиков в России колеблется от 40 000 км (при умеренной эксплуатации) до 250 000 км (при активной эксплуатации без простоев), а в

среднем годовой пробег составляет порядка 100 000 км. Значит, в среднем грузовик два, а иногда и три раза за год проходит ТО-2, что требует соответствующих затрат.

Специфика планового обслуживания грузовиков в том, что, выполняя ремонт и обслуживание автомобилей, специалисты проводят технические работы по выявлению и устранению мелких неполадок в системе до их превращения в серьезные проблемы. Для каждой модели имеется собственный график планового ТО, но это не значит, что в сервисный центр можно обращаться только в течение установленного производителем времени. Время между процедурами рассчитывается в зависимости от интенсивности эксплуатации транспорта, веса перевозимого груза, общего пробега, климата в регионе использования, качества топлива, специфики дорог.

Длительные перевозки и перевозки по плохому дорожному покрытию — это существенная нагрузка на резиновое покрытие колес. Если место прокола на легковом автомобиле может быть быстро заклеено, то наткнувшееся на острый предмет колесо грузовика распарывается, и восстановить его самостоятельно практически невозможно. Единственный выход — шиномонтаж грузовой техники.

Не всегда необходимо заменять поврежденное колесо, в некоторых случаях можно обойтись восстановлением. Старая резина частично удаляется, после чего покрышка оборачивается в новый слой и подвергается вулканизации. Резина объединяется в единое покрытие, не уступающее по прочности и другим характеристикам купленному в магазине варианту. Эта услуга стоит гораздо дешевле полной замены покрышки.

Чаще всего в грузовиках повреждаются ходовая часть и коробка передач. Востребованы услуги ликвидации последствий аварии, устранения деформации кузова, подвески и другие виды работ. В зависимости от поломки, эксперты прибегнут к следующим методам.

- Мелкий ремонт — это незначительные, но важные работы, включающие покраску и удаление вмятин, устранение неисправностей в контролирующих системах, замену отдельных деталей. Кроме того, сюда входят процессы с механическими узлами;

- Капитальный ремонт может включать сборку и разборку транспортного средства, замену электропроводки и электрооборудования, работы с двигателями внутреннего сгорания, гидромеханическими передачами, шасси и т. д.

1.3. Техническое обслуживание ходовой части грузового автомобиля.

Ходовой частью грузовых машин, как и любых других видов автомобилей, называют систему узлов и механизмов, которые являются связующими звеньями в системе между колесами и корпусом транспортного средства при его движении.. И в случае с грузовыми транспортными средствами она отвечает за ряд важнейших функций:

- правильное распределение нагрузочной динамики, оказываемой на механизмы опоры при движении;
- улучшение тяговых характеристик автомобиля;
- адаптация частей ходовой системы к особенностям различных рельефов на дороге;
- адаптация механизмов ходовой части транспортного средства при наклонах в процессе совершения маневра поворота;
- поглощение вибрации и шумов, которые неизбежно появляются при движении автомобиля по дороге в результате трения колес о дорожное полотно.

Диагностика ходовой части грузовика

Тип поломки или неисправность в ходовой части автомобиля может быть обнаружен визуально или на слух., важно производить диагностику ходовой части грузовика регулярно. Однако стоит отметить, что

профессиональный сервис по ремонту ходовой части, подразумевает диагностику ходовой и иных элементов, всех ее узлов и механизмов. Что в свою очередь обеспечивает своевременное определение причин неполадок, после чего можно смело начинать полноценный комплекс ремонтных работ. Произведенный своевременно ремонт позволит сделать работу ходовой и всех ее узлов бесперебойной и надежной. Кроме того, это обеспечивает лучшую маневренность автомобиля и повышенную устойчивость на дороге, а значит, и лучшую безопасность.

Стоит отметить, что именно ходовая часть в грузовике подвергается сильному и более частому износу, чем другие элементы устройства автомобиля, ведь на нее в постоянном режиме оказываются сильнейшие нагрузки.

Среди неисправностей ходовой можно выделить так же повреждения и неисправности колёс и шин:

- износ посадочных отверстий;
- деформация диска;
- деформация обода;
- разрыв или порез каркаса шины;
- износ протектора.

Контроль радиального и осевого зазоров в шкворневых соединениях осуществляют перемещением цапфы относительно бобышки передней оси, которое фиксируется индикатором, укрепленным на балке переднего моста. Зазоры замеряются в двух положениях колеса: в вывешенном и после опускания колеса на пол.

Поскольку база замера примерно в 2 раза больше длины шкворня, величина радиального зазора шкворня будет в 2 раза меньше величины, зафиксированной индикатором. Осевой зазор замеряют плоским щупом, вставляемым между верхней проушиной поворотной цапфы и бобышкой передней оси. Зазор между обоймой подшипника и его гнездом в ступице,

а также степень 'затяжки подшипника могут быть выявлены покачиванием колес в поперечной плоскости после устранения люфта в шкворневом' соединении.

Состояние рессор контролируют визуально, при этом необходимо проверять затяжку стремянок с помощью динамометрического ключа. Проверяется также крепление амортизаторов и отсутствие подтекания из них жидкости. Эффективность действия амортизаторов проверяют на динамическом стенде, имитирующем неровности дороги.

Для измерения давления воздуха в шинах применяют специальные манометры. Сжатый воздух для накачивания шин получают из стационарных или передвижных компрессорных установок, состоящих из компрессора с электроприводом, смонтированным вместе с резервуаром для сжатого воздуха (ресивером).

Применяемые для этих целей компрессоры имеют небольшую подачу: стационарные – от 0,6 до 1,0 м³/мин, передвижные 0,04÷0,15 м³/мин при рабочем давлении 800-1100 кПа.

Для раздачи воздуха из компрессорных установок используют воздухораздаточные колонки, автоматически обеспечивающие требуемое давление.

После устранения люфта в шкворневых соединениях и подшипниках ступиц колес, проверки давления воздуха в шинах и крепления дисков колес контролируют углы установки управляемых колес и соотношение углов поворота колес или обратное схождение их на повороте.

Схождение колес сохраняется только в случае прямолинейного движения грузовика. При повороте грузовика управляемые колеса поворачиваются на различные углы и угол поворота внутреннего колеса γ_B всегда больше угла поворота наружного колеса γ_H .

Для оценки управляемости грузовика важно знать соотношение углов поворота колес. Наибольшей величины угол расхождения достигает при больших значениях углов поворота колес, поэтому соотношение углов

поворота чаще всего определяют при повороте одного из колес на угол, близкий к максимальному (20 или 25⁰).

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Технологический расчет технических обслуживаний автотранспорта

Исходными данными для расчета автотранспорта является списочный состав на конец календарного года, который приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Состав грузовых автомобилей

Марки автомобилей	Количество	Средне – суточный пробег
ГАЗ	2	90
КАМАЗ	12	160
Автобус	2	70

Расчет производственной программы по ТО определяет норму пробега в зависимости от условий эксплуатации.

Категория условий эксплуатации, характеризующаяся типом дорожного покрытия, типом рельефа местности, условиями движения подвижного состава, указывается в задании на проектирование или устанавливается исходя из местных условий для данного предприятия.

Категория условий эксплуатации и природные–климатические условия определяют режимы работы подвижного состава и оказывают влияние на установление периодичности ТО, ресурса (пробега до КР) и трудоемкости ТО и ТР.

Режим работы подвижного состава определяется числом дней работы подвижного состава на линии в году, числом смен работы автомобилей на линии продолжительностью работы каждого автомобиля на линии (время в наряде). Режим работы подвижного состава с учетом подготовительно–заключительного времени принимается согласно рекомендациям ОНТП-01-

91. При этом количество дней работы в году, уменьшено на 3 с учетом праздничных дней.

Для приведения к конкретным условиям работы нормативы корректируют с помощью соответствующих коэффициентов:

K_1 - в зависимости от условий эксплуатации подвижного состава;

K_2 – от модификации подвижного состава и организации его работы;

K_3 - от природных - климатических условий эксплуатации подвижного состава;

K_4 – от количества единиц технологически совместимого подвижного состава;

K_5 – от способа хранения подвижного состава.

Нормативный ресурсный пробег определяется по формуле:

$$L_1 = L_p^H * K_1 * K_2 * K_3, \quad (2.1.)$$

где L_p^H - нормативный ресурсный пробег автомобиля .

K_1, K_2, K_3 – зависимость от модификации подвижного состава

Марка подвижного состава	Норма пробега	K_1	K_2	K_3	До 1-го кап. ремонта
ГАЗ	450000	0,9	1	1,1	450000
КАМАЗ	300000	0,9	1	1,1	300000
ПАЗ	400000	0,9	1	1,1	400000

Расчет производственной программы по ТО

Производственная программа предприятия по ТО определяется числом ТО по видам на определенный период времени. Рассчитывается годовая и суточная программы. При разнотипном составе парка расчет ведется отдельно по моделям автомобилей в пределах технологически совместимых групп.

Для расчета годовой производственной программы по ТО широко применяется так называемый цикловой метод, согласно которому сначала

определяется число ТО по видам за цикл (под циклом принимается пробег автомобиля до КР или до списания), затем определяется годовой пробег автомобиля и через коэффициент перехода от цикла к году определяется число ТО за год.

Ниже излагается методика расчета годовой производственной программы по ТО парка подвижного состава исходя из годового пробега автомобилей парка, нормативов ресурса и периодичности ТО.

$$L_i = L_i^H * K_1 * K_3, \quad (2.2)$$

где L_i^H - нормативы пробега между ТО

Таблица 2.2 Периодичность проведения ТО автомобилей

Марка подвижного состава	K_1	K_3	ТО-1, L_1 , км. Нормативная	ТО-2, L_1 , км. Скорректировано	ТО-2 Нормативное L_2	ТО-2 Скорректировано
ГАЗ	0,9	1,1	4000	4000	16000	16000
КАМАЗ	0,9	1,1	4000	4000	16000	16000
ПАЗ	0,9	1,1	4000	4000	16000	16000

Расчет простоя на ТО и Р на 1000 км. Пробега

Продолжительность простоя в ТО и ТР – от модификации подвижного состава и организации его работы (K_2):

$$D_{то.р.н} = D_{то.р.н} * K_2, \quad (2.3)$$

где $D_{то.р.н}$ – норма простоя, дней

Трудоемкость ТО – от модификации подвижного состава (K_2) и количества единиц технологически совместимого подвижного состава (K_4).

Таблица 2.3 Нормативные данные

Марка подвижного состава	Норма простоя, дней	K_2	Простой в ТО и ТР, Дней
ГАЗ	0,38	1	0,38
КАМАЗ	0,48	1	0,48
ПАЗ	0,25	1	0,25

2.1.1. Расчет коэффициентов технической готовности

Коэффициент технической готовности парка определяется из выражения

$$\alpha_M = \frac{1}{1 + L_{C.C.} \left(\frac{D_{ТО.Р} * K_2}{1000} + \frac{D_K}{L_K} \right)}, \quad (2.4)$$

где $L_{C.C.}$ - средне суточный пробег, км

$D_{ТО.Р}$ - нормативное количество дней на ТО и Р, дней

D_K - количество дней простоя на К.Р. дней

L_K - расчетный пробег до К.Р, км

На примере автомобиля ЗИЛ

В случае, когда КР полнокомплектного подвижного состава не предусматривается, α_i - рассчитывается по формуле

$$\alpha_i = \frac{1}{1 + l_{cc} * \frac{D_{ТО.ТР.}}{1000}}; \quad (2.5)$$

$$\alpha_{ЗИЛ} = \frac{1}{1 + 90 \left(\frac{0,38 * 1}{1000} + \frac{0}{450000} \right)} = 0,97$$

Определив α_T по формуле, рассчитывают годовой пробег автомобилей парка, а затем годовую производственную программу по видам ТО. При этом имеется в виду, что при пробеге автомобиля, равном L_T , последнее

очередное ТО 2 не производится. Кроме того, ТО – 1, совпадающее по графику с очередным ТО – 2, входит в него и не учитывается отдельно.

Таблица 2.4 Определение пробега до капитального ремонта

Марка подвижного состава	Средне суточный пробег, Лс.с. км.	Д _к , км.	L _к , км	α_M
ГАЗ	90	-	450000	0,97
КАМАЗ	160	-	300000	0,92
ПАЗ	70	-	400000	0,98

2.1.2. Расчет годового пробега по нормам автомобилей

$$L_{\Gamma} = D_p \cdot L_{C.C.} \cdot p_m \cdot A_U, \quad (2.6)$$

где D_p – количество дней работы в году

$L_{C.C.}$ – средне – суточный пробег

p_m – коэффициент технической готовности

A_U – количество единиц данного типа

$$L_{\Gamma_{ЗИЛ}} = 302 \cdot 90 \cdot 0,97 \cdot 4 = 105458,4$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 Годовой пробег

Марка подвижного состава	D_p	A_U	L_{Γ}
ГАЗ	302	4	105458
КАМАЗ	302	12	533452
ПАЗ	365	2	50078

2.1.3. Определение количества видов обслуживания за год

Годовой объем работ по диагностированию определяется исходя из нормативного распределения трудоемкости ТО и ТР по видам работ.

Годовой объем вспомогательных работ принимается равным 20-30 % от общего объема работ по ТО и ТР подвижного состава.

Расчет ЕТО:

$$NEO = L_{\Gamma} / L_{c.c.} = 105458 / 90 = 1171,7 \quad (2.7)$$

Расчет количества ТО – 2 за год

$$N_2 = L_2 / L_2 - 1 = 105458 / 16000 - 1 = 6 \quad (2.8)$$

Расчет количества ТО – 1

$$N_1 = L_1 / L_1 - (N_2 + 1) = 105458 / 4000 - 6 + 1 = 19 \quad (2.9)$$

Расчет количества диагностики Д, №1

$$N_{д1} = 1,1N_1 + N_2 = 1,1 \cdot 19 + 6 = 27$$

$$N_{д2} = 1,2N_2 = 1,2 \cdot 6 = 7,2$$

Таблица 2. 6 Количество видов ТО и ремонтов

Марка подвижного состава	Количество машин	К Т.г.	L _г , км.	N ₁	N ₂	N _{ЕО}	N _{д1}	N _{д2}
ГАЗ	4	0,94	105458	19	6	1172	27	7
КАМАЗ	12	0,9	533452	100	32	3334	142	38
ПАЗ	2	0,94	50078	10	2	715	13	2

2.1.4. Расчет суточной программы

$$N_{\text{иcу}} = \frac{N_{i/\Gamma}}{D_{\text{раб}}}, \quad (2.10)$$

где N_r - из таблицы

$D_{\text{раб}}$ - число дней работы в году

Расчет на примере автомобиля ГАЗ

$$N_1^c \frac{19}{302} = 0,06$$

$$N_2^c \frac{6}{302} = 0,01$$

$$N_{\text{еос}}^c \frac{1172}{302} = 3,8$$

$$N_{\text{д1}}^c \frac{27}{302} = 0,08$$

$$N_{\text{д2}}^c \frac{7}{302} = 0,02$$

Аналогично рассчитываем для остальных автомобилей и результаты сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7. Суточная программа технического обслуживания

Марка подвижного состава	Суточная программа				
	ТО – 1 N_c^1	ТО- 2 N_c^2	$E_{\text{ос}}$	Д -1	Д – 2
ГАЗ	0.06	0.01	3.8	0.08	0.02
КАМАЗ	0,3	0,1	11,03	0,5	0,1
ПАЗ	0,02	0,005	1,95	0,03	0,005

2.2. Планирование мероприятий по охране окружающей среды

Забота об окружающей нас среде – это актуальная повседневная задача каждого поколения. Для бережного отношения к природе существуют так же нормативно правовые аспекты. Это законы об охране окружающей среды, санитарные нормы и правила.

При эксплуатации автотранспорта и работе предприятий связанных с ним, их деятельность относительно охраны окружающей среды регламентируется СНБ 1.03.02-96, а так же СНиП 2.04.03-85 и ВСН 01-89.

Нормы предельно допустимых выбросов в атмосферу должны быть установлены по каждому источнику.

Для того чтобы осуществить требования по охране водоёмов от сточных вод транспортного предприятия необходимо обеспечить дороги с твёрдым покрытием к стоянкам автомобилей, обеспечить озеленение не занятых постройками площадей с грунтом пригодным для растений. Так же необходимо предусмотреть мероприятия по сбору и очистке дождевых вод, сточных вод после мойки транспорта. Сточные воды следует очищать по принципу оборотного водоснабжения.

При планировке производственной зоны предприятия существует определение норм и требования к расположению ЦРМ, мест стоянок и т. д. Данная работа решает локальную проблему по уменьшению вредного воздействия на окружающую среду. Экологичность заключается в том, что в проекте пункта технического обслуживания предусмотрены меры по озеленению территории предприятия, по сбору отработавших масел, грязных вод и т.д. В пункте технического обслуживания предусмотрены все меры, чтобы загрязненность воздуха не превышала нормы. Так обкаточные, кузнечные и сварочные цеха снабжены специальными вентиляционными устройствами, удаляющих отработанные газы из помещения и в то же время фильтрующих их, для предотвращения выброса вредных веществ в атмосферу. Проектируемый агрегат экологически чист, так как применяется электрический ток для приведения в действие агрегата, установлен бочок для сбора отработавшего масла. Площадка обслуживания твердого покрытия, чтобы масла, пары топлива не попадали в почву.

При сливе сточных вод в канализационные коллекторы в них должно быть не более 0,25-0,75 мг/л взвешенных веществ и 0,05-0,3 мг/л нефтепродуктов; наличие тетраэтилсвинца в сточных водах не допускается.

Экологический контроль может осуществляться согласно ГОСТ 17.2.3.02-78: (Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями).

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

3.1 Обоснование темы конструкторской разработки

Проверка управляемых колес автомобиля является неотъемлемой частью прохождения технического обслуживания. При проверке проводят диагностику состояния шарниров ходовой части – люфты в соединениях и подвижность их под нагрузкой. Конструкция предназначенная для такой диагностики называется люфт детектором.

Следует отметить некоторые моменты, которые происходят по причине неисправности ходовой:

- из-за люфтов, износ соединения (шарнира) происходит быстрее и скорость износа растёт по экспоненте;
- появившийся люфт может привести к износу не только шарнира, но и тяг и рычагов связанных с ним;
- люфт может быть причиной повышенного или неправильного (неравномерного) износа протектора шин, нарушения регулировки схождения и развала колёс;
- повышенная вибрация в подшипниках и их ускоренный износ;
- износ деталей рулевого управления;
- посторонние стуки;
- отрыв колеса под влиянием критической нагрузки (из-за люфта критические силы из быстро нарастающих переходят в ударные, которые в несколько раз увеличивают моментальную нагрузку опоры);
- «забытый» люфт может привести даже к аварии в движении.

					ВКР 23.03.03.475.18			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Грачёв Е.</i>			Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Матяшин А.В.</i>					1	
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								
						Казанский ГАУ		

Иными словами нужно своевременно диагностировать состояние ходовой, особенно, на наших дорогах, и выявлять неисправности, с последующих их устранением.

Существует множество моделей конструкций для проверке ходовой (см. раздел 3.2), но они обладают недостатками

- высокой стоимостью;
- малой грузоподъёмностью, что делает их неприменимыми для грузовых автомобилей.

Задачей выпускной работы является разработка конструкции со следующими параметрами:

- большая грузоподъёмность (12 тонн на колесо, суммарно 24 тонны);
- возможность установки на стандартный платформенный, ножничный подъёмник, рампу, эстакаду, смотровую яму;
- возможность изготовить конструкцию силами небольшого предприятия;
- необходимо, чтобы конструкция имитировала реальные дорожные условия воздействия на колесо;
- ручное управление (выбор программ);
- надёжное и простое устройство.

3.2 Обзор существующих конструкций

Универсальное оборудование для определения излишних люфтов в подвеске и в системе рулевого управления транспортного средства. Для получения достоверных результатов, перед измерением углов установки колёс и положения осей автомобиля, необходимо в первую очередь проверить люфт в шкворне, шаровых опорах, рулевом механизме и тягах. Новые детекторы от Josam позволяют определить люфт за считанные минуты. Конструкция пластин позволяет производить циркулярные

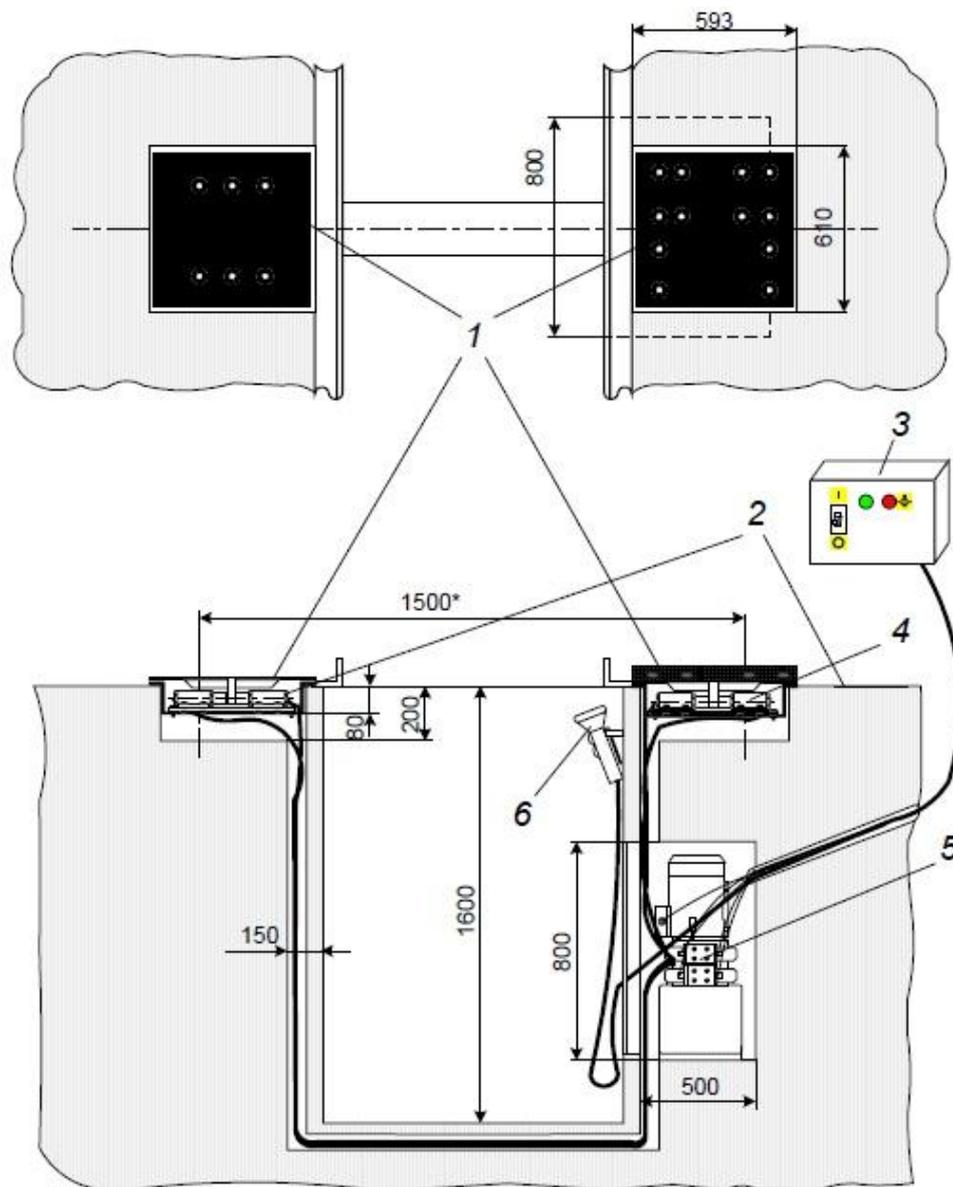


Рисунок 3.2 – Люфт-детектор ДЛ.

1- две площадки, 2- две рамы, 3- электрошкаф, 4- четыре гидроцилиндра, 5- гидростанция, 6- пульт-фонарик для дистанционного управления (ПДУ).

Гидравлическое питание к детектору подводится от стандартной станочной гидростанции, которая также предохраняет гидросистему от повышения давления выше допустимого. Работа детектора осуществляется вне зависимости от подъёмника.

Данный подъёмник был разработан для подъема автомобилей при обслуживании и выполнении работ по настройке развал-схождения.

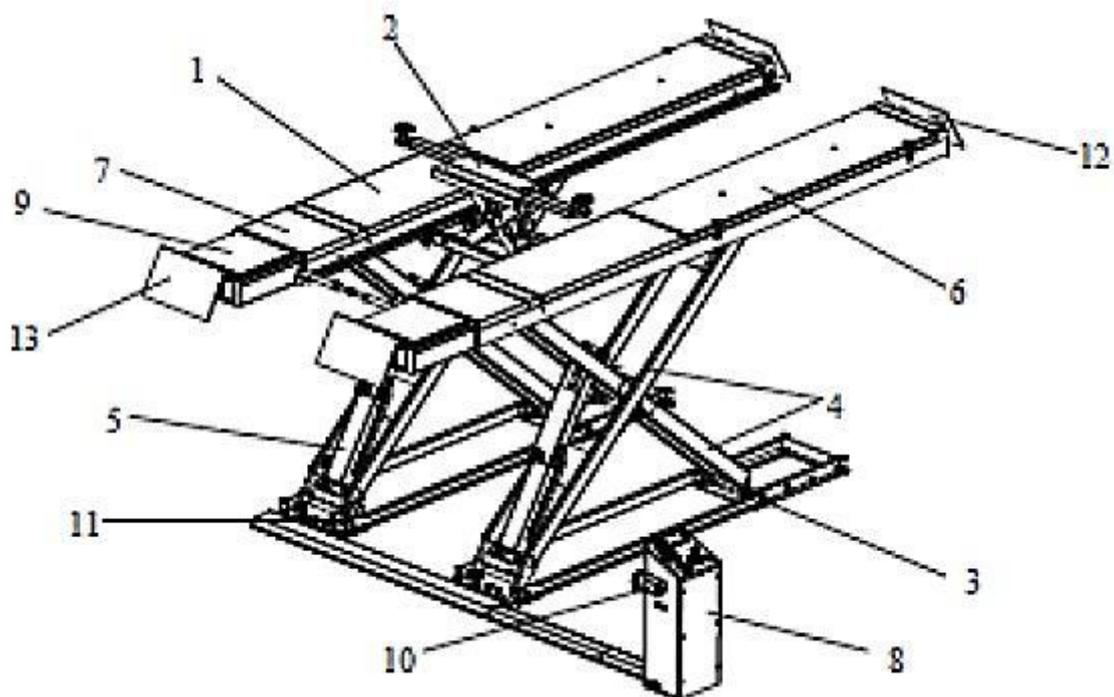


Рисунок 3.3 – Подъёмник со встроенным люфт-детектором.

1- платформа, 2- поперечная траверса, 3- подъемник, 4- опорных рычагов, 5- гидравлический цилиндр, 6- выдвижная консоль, 7- разъемом для поворотного круга. 8- блок управления.

Данный подъемник оборудован гидравлическим люфт-детектором работающим в двух направлениях. Данное устройство используется для проверки механической частей автомобиля (подвески и приводов).

Анализируя вышеуказанные конструкции можно сделать выводы:

- существующие конструкции обладают малой грузоподъемностью;
- если грузоподъемность их достаточна, то они малофункциональны и работают только по одному направлению (см. рис 3.1) – поворот платформы вокруг оси;
- высокая стоимость.

3.3 Назначение конструкции

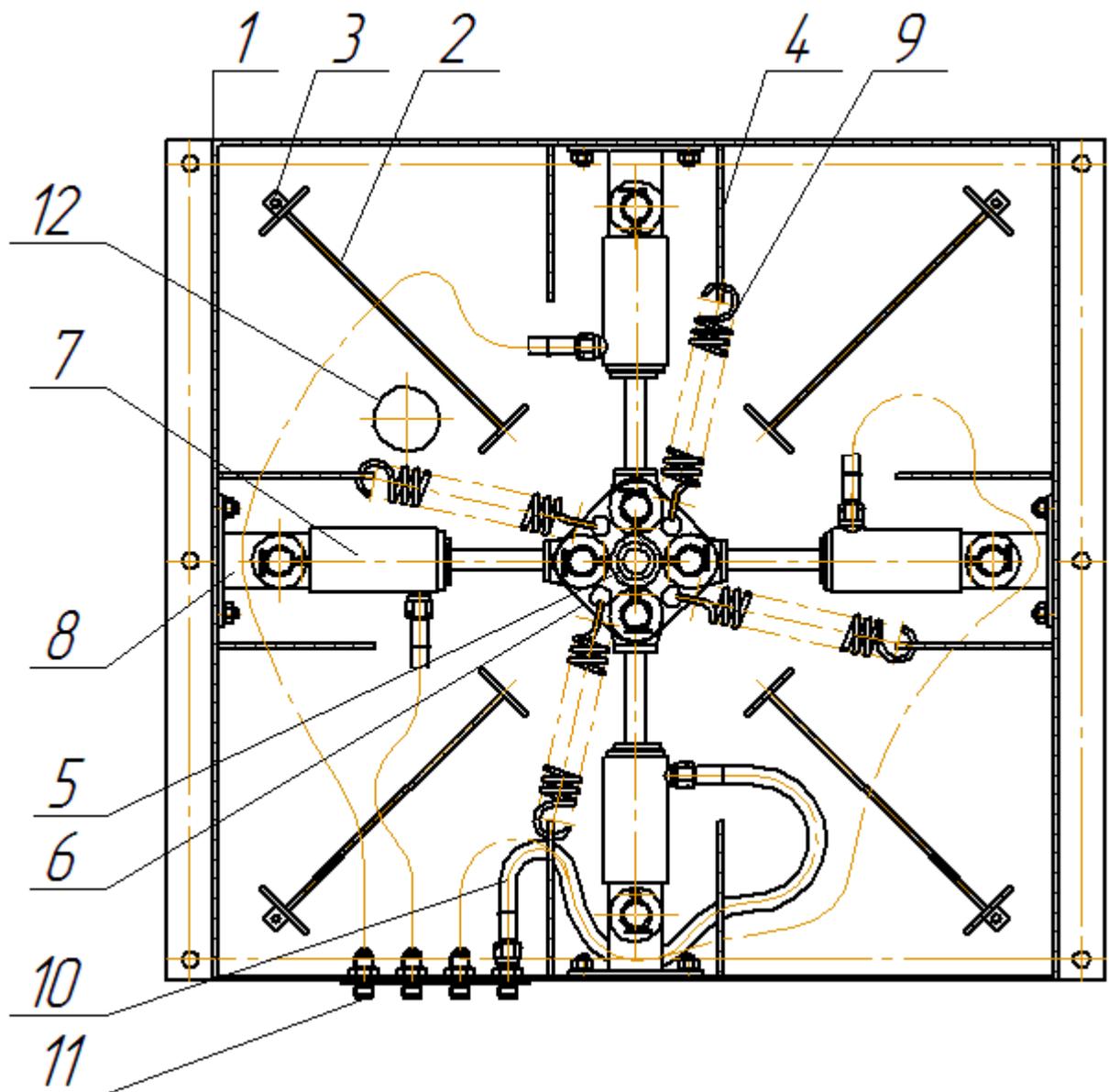


Рисунок 3.5 – Устройство конструкции

1 – корпус; 2, 4 – ребро жёсткости, 3 – крепёжное отверстие крышки; 5 – ось верхней подвижной плиты; 6 – каретка; 7 – гидроцилиндр; 8 – кронштейн; 9 – пружина; 10 – гидравлический шланг; 11 – присоединительный штуцер; 12 – отверстие слива (дренаж).

Вернёмся к рисунку 3.5. У диагональных рёбер 2 имеются ушки 3 с резьбой для крепления крышки. Платформа на которую заезжает колеса имеет снизу приваренную трубку 5, которая входит в шарнирное зацепление с кареткой 6. Балансируют центральное положение каретки 6 пружины 9.

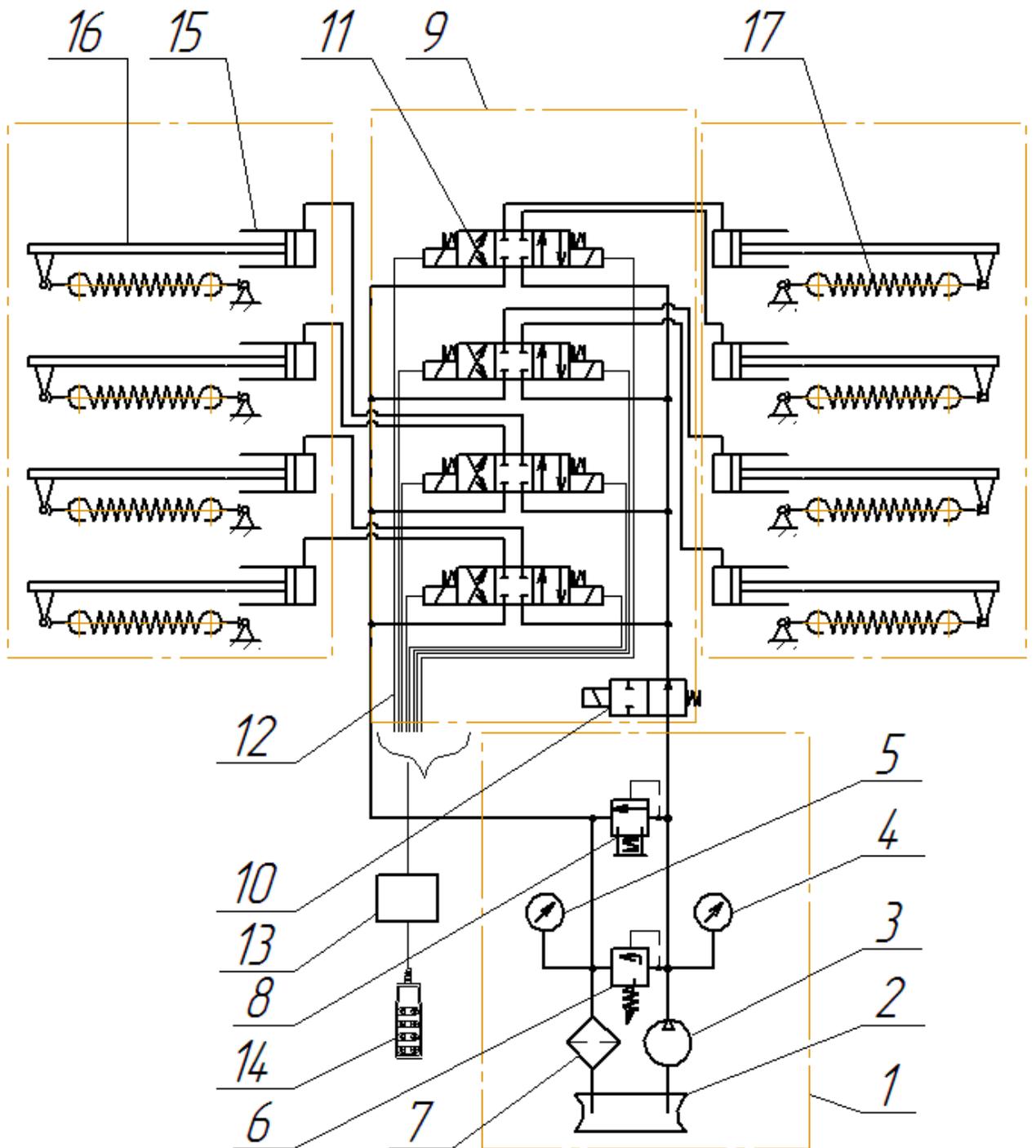


Рисунок 3.6 – Принципиальная схема конструкции.

1 – гидростанция; 2 – гидробак; 3 – насос; 4 – напорный манометр; 5 – манометр сливной магистрали; 6 – клапан предохранительный; 7 – фильтр; 8 – клапан настройки давления; 9 – распределительный блок; 10 – клапан подачи; 11 – распределитель; 12 – жгут кабельный; 13 – блок управления; 14 – пульт кнопочный; 15 – гидроцилиндр; 16 – шток; 17 – пружина.

Рассмотрим установку диагностирования в установленном состоянии (см. рис. 3.7)

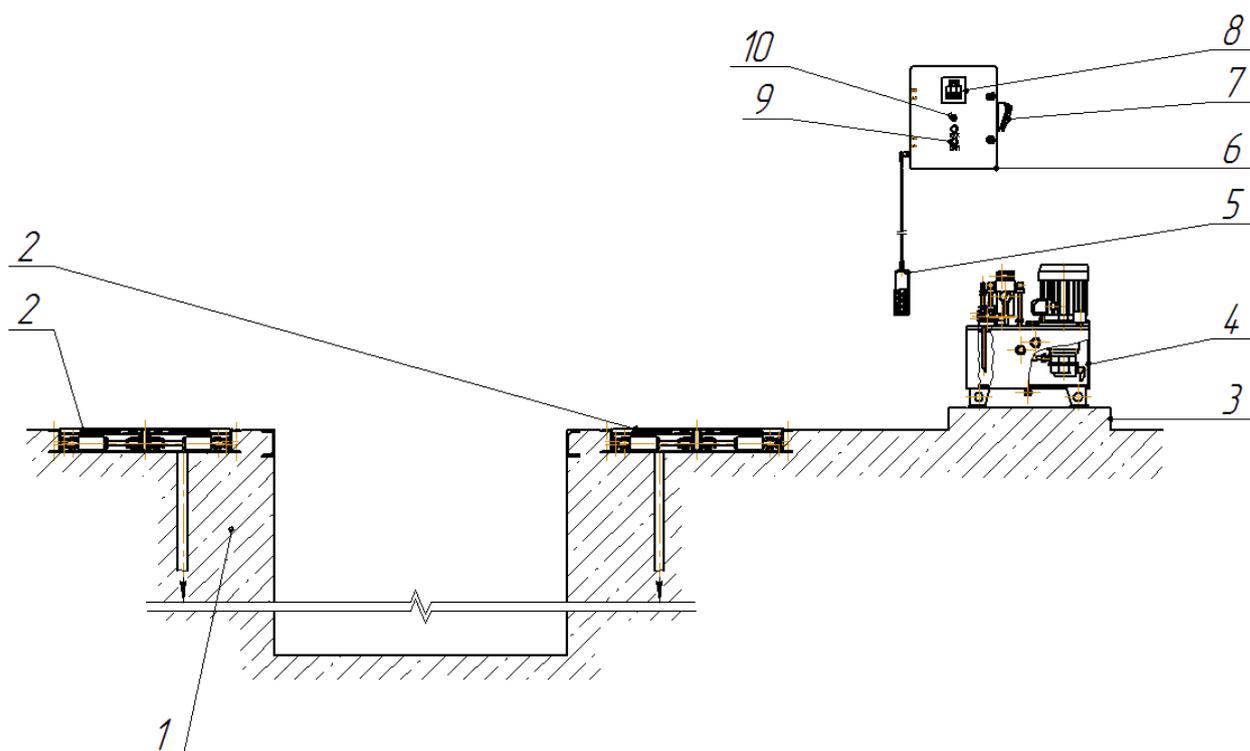


Рисунок 3.7 – Общий вид установки.

1 – подготовка пола; 2 – УДХ.02.00.00; 3 – подиум; 4 – гидростанция; 5 – пульт; 6 – блок контроллера; 7 – разъём питания 380В; 8 – вводной автоматический выключатель; 9 – кнопки «ПУСК» и «СТОП»; 10 – сигнальная лампа.

Конструкция может устанавливаться как на готовое бетонное основание (в этом случае используются заезды на штифтах), так и в подготовку пола с последующей заливкой бетоном 1.

Рядом с установкой не далее определённого расстояния установлена гидростанция 4 на подиуме 3, блок контроллера 6.

К блоку 6 подключается пульт 5, который имеет 8 кнопок управления. В зависимости от заложенной программы по нажатию определённых кнопок открываются и закрываются распределители.

Блок 6 подключается к линии питания 380В разъемом 7. Пульт 6 имеет вводной автомат 8. Стоит отметить, что гидростанция подключена через магнитный пускатель с токовым реле. Так же на пульте 6 имеется лампа 10 сигнализирующая о включенном состоянии.

3.5 Конструктивные расчёты

3.5.1 Расчёт балансирующей пружины

Первоначально действующая на пружину сила $F_1=(0,1...0,5)F_2$. Максимальная сила пружины $F_3=(1,05...1,66)F_2$. При изменении силы пружины от F_1 до F_2 жесткость пружины:

$$C = \frac{(F_2 - F_1)}{h}, \quad (3.1)$$

где h - рабочий ход пружины, значение которого назначают или вычисляют по условиям работы механизма.

Зададимся начальными условиями:

$$F_1 = 80H$$

$$F_2 = 120H$$

$$h = 75.мм$$

Подставим значения в формулу 3,1:

$$C = \frac{(120-80)}{75} = 0,53H/мм$$

При проектировочном расчете пружины диаметр проволоки определится по формуле:

$$d = 1.6 \sqrt{\frac{kcF}{\tau}}, \quad (3.2)$$

где F – максимальная растягивающая сила пружины;

k – коэффициент, зависящий от значения c , табл., $k=1,14$;

c – индекс пружины, конструктивно определяется, $c=4 \dots 12$.

принимаем $c=8$;

τ – допускаемое напряжение для проволоки пружины, $=400 \text{ МПа}$

Максимальная растягивающая сила пружины определится по формуле:

$$F = F_3 = 1,05 \dots 1,66 \quad F_2 = 120 \cdot 1,5 = 180 \text{ Н}$$

Подставив значения в формуле 4,10 получим:

$$d = 1.6 \sqrt{\frac{1,14 \cdot 8 \cdot 180}{400}} = 3,24 \text{ мм}$$

Принимаем $d = 4 \text{ мм}$

Жёсткость одного витка определится по формуле:

$$C_1 = \frac{Gd}{8c^3}, \quad (3.3)$$

где G – модуль сдвига материала проволоки пружины.

Для стали $G=80 \text{ Мпа}$

Подставив значения получим:

$$C_1 = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 4}{8 \cdot 8^3} = 10,2 \text{ Н/мм}$$

Средний диаметр D пружины и наружный диаметр D_H определяют по формулам:

$$\begin{aligned} D &= cd \\ D_H &= D + d \end{aligned} \quad (3.5)$$

Подставив значения получим:

$$\begin{aligned} D &= 8 \cdot 3,5 = 28 \\ D_H &= 28 + 3,5 = 31,5 \end{aligned}$$

Число рабочих витков пружины определится по формуле:

$$n = \frac{C1}{C} \quad (3.6)$$

Полное число витков:

$$n_1 = n + n_2, \quad (3.7)$$

где $n_2 = 1,5 \dots 2$ — число опорных витков (принимается $n_2 = 1,5$).

Подставив значения в формулы 3.6 и 3.7 получим:

$$\begin{aligned} n &= \frac{10,2}{0,53} = 19 \\ n_1 &= 19 + 1,5 \approx 20 \end{aligned}$$

Расчётное максимальное напряжение в поперечных сечениях витков пружины определяется по формуле:

$$\tau = \frac{8kFD}{\pi d^3} \leq \tau \quad (3.8)$$

Подставив значения получим:

$$\tau = \frac{81,1418028}{3,144^3} = 321,7 \leq 400 \text{ МПа} .$$

Условие 3.8 соблюдается.

Деформация пружины определится по формуле:

$$\lambda = \frac{F}{C} \quad (3.9)$$

Подставив в формулу 3.9 вместо F силы F_1, F_2, F_3 , получим деформации:
 λ_1 — предварительную, λ_2 — рабочую и λ_3 — максимальную.

$$\lambda_1 = \frac{80}{0,53} = 150,9 \text{ мм}$$

$$\lambda_2 = \frac{120}{0,53} = 246,4 \text{ мм}$$

$$\lambda_3 = \frac{180}{0,53} = 339,6 \text{ мм}$$

Максимальная деформация одного витка пружины определится по формуле:

$$\lambda'_3 = \frac{\lambda_3}{n} \quad (3.10)$$

Подставив значения получим:

$$\lambda'_3 = \frac{339,6}{19} = 17,87 \text{ мм}$$

3.5.2 Расчёт гидравлики

Параметры для расчета гидросистемы выбирают из условия установившегося режима работы машины по усилию на шток гидроцилиндра и скорости его перемещения. Усилие на штоке определяют из кинематического анализа, скорость перемещения — исходя из назначения машины и с учетом влияния продолжительности операций на производительность. Ориентировочно скорость перемещения можно рассчитать по формуле 10.32:

$$v_{ш} = \frac{l}{t}, \quad (3.14)$$

где l - ход штока, м ;

t - время операции, принимаемое по техническому заданию, с .

Подставив значения получим:

$$v_{ш} = \frac{0,07}{1} = 0,07 \text{ м/с}$$

Выходная мощность гидропривода определяется по формуле:

$$P_2 = F_{ш1} \cdot v_{ш1} + F_{ш2} \cdot v_{ш2}, \quad (3.15)$$

где $F_{шi}$ - усилие на штоке гидроцилиндра, Н .

В нашем случае имеется общее усилие на штоках, равное 2000 Н, тогда получим:

$$P_2 = 2000 \cdot 0,07 = 140 \text{ Вт.}$$

Расчётная мощность определяется по формуле:

$$P_{кр} = K_{з.у} \cdot K_{з.с} \cdot P_2, \quad (3.16)$$

где $K_{з.у}$ - коэффициент запаса по усилию, $K_{з.у} = 1,15 \dots 1,25$;

$K_{з.с}$ - коэффициент запаса по скорости, $K_{з.с} = 1,2 \dots 1,4$.

Подставив значения получим:

$$P_{кр} = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 140 = 165,6 \text{ Вт.}$$

Руководствуясь рекомендациями, подбираем номинальное давление в сети $p_{ном} = 6,3$ МПа.

Тогда по формуле, определяем максимальное давление в сети:

$$p_{max} = (1,1 \dots 1,5) p_{ном} \quad (3.17)$$

$$p_{max} = 1,1 \cdot 6,3 = 6,93 \text{ МПа.}$$

Полезную площадь гидроцилиндра рассчитывают по формуле 10.37 [8]:

$$A_ц = K_{з.у} \cdot F_{и} / p_{ном}, \quad (3.18)$$

$$A_ц = \frac{1,15 \cdot 2000}{6300000} = 0,00036 \text{ м}^2 .$$

Диаметр цилиндра определяется по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{A_ц}, \quad (3.19)$$

$$D = 1.13 \sqrt{0.00036} = 0.0215 \text{ м.}$$

Принимаем $D=40\text{мм}$.

С учётом рекомендаций, принимаем диаметр штока $d_{ш}=0,016 \text{ м}$.

Необходимая подача насоса определяется по формуле:

$$Q = K_{з,у} \cdot A_{ц} \cdot v_{ш} \quad (3.20)$$

$$Q = 1,15 \cdot 0,00036 \cdot 0,07 = 29 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с.}$$

При работе бесштоковой полости диаметр гидроцилиндра определится по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{F_{ш}}{z \cdot P_{ном} \cdot \eta_{н.н} \cdot \eta_{ц} \cdot \eta_{н}}}, \quad (3.21)$$

где $\eta_{ц}$ - механический КПД гидроцилиндра, $\eta_{ц}=1$;

$\eta_{н}$ - КПД шарнирного подшипника в густой смазке , $\eta_{н}=0,98$;

$\eta_{н.н}$ - Гидравлический КПД .

$$D = 1.13 \sqrt{\frac{2000}{6300000 \cdot 0.95 \cdot 1 \cdot 0.98}} = 0.0208 \text{ м.}$$

Шток цилиндра рассчитывают на продольный изгиб по формуле:

$$F_a = 10^6 \cdot K \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I / L^2, \quad (3.22)$$

где F_a - наименьшая осевая сжимающая сила, Н ;

K -. коэффициент, зависящий от способа заделки концов штока, стр 189 [8] $K=2$;

E - модуль упругости, для стали $E=МПа$;

I - минимальный момент инерции поперечного сечения штока, $м^4$.

$$I = \frac{\pi \cdot d_w^4}{64} , \quad (3.23)$$

$$I = \frac{3,14 \cdot 0,04^4}{64} = 0,00000012566 \text{ м}^4 .$$

Тогда, подставив значения в формулу 3.9 получим:

$$F_a = \frac{10^6 \cdot 2 \cdot 3,14^2 \cdot 22 \cdot 10^4 \cdot 0,12 \cdot 10^{-6}}{0,6^2} = 227 \text{ кН}$$

Данное значение больше действительного усилия на штоке гидроцилиндра, что удовлетворяет условию на стр. 190 [8].

Динамическая вязкость определяется по:

$$\mu = \nu \rho, \quad (3.24)$$

где $\nu_{и20} = 82 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, табличное значение ;

ρ – плотность масла , $\rho_{и20} = 890 \text{ кг/м}^3$.

Подставив значения получим:

$$\mu = 89082 \cdot 10^{-6} = 0,07$$

Площадь фильтрующей сетки при вязкости масла, соответствующей средней температуре окружающей среды 20°С, рассчитываем по формуле:

$$S_{\Phi} = 60Q_{\text{НОМ}}\mu / k\Delta p_{\Phi} \quad (3.25)$$

где k – удельная пропускная способность фильтров, $k = 2,27 \text{ дм}^3/\text{см}^3$

;

Δp_{Φ} – перепад давления на фильтре , $\Delta p_{\Phi} = 0,01 \text{ мПа}$.

$$S_{\Phi} = \frac{60 \cdot 0,00033 \cdot 0,07}{2,27 \cdot 0,01} = 0,61 \text{ см}^2$$

Принимаем $S_{\Phi} = 61 \text{ см}^2$.

Вместимость масляного бака определяем по выражению:

$$V = 12 \cdot Q_{\text{НОМ}} \quad (3.26)$$

$$V = 12 \cdot 0,00029 = 0,00348 \text{ м}^3 = 34,8 \text{ литра}$$

Расчётное значение предназначено для рабочих машин $V = 40 \text{ дм}^3 = 40$ литров.

По полученным данным подбираем гидроцилиндр (не менее) и гидростанцию.

3.6. Инструкция по безопасности труда оператора при работе с установкой для диагностирования ходовой части

«Утверждено»

на заседании профкома

«Утверждено»

Директор

Инструкция по безопасности труда оператора при работе с установкой для определения люфтов ходовой части

1. Общие требования безопасности.

1.1. Работать с установкой могут только лишь те люди, которые прошли обучение и достигли 18-и летнего возраста, прошедшие инструктаж и медицинский осмотр.

1.2. Опасными факторами на рабочем месте являются: пол, на который может попасть ГСМ – в этом случае он станет скользким и травмоопасным, смотровая яма.

1.3. Категорически запрещено заниматься на рабочем месте не связанными с рабочим процессом делами.

1.4. Соблюдать требования пожарной безопасности и поддерживать порядок на рабочем участке.

1.5. Категорически запрещается подводить кислородные баллоны на расстоянии менее 2м, использовать замасленные рукавицы.

1.6. В обязательном порядке необходимо соблюдать правила личной гигиены.

1.7. Рабочие несут полную ответственность за несоблюдение инструкции по безопасности, как административную так и уголовную.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Рабочие должны быть одеты в спецодежду и соответствующую обувь
2.2. Каждый работник должен быть ознакомлен с данной инструкцией и расписаться в журнале.

2.3. В начале рабочего дня необходимо подготовить рабочее место и привести его в порядок. Проверить уровень масла в гидросистеме, осмотреть крепления, подтянуть все соединения трубопроводов.

3. Требования безопасности во время работы.

3.1. Оператор конструкции должен постоянно отслеживать режим её работы, чтобы в случае возникновения какой либо ситуации среагировать быстро.

3.2. Инструменты должны лежать на своих штатных местах..

3.4. При возникновении какой либо внештатной ситуации немедленно остановить работу и сообщить заведующему мастерской.

4. Требования безопасности при аварийных ситуациях.

4.1. При аварии или аварийной ситуации первым делом необходимо обесточить все установки, остановить их работу и сообщить начальнику участка, цеха, администрации.

4.2. Первая помощь пострадавшим оказывается незамедлительно.

5. Требования безопасности по окончании работы.

5.1. Установку ввести в исходное состояние.

5.2. Убраться на рабочем месте.

5.3. Принять душ и переодеться в свою одежду, проверить комплектность и состояние спецодежды.

6. Ответственность.

Каждый работник предприятия несёт ответственность за нарушение данной инструкции, как рабочий и оператор, так и начальник участка, цеха. Ответственность предполагает дисциплинарные, материальные меры воздействия.

Разработал:
гл. инженер
нач. участка

Согласованно:
специалист по
безопасности труда

3.7. Экономическое обоснование конструкции

3.7.1. Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.27)$$

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 3.7.1.

Таблица 3.7.1 - 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
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус	22,96	0,78	18	2	36
2	Плита	5,10	0,78	4	2	8
3	Кронштейн	0,64	0,78	0,5	8	4
4	Заезд	6,38	0,78	5	4	20
5	Каретка	4,46	0,78	3,5	2	7
6	Крышка	7,65	0,78	6	2	12
7	Плитки	0,32	0,78	0,25	16	4
8	Шайбы	0,00	0,78	0,002	16	0,032
9	Ось	0,13	0,78	0,1	8	0,8
10	Блок управления	12,12	0,78	9,5	1	9,5
Итого:						101,332

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.7.2.

Таблица 3.7.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Гидростанция	1	35,4	35,4	35000	35000
2	Блок распределителей	1	18	18	18000	18000
3	Контроллер	1	15	15	5600	5600
4	Пульт	1	0,25	0,25	2200	2200
5	Гидроцилиндр	8	3	24	3500	28000
6	Шланги	8	0,5	4	680	5440
7	Блот+гайк+шайб	84	0,02	1,68	15	1260
Итого:			98,33		95500	

Определим массу конструкции по формуле 3.27, подставив значения из таблиц 3.7.1 и 3.7.2:

$$G = (101,33 + 98,33) \cdot 1,15 = 229,61 \text{ кг}$$

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:

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{нд}] \cdot K_{нац} \quad (3.28)$$

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.

$$C_m = 57 ;$$

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

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

$$C_6 = (101,33 \cdot (0,15 \cdot 1,50 + 0,85) + 95500,00) \cdot 1,20 = 114730,72 \text{ руб.}$$

3.7.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.7.3)

Таблица 3.7.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	229,61	350
Балансовая стоимость, руб.	114730,72	180000
Потребная мощность, кВт	1,8	2
Часовая производительность, ед/ч	5	3,5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	100	100
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	600	600

$$M_{e0} = \frac{350,00}{3,5 \cdot 600 \cdot 8} = 0,0208 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{229,61}{5 \cdot 600 \cdot 6} = 0,0128 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_б}{W_ч \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.31)$$

где где $C_б$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{180000}{3,5 \cdot 600} = 85,714 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{114730,72}{5 \cdot 600} = 38,244 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_ч} \quad (3.32)$$

где где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{3,5} = 0,2857 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.33)$$

где $C_{\text{зн}}$ – 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:

$$C_{\text{зн}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{е}} \quad (3.34)$$

где где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зн0}} = 100 \cdot 0,2857 = 28,57 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зн1}} = 100 \cdot 0,2 = 20,00 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}} \quad (3.35)$$

где где $\text{Ц}_{\text{э}}$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт, $\text{Ц}_{\text{э}}=2,88$.

$$C_{\text{э0}} = 2,6 \cdot 0,57 = 1,47 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{э0}} = 2,6 \cdot 0,36 = 0,93 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k \quad (3.38)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных

вложений $E_{\text{н}} = 0,1$;

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 54,90 + 0,1 \cdot 85,714 = 63,4686 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 32,02 + 0,1 \cdot 38,244 = 35,8402 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.39)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (54,90 - 32,02) \cdot 5 \cdot 600 = 68643,92 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.40)$$

$$E_{\text{год}} = (63,47 - 35,84) \cdot 5 \cdot 600 = 82885,13 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.41)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{114730,72}{68643,92} = 1,6714 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\text{Э}_{\text{год}}}{C_6} \quad (3.42)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{68643,92}{114730,72} = 0,5983$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.7.4.

Таблица 3.7.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	3,5	5	143
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	85,7143	38,2436	45
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	0,5714	0,3600	63
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0208	0,0128	61
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,2857	0,2000	70
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	54,90	32,02	58
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	63,47	35,84	56
8	Годовая экономия, руб./ед.	68643,92		
9	Годовой экономический эффект, руб.	82885,13		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,67		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,60		

Из таблицы 3.7.4 можно сделать следующие выводы:

- конструкция экономически эффективная, потому что её окупаемости равен: 1,67 года;
- коэффициент эффективности капитальных вложений равен: 0,6.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Разработанная конструкция установки по проверке управляемых колес для грузовых автомобилей отвечает предъявляемым техническим и технико-экономическим требованиям технического регламента.

По полученным расчетным показателям сравнительной оценки базовой и проектируемой установки можно сделать следующие выводы.

Из проведенных расчетов видно, что технико-экономические показатели эффективности конструкции по сравнению с базовыми улучшились:

- фондоемкость процесса уменьшилась на 55%;
- энергоемкость процесса уменьшилась на 37%;
- трудоемкость процесса уменьшилась на 30 %;
- уровень приведенных затрат уменьшилась на 44%;
- годовая экономия составила 68643,92 руб.

Проектируемую конструкцию устройства рекомендуется использовать при проверке управляемых колес грузовых автомобилей в автотранспортных предприятиях и пунктах контроля технического состояния при проведении годового технического осмотра.

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. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов.- Москва: Россельхозиздат, 1986.- 399 с.
4. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники.- Москва: Колос, 1980.- 575 с.
5. Бендицкий Э.Я. Техническое обслуживание колесных тракторов.- Москва: Россельхозиздат, 1983.- 124 с.
6. Булгариев Г.Г, Абдрахманов Р.К., Валиев А.Р. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ.- Казань: КГАУ, 2011.- 64 с.
7. Гуревич А.М. Техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов./ Гуревич А.М., Зайцев Н.В., Акимов А.П.- Москва: Росагропромиздат, 1988.- 238 с.
8. Дезинфекция автотранспорта. – www.kazan.geradez.ru.
9. Домников И.Ф. Техническое обслуживание и ремонт машин в колхозах, 2-е издание.- Москва: Россельхозиздат, 1979.- 175 с.
10. Драгайцева В.И. Эффективность технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве.- Москва: Россельхозиздат, 1983.- 151 с.
11. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин.- Москва: Высшая школа, 1991.- 324 с.
12. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. / Иофинов С.А., Лышко Г.П.- Москва: Колос, 1984.- 341 с.

13. Козлов Ю.С. Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники, издание 2 (переработанное и дополненное).- Москва: Высшая школа, 1984.- 296 с.
14. Костенко С.И. Каталог средств технического обслуживания тракторов, комбайнов и сельхозмашин - Москва: ГОСНИТИ, 1980.- 47 с.
15. 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.
16. Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка.- Москва: Росагропромиздат, 1982.- 235 с.
17. 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.
18. Миронов А.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка./ Миронов А.П., Сегал Л.Б. – Ленинград: Колос, 1981.- 191 с.
19. Методические указания по выполнению квалификационной работы бакалавров по направлению 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Валиев А.Р., Матяшин А.В. , Семушкин Н.И. и др. 2015. Казань, 31 с.
20. 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.
21. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ Школа, 2004.- 144 с.
22. Петров Ю.Н. Основы ремонта машин.- Москва: Колос, 1972.- 527 с.
23. Пуховицкий Ф.Н. Механизированные средства для технического обслуживания машинно-тракторного парка.- Москва: Колос, 1978.- 186 с.

24. 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.
25. Ракин Я.Ф. Эксплуатация подшипниковых узлов машин, 2-е издание, переработанное и дополненное – Москва: Росагропромиздат, 1990.- 189 с.
26. 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.
27. Семейкин В.А. Эффективность технического обслуживания машинно-тракторного парка и автомобилей.- Москва: Россельхозиздат, 1987.- 175 с.
28. Солуянов П.В. Практикум по охране труда. - Москва: Колос, 1969.- 176с.
29. Техническое обслуживание кузова автобуса НЕФАЗ. – www.trakbus.ru.
30. 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.
31. Шевченко А.И., Софронов П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов.- Ленинград: Машиностроение, 1989.- 512 с.