

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Сельское хозяйство)»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Проект диагностирования автомобилей
с разработкой стенда для испытаний шаровых шарниров

Шифр ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ

| | | | |
|--------------|--------------------------------|-------|---------------------------------|
| Выпускник | <u>гр.3451с</u> группа | _____ | <u>Р.И. Хузиев</u> Ф.И.О. |
| Руководитель | <u>доцент</u> ученое звание | _____ | <u>И.Н. Сафиуллин</u> Ф.И.О. |

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № от)

| | | | |
|---------------|-----------------------------------|-------|--------------------------------|
| Зав. кафедрой | <u>профессор</u> ученое звание | _____ | <u>Н.Р. Адигамов</u> Ф.И.О. |
|---------------|-----------------------------------|-------|--------------------------------|

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль «Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (Сельское хозяйство)»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/Адигамов Н.Р./

«_15_» __декабря__2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Хузиеву Р.И.

1. Тема работы: Проект диагностирования автомобилей с разработкой стенда для испытаний шаровых шарниров

утверждена приказом по вузу от «____» _____2018 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной работы 06.02.2018

3. Исходные данные к проекту Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.)

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Анализ видов технического обслуживания и диагностирования, стендов для испытаний шаровых шарниров

2. Проект диагностирования автомобилей

3. Конструкторская разработка стенда для испытаний шаровых шарниров

4. Безопасность жизнедеятельности

5. Экономическое обоснование разработанной конструкции

5. Перечень графических материалов

1. Анализ причин и способов устранения неисправностей подвески2. Зона диагностирования3. Разработка поста диагностирования автомобилей4. Общий вид стенда для испытаний шаровых шарниров5. Детализовка стенда6. Экономическое обоснование конструкции

6. Дата выдачи задания «_15_» __декабря__2017 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| № п/п | Наименование этапов дипломного проектирования | Срок выполнения | Примечание |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1 | Анализ технического обслуживания и конструкций стендов для испытаний шаровых шарниров | 20.01.2018 | |
| 2 | Технологическая часть | 27.01.2018 | |
| 3 | Конструкторская разработка | 02.02.2018 | |
| 4 | Безопасность жизнедеятельности | 03.02.2018 | |
| 5 | Экономическое обоснование | 05.02.2018 | |

Студент-выпускник _____

(Хузиев Р.И.)

Руководитель работы _____

(Сафиуллин И.Н.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе студента Хузиева Р.И. на тему: «Проект диагностирования автомобилей с разработкой стенда для испытаний шаровых шарниров»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 65 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1, из них 2 листа относятся к конструктивной части.

Пояснительная записка состоит из введения, трех основных разделов, заключения и содержит 5 рисунков, 8 таблиц. Список использованной литературы включает 29 наименований.

В первом разделе работы представлен анализ существующих технологий технического обслуживания и диагностирования автомобилей, причин неисправностей подвесок автомобилей и способы их устранения, а также проведен литературно-патентный обзор стендов для испытаний шаровых шарниров.

Во втором разделе, на основании первого раздела, производится проектирование технического обслуживания автомобилей, разработка технологий и технических средств для ТО и ремонта, определение трудоемкости работ и численности работников, выбор места и помещения.

В третьем разделе разработана конструкция стенда для испытаний шаровых шарниров. Приведены необходимые конструктивные и прочностные расчёты. Также спроектированы мероприятия по охране труда и технике безопасности, по физической культуре и спорту. В этом же разделе дано экономическое обоснование проектируемой конструкции. Подсчитан экономический эффект от внедрения устройства и срок окупаемости дополнительных капиталовложений.

Пояснительную записку завершает заключение по выпускной квалификационной работе, список использованной литературы и спецификация.

ABSTRACT

**to final qualification work of the student Huziyev R.I.
on a subject: "Project of diagnosing of cars with development
the stand for tests of spherical hinges"**

Final qualification work consists of the explanatory note on 65 sheets of the typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format, from them 2 leaves belong to a constructive part.

The explanatory note consists of introduction, three main sections, the conclusion and contains 5 drawings, 8 tables. The list of the used literature includes 29 names.

In the first section of work the analysis of the existing technologies of technical maintenance and diagnosing of cars, the reasons of malfunctions of suspenders of cars and ways of their elimination is provided and also the literary and patent overview of stands for tests of spherical hinges is carried out.

In the second section, on the basis of the first section, design of technical maintenance of cars, development of technologies and technical means for THAT and repair, determination of labor input of works and the number of workers, the choice of the place and room is made.

In the third section the stand design is developed for tests of spherical hinges. Necessary constructive and strength calculations are given. Actions for labor protection and accident prevention, for physical culture and sport are also designed. In the same section economic justification of a projectible design is given. Economic effect of implementation of the device and a payback period of additional capital investments is counted.

The explanatory note is completed by the conclusion on final qualification work, the list of the used literature and the specification.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 7 |
| 1 АНАЛИЗ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ..... | 8 |
| 1.1 Понятие и виды диагностирования | 8 |
| 1.2 Анализ неисправностей подвески, возникающих в процессе эксплуатации транспортного средства..... | 15 |
| 1.3 Анализ существующих конструкций для испытаний шаровых шарниров..... | 20 |
| 2 ПРОЕКТ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ..... | 26 |
| 2.1 Определение количества технического обслуживания и ремонтов | 30 |
| 2.2 Определение трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту..... | 39 |
| 2.3 Определение численности рабочих | 43 |
| 2.4 Определение количества постов | 43 |
| 2.5 Подбор оборудования и расчет производственной площади | 45 |
| 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ..... | 47 |
| 3.1 Выбор объекта проектирования и анализ существующих конструкций..... | 47 |
| 3.2 Задачи проектирования и выбор конструктивных параметров разрабатываемой конструкции | 49 |
| 3.3 Технологические и конструктивные расчеты..... | 51 |
| 3.4 Инструкция по безопасности труда для слесаря при эксплуатации стенда..... | 54 |
| 3.5 Физическая культура и спорт на производстве..... | 56 |
| 6.3 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение..... | 57 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 62 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... | 63 |
| СПЕЦИФИКАЦИЯ..... | 66 |

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях для обеспечения благоприятных условий эксплуатации и достижения высоких производственных показателей и бесперебойной работы автомобильного парка сельскохозяйственной организации должны располагать соответствующей ремонтно-технической базой, способствующей своевременно выполнять техническое обслуживание, диагностирование и ремонт подвижного состава.

Для обеспечения работоспособности подвижного состава в течение срока их эксплуатации, следует систематически поддерживать его техническое состояние посредством комплекса технических инженерных воздействий, которые в зависимости от назначения и характера делятся на две большие группы: воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов в технически исправном состоянии в течение нормативного срока его использования; воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов техники.

В связи со сложной финансовой ситуацией большинства сельскохозяйственных организаций страны в целом, региона – в частности, строительство новых ремонтно-механических мастерских не представляется возможным. Единственный и экономически целесообразный путь решения данной ситуации – реконструкция или модернизация действующей производств и оборудования.

Реконструкция и модернизация действующего пункта технического обслуживания организации с одной стороны требует значительно меньшего объема капитальных вложений, а с другой, - срок окупаемости вложенных затрат, как правило, в 2-3 раза меньше, нежели нового строительства, при этом существенно упрощается процесс разработки сметной документации и сокращается строительный период.

1 АНАЛИЗ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИИ СТЕНДОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ

1.1 Понятие и виды диагностирования

Диагностика автомобиля – это как плановый так и не плановый осмотр машины, её тестирование и анализ различных электронных систем и приводных механизмов, после определённого пробега, позволяющая определить техническое состояние автомобиля без надобности ее разбирать, в определённый момент времени. Это позволяет быстро и эффективно определить неисправность, какие детали требуют замены и причину появления таких проблем.

По главным критериям диагностику автомобиля можно поделить на два основных вида, это самостоятельная, то есть без каких либо вспомогательных приборов или электроники. Чаще всего при поломке или появлении ошибке на панели приборов используется самостоятельная диагностика. Лучше всего если вы хорошо понимаете в механике и строении автомобиля.

Владелец автомобиля может провести диагностику, как во время работы машины, так и на предназначенном для этого стенде. Особое внимание при такой диагностике обращают в первую очередь на посторонние шумы, вибрацию, оттенки газов выхлопных, состояние фильтров, электропроводки, видимых частей, агрегатов. Подобный вид проверки машины применяется как при общем анализе автомобиля, так и при оценке его отдельных узлов.

Второй способ самостоятельной диагностики – это по параметрам, которые сопутствуют во время работы. Зачастую это дает более точную картину. Выделение тепла - позволяет определить количество тепла, которое выходит в процессе сгорания или трения, зачастую применяется для проверки двигателя, трансмиссии или подшипников в разных узлах.

Так же время от времени смотрят на герметичность объектов. Такая диагностика зачастую для двигателя, трансмиссии, пневмоприводных агрегатов, там, где постороннее атмосферное давление будет только пагубным. Часто еще сюда от-

носят забитый фильтр воздухоочистителя или подобные фильтра, которые так же будут влиять на герметичность и не дадут работать двигателю.

В третий вид самостоятельной диагностики автомобиля входит самый распространенный метод, фундаментом которого является мониторинг геометрических форм и параметров, таких как люфт рулевого колеса, свободный ход, стуки и шумы в кривошипно-шатунном механизме двигателя, изменение форм подвижных механизмов. Не стоит быть профессионалом, чтоб при визуальном осмотре понять, где поломка.

Конечно же, прогресс в диагностике не стоит на одном месте, самым популярным и эффективным считается компьютерная диагностика машины. Из-за высокой точности диагностики и минимум затраченного времени эта технология популярная и прогрессирует. Сервисцентры и СТО закупают весь комплект необходимого оборудования для компьютерной диагностики машины.

Высококвалифицированные специалисты в срок точно и грамотно определяют проблему поломки и максимально быстро, по мере её возможности устраняют, тем самым обеспечат стабильную и надёжную работу всей машины. Главное помнить, что попытка экономить на ремонте, или произвести его самостоятельно могут подтолкнуть к увеличению количества поломок.

Диагностика автомобиля должна проводиться специалистами с помощью специального профессионального оборудования, которым в безусловном порядке должны быть обеспечены сервисные центры и СТО. Это позволит быстро и качественно определить причину неисправности. Простая замена электронного блока управлений при подозрении на неисправность будет просто неэффективна.

Также компьютерную диагностику автомобиля, возможно, производить в одиночку. В принципе это является сложным, но не очень дорогостоящим делом, так как сканеры стали более доступны. На правах выбора владелец автомобиля может сам провести компьютерную диагностику, сэкономить время и не обращать внимания, на такие особенности, как чтение и сброс кодов ошибок.

Соображение компьютерной диагностики автомобиля подразумевает проведение данной процедуры с использованием персональных компьютеров (ноутбук, планшета или смартфона). Однако если работа с персональным компьюте-

ром у Вас вызывает какие-либо трудности, то для самостоятельной работы устранения неполадок Вы можете выбрать портативные автономные сканеры. Его нужно только подключить к разъему и сразу покажет всю информацию.

Имея в наличии автомобильный сканер или диагностический адаптер с программным обеспечением, для эффективной работы с электронными системами машины, даёт высокую вероятность определения неисправности автомобиля. За исключением диагностических программ, которые присутствуют с ним в комплекте, в интернете имеется огромное количество различной информации в неограниченном доступе о процессе диагностирования.

Появление сканеров для диагностики с набором программ по разным маркам машин понемногу заменяют мастера по ремонту, так как электроника и компьютера по факту почти заменили механическую диагностику. В современных автомобилях все механизмы контролируются электроникой. Поэтому компьютерная диагностика дает результат проверки не только технического состояния машины, но и показывать сведения о всех его механизмах и возможных поломках на ближайшее время.

Благодаря компьютерной диагностике можно охватить многие жизненно важные для автомобиля процессы. После снятой информации с автомобиля, система анализирует все данные, согласно правилам и протоколам завода производителя автомобиля. Компьютерная диагностика может не только помочь с информацией, а и рассказать о судьбе всего автомобиля в целом от завода, по день тестирования.

В основу организации диагностики автомобилей положена действующая планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта, изложенная в «Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта».

В сельскохозяйственных организациях техническое обслуживание автомобилей организуется и проводится по единой планировано-предупредительной системе, которая предусматривает проведение комплекса работ, регламентированных по определенному перечню операций и воздействий, а также периодичности их выполнения.

В комплекс работ включается:

- регламент № 1 – ежедневное техническое обслуживание;
- регламент № 2 – недельное техническое обслуживание;
- регламент № 3 – месячное техническое обслуживание;
- регламент № 4 – квартальное техническое обслуживание;
- регламент № 5 – полугодовое техническое обслуживание;
- регламент № 6 – годовое техническое обслуживание.

Каждый знает, что необходимо проводить техническое обслуживание (ТО) технического средства. Рассмотрим, что же входит в ТО. Техническое обслуживание – это определенный ряд действий, направленных на сохранение исправного состояния средства и на предупреждение повреждений и отказов в работе. ТО является предупредительным мероприятием и проводится в плановом порядке.

По видам и периодичности выделяют следующие технические обслуживания:

- ежедневное;
- ТО-1;
- ТО-2;
- сезонное.

Основная задача ЕО – обезопасить эксплуатацию техники путем контроля состояния его систем и узлов и привести в соответствие его внешний вид. Проводится ежедневное обслуживание непосредственно перед началом эксплуатации или после окончания работы.

При ежедневном ТО исполняют следующие виды работ:

- контрольный осмотр;
- регулировочные работы;
- заправка топливом, антифризом, маслом, проверка на присутствие утечки горючего, масла, тормозной, амортизаторной и охлаждающей жидкости;
- очистительные работы;
- смазочные работы;
- крепежные работы.

При проведении первого ТО-1 выполняют все действия, совершаемые при ежедневном обслуживании, а также комплекс дополнительных мероприятий, но не производят снятие и разборку узлов и механизмов.

При ТО-1 будут актуальными:

- протяжка самых важных соединений;
- проверка состояния рулевого механизма, сальников, колес, тормозных колодок, свечей зажигания и т.п.;
- регулировка при нулевой нагрузке частоты вращения коленчатого вала;
- контроль за состоянием выхлопных газов.

При последующих ТО-1 следует включить проверку работы аккумулятора, состояния креплений глушителя и подвески, герметичности системы охлаждения, очистку воздушных и замену масляных фильтров, регулировку фар.

Во время второго ТО выполняются все виды работ, что и при первом, но уже в большем объеме и с частичным демонтажем узлов и механизмов. Целью ТО-2 является выявление изношенных деталей, сбоев регулировки и возможных неисправностей.

Для выявления этих недочетов требуется больше опыта, чем при проведении ТО-1, необходимо наличие особого инструмента, а также обязательна диагностика технического средства на специальном оборудовании.

В связи с переходом от зимнего к летнему периоду и наоборот проводят сезонное обслуживание техники. При этом осуществляют промывку системы охлаждения, замену масла и смазки, соответствующих будущему сезону, проверку системы подачи топлива и промывку топливного бака, смену резины. Перед началом холодного осенне-зимнего периода проверяют работу предпускового подогревателя и системы отопления. Проведение сезонного обслуживания можно совместить с проведением ТО-2.

При добросовестном выполнении и соблюдении периодов техобслуживания мы будем убеждены в безотказности работы и длительном сроке службы подвижного состава.

Виды диагностики: А) Диагностирование Д-1 проводится перед каждым ТО-1 в день постановки автомобиля на обслуживание или при ТО-1, предназна-

ется для определения технического состояния агрегатов, узлов, систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения; Б) Диагностирование Д-2 рекомендуется проводить перед ТО-2 (за 1-2 дня), что позволяет лучше спланировать работу технических служб и подготовить участок к выполнению ТО и ТР, допускается выполнение при ТО-2. Диагностирование Д-2 предназначается для определения мощностных и экономических показателей автомобиля, а так же для выявления скрытых неисправностей, их места, характера, причин.

Технология диагностирования автомобилей содержит: перечень и последовательность выполнения операций, коэффициенты повторяемости, трудоемкость, разряд работы, используемые инструменты и оборудование, технологические условия на выполнение работ.

Проблема диагностики ходовой части возникла довольно давно, вероятно одновременно с изобретением колеса и с тех пор суть проблемы практически не изменилась и сводится к определению её технического состояния. Существуют следующие виды технического состояния: исправна и работоспособна. Исправным считается агрегат (узел, деталь), свойства которых полностью соответствуют установленным изготовителем. Понятие «исправность» слишком обширно для практического применения и приходится оперировать понятием «работоспособность».

К неисправностям подвески относятся неисправности сайлентблоков, шаровых опор, которые никак не повлияют на величину люфта рулевого колеса, но которые могут обернуться для водителя дискомфортом от стука в подвеске при движении, быстрым износом протектора колёс из-за нарушения установочных углов, до разрушения элементов подвески при движении.

Исходя из вышеперечисленного – техническое состояние элементов подвески и рулевого управления нужно периодически проверять, даже если суммарный люфт рулевого колеса находится в пределах нормы.

Все элементы подвески и рулевого управления можно разделить на следующие группы: силовые элементы (рычаги, тяги, стабилизаторы, пружины); подшипники (опоры стоек, ступичные); амортизаторы; узлы сочленения, которые в свою очередь можно разделить на: а) резинометаллические втулки (сай-

ленблоки): б) шарнирные соединения (шаровые опоры, рулевые наконечники, шарниры стоек стабилизаторов).

Силовые элементы, как правило, легко доступны для внешнего осмотра и конструктивно просты, поэтому с практической точки зрения с высокой долей вероятности можно утверждать, что при отсутствии видимых следов разрушения (трещины, сколы) и деформации эти узлы работоспособны.

Амортизаторы – узел, который должен обеспечивать гашение колебаний кузова. Они различаются как конструктивно, так и по своим характеристикам. Для оценки их технического состояния используются различные методики, которые подразумевают имитацию колебаний кузова автомобиля.

Узлы сочленения:

а) резинометаллические втулки – критерием их работоспособности можно считать отсутствие трещин на резиновых частях, отслоений от внешней металлической обоймы, отсутствие отслоений от внутренней металлической втулки при внешних переменных воздействиях на колеса автомобиля;

б) шарнирные соединения и подшипники – узлы, работоспособность которых не может быть определена внешним осмотром в силу их конструктивного исполнения.

Критерием работоспособности является отсутствие шумов в этих узлах при внешних переменных воздействиях на колеса автомобиля. Таким образом, для проведения оценки технического состояния подвески необходимо имитировать внешние переменные воздействия на колеса автомобиля, сила которых должна быть равной (или соизмеримой) с той, которая реально воздействует на колёса автомобиля при движении, а её направление должно также совпадать с направлениями воздействия реальных сил.

Относительно автомобиля любую внешнюю силу, воздействующую на колесо, можно представить как векторную сумму составляющих сил – продольную (совпадающую с продольной осью автомобиля и лежащую в плоскости горизонтальной поверхности), поперечную (перпендикулярную продольной оси автомобиля и лежащую в плоскости горизонтальной поверхности), вертикальную (перпендикулярную плоскости горизонтальной поверхности).

1.2 Анализ неисправностей подвески, возникающих в процессе эксплуатации транспортного средства

В процессе эксплуатации транспортных средств возникают разнообразные неисправности их подвески. Возможными неисправностями, причинами и методами их устранения выступают следующие:

1. Шум и стук в подвеске при движении автомобиля:

1.1. При неисправных амортизаторах следует заменить или отремонтировать амортизаторы;

1.2. При ослабленных болтах, крепящих штангу стабилизатора поперечной устойчивости, необходимо подтянуть болты и гайки крепления штанг или заменить, при износе, резиновые подушки;

1.3. При износе резинометаллических шарниров рычагов необходимо их заменить шарниры;

1.4. При ослаблении крепления амортизаторов или износе резиновых втулок проушин амортизаторов необходимо затянуть болты и гайки крепления и заменить втулки в проушине амортизатора;

1.5. При износе шаровых шарниров рычагов следует их заменить;

1.6. При наличии повышенного зазора в подшипниках колес – отрегулировать зазор или заменить подшипники;

1.7. При большом дисбалансе колес следует их отрегулировать;

1.8. При осадке или поломке пружин следует их заменить;

1.9. При износе резиновых втулок штанг задней подвески надо их заменить;

1.10. При наличии стука от «пробоя» подвески вследствие разрушения буферов сжатия необходимо заменить поврежденные буфера;

1.11. При частых «пробоях» задней подвески из-за перегрузки задней оси следует не допускать перегрузки автомобиля.

2. Не поддаются регулировке углы установки передних колес:

2.1. При деформации оси нижнего рычага надо ее заменить;

2.2. При деформации поперечин подвески в зоне передних болтов крепления осей нижних рычагов следует отремонтировать или заменить поперечину;

2.3. При износе резинометаллического шарнира его следует заменить;

2.4. При деформации поворотного кулака, рычага подвески или какого-либо элемента передка кузова необходимо заменить деформированную деталь, выправить элемент передка кузова.

3. Увод автомобиля от прямолинейного движения:

3.1. При разном давлении воздуха в шинах следует установить нормальное рекомендованное давление;

3.2. При нарушении углов установки передних колес необходимо их отрегулировать;

3.3. При неправильном зазоре в подшипниках ступиц передних колес следует отрегулировать зазор;

3.4. При деформированных поворотном кулаке или рычага подвески надо их заменить;

3.5. При неодинаковой упругости пружин следует заменить пружину;

3.6. При неполном растормаживании тормозного механизма колес необходимо устранить неисправность;

3.7. При значительной разнице в износе шин следует заменить сильно изношенные шины;

3.8. При повышенном дисбалансе передних колес надо их отбалансировать;

3.9. При смещении заднего моста вследствие деформаций штанг задней подвески следует выправить или заменить штанги.

4. Самовозбуждающееся угловое колебание передних колес:

4.1. При несоответствии давления воздуха в шинах норме следует установить нормальное рекомендованное давление;

4.2. При увеличенном зазоре в подшипниках ступиц колес следует отрегулировать зазор;

4.3. При неработающих амортизаторах необходимо заменить или отремонтировать амортизаторы;

4.4. При ослабленных гайках крепления пальцев шаровых шарниров следует проверить надежность крепления пальцев шаровых шарниров;

4.5. При нарушении углов установки передних колес необходимо их отрегулировать;

4.6. При износе резинометаллического шарнира осей рычагов надо заменить шарнир;

4.7. При повышенном дисбалансе колес надо их проверить и отбалансировать;

4.8. При износе шаровых шарниров надо их заменить.

5. Частые пробои подвески:

5.1. При осадке пружин подвески следует их заменить;

5.2. При неработающих амортизаторах необходимо заменить или отремонтировать амортизаторы.

6. Увеличенный зазор в шаровых шарнирах:

6.1. При износе трущихся поверхностей деталей шарового шарнира в результате загрязнения, вызванного негерметичностью защитного чехла или его повреждением следует заменить шаровой шарнир и защитный чехол.

7. Повышенный износ протектора шин:

7.1. При езде по неровной дороге следует выбирать скорость в зависимости от состояния дороги;

7.2. Следует избегать резких разгонов автомобиля с пробуксовкой колес;

7.3. Необходимо умело пользоваться тормозами с блокировкой колес;

7.4. При нарушении углов установки колес их надо отрегулировать;

7.5. При увеличенном зазоре в подшипниках ступиц колес следует отрегулировать зазор;

7.6. Следует не превышать допустимые нагрузки автомобиля и эксплуатировать ее в соответствии с Инструкцией;

7.7. Если не выполнялась рекомендуемая схема перестановки колес, то надо переставить колеса в соответствии с Инструкцией по эксплуатации.

8. Визг шин на виражах:

8.1. При несоответствии давления воздуха в шинах норме следует установить нормальное рекомендованное давление;

8.2. При нарушении углов установки передних колес необходимо их отрегулировать;

8.3. При деформированных поворотном кулаке или рычага подвески надо их заменить;

9. Неравномерный износ протектора шин:

9.1. При поворотах следует снижать скорость движения;

9.2. При больших износах шарниров и втулок подвески следует отремонтировать подвеску;

9.3. При повышенном дисбалансе колес надо их проверить и отбалансировать;

9.4. При неравномерном торможении колес необходимо отрегулировать тормозную систему;

9.5. При неработающих амортизаторах необходимо заменить или отремонтировать амортизаторы;

9.6. При нарушении углов развала колес следует отрегулировать углы развала колес;

9.7. При пониженном давлении воздуха в шинах (приводит к большему износу по краям протектора) следует установить нормальное рекомендованное давление;

9.8. При повышенном давлении воздуха в шинах (приводит к большему износу в средней части протектора) следует установить нормальное рекомендованное давление;

9.9. При заниженном схождении передних колес (приводит к большему износу внутренних дорожек протектора) необходимо отрегулировать схождение колес;

9.10. При увеличенном схождении передних колес (приводит к большему износу наружных дорожек протектора) необходимо отрегулировать схождение колес;

9.11. При смещении балансировочных грузиков и шин при монтаже надо отбалансировать колеса;

9.12. При деформации обода следует выправить обод или заменить новым, затем отбалансировать колеса;

9.13. При повреждении шин необходимо ее заменить и отбалансировать колесо;

9.14. При увеличенном зазоре в подшипниках ступиц колес следует отрегулировать зазор.

10. Подтекает жидкость из амортизатора:

10.1. При износе или разрушении сальника штока необходимо его заменить;

10.2. При попадании на уплотнительные кромки сальника посторонних механических частиц следует промыть детали амортизатора, заменить или профильтровать жидкость;

10.3. При усадке или повреждении уплотнительного кольца резервуара необходимо его заменить;

10.4. При забоинах, рисках, задирах на штоке, полном износе хромого покрытия следует заменить изношенные или поврежденные шток и сальник;

10.5. При ослаблении гайки резервуара надо ее подтянуть;

10.6. При повреждении резервуара в зоне уплотнительного кольца необходимо отремонтировать или заменить резервуар;

10.7. При чрезмерном количестве жидкости в амортизаторе довести ее уровень до требуемого.

11. Недостаточность сопротивления амортизатора при ходе отдачи:

11.1. При негерметичности клапана отдачи или перепускного клапана следует заменить поврежденную деталь клапанов или устранить их неисправность;

11.2. При поломке или залегании в канавке поршневого кольца необходимо заменить кольцо или устранить его залегание;

11.3. При недостаточном количестве жидкости вследствие утечки надо заменить поврежденную деталь и залить жидкость;

11.4. При задирах на поршне или цилиндре заменить поврежденную деталь и заменить жидкость;

11.5. При износе отверстия направляющей втулки необходимо заменить втулку;

11.6. При загрязнении жидкости механическими примесями следует промыть все детали и заменить жидкость;

11.7. При осадке пружины клапана отдачи ее надо заменить.

11.8. При негерметичности клапана сжатия заменить поврежденную деталь клапанов или устранить их неисправность;

11.9. При износе направляющей втулки и штока заменить изношенную деталь новым;

11.10. При износе или разрушении дисков клапана сжатия следует заменить диски.

12. Наличие стуков и скрипов амортизаторов:

12.1. При износе резиновых втулок в проушинах необходимо заменить втулки;

12.2. При деформации кожуха вследствие ударов следует отремонтировать или заменить кожух;

12.3. При недостаточном количестве жидкости вследствие утечки надо заменить поврежденную деталь и залить жидкость;

12.4. При ослаблении гаек резервуара и поршня следует подтянуть гайки;

12.5. При заедании поршня вследствие деформаций цилиндра, резервуара или штока необходимо выправить или заменить детали;

12.6. При ослаблении гаек крепления амортизаторов следует подтянуть гайки;

12.7. При поломке деталей амортизаторов надо заменить поврежденную деталь.

1.3 Анализ существующих конструкций для испытаний шаровых шарниров

В процессе диагностики автомобилей на практике применяются разнообразные испытательные машины и стенды, они могут быть как универсальными, так и специальными. На рисунке 1.1 представлена Испытательная машина BiSS [10].

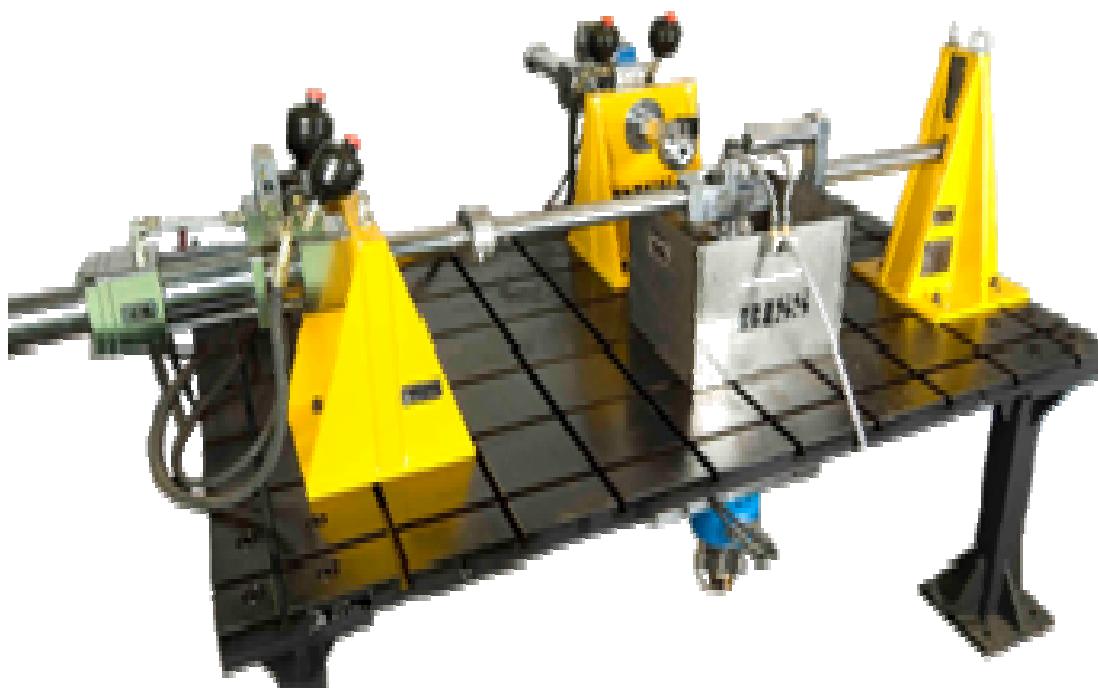


Рисунок 1.1 – Испытательная машина BiSS [10].

Испытательные машины BiSS предназначены для испытаний на выносливость и оценки работоспособности шаровых соединений, подвергают образцы наклону, вращению и осевым нагрузкам. Серводвигатель, сервогидравлические линейные исполнительные механизмы, датчики, захваты и фиксаторы, изготовленные по техническим условиям заказчика, моделируют реальные условия испытаний с контроллером BiSS 2370.

Они могут использоваться (в соответствии со стандартами JASO C 715, SAE J 193 и SAE J 1367) для:

- испытания для определения угла отклонения;
- испытания на кручение;
- испытания жесткости;
- испытания на статическую прочность шпилек с шаровым наконечником;
- испытания на усталостную прочность;
- испытания на сопротивление износу при рабочих температурах;
- испытания на выносливость в загрязненной воде;

- испытания пыльников при загрязнении воздуха, низких и высоких температурах;

- опционально испытания при низких температурах до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- опционально испытания при высоких температурах до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Преимущества Испытательных машин BiSS:

- линейные приводы с усилием 50кН и ходом $\pm 150\text{ мм}$;

- поворотный сервогидравлический привод с крутящим моментом 5 кНм;

- приспособленность для статических и динамических испытаний;

- цифровой контроллер серии 2370MS для синхронного многоканального контроля и сбора данных;

- экологичный гидравлический блок питания с высокой производительностью.

На рисунке 1.2 представлен стенд для испытания шаровых шарниров, предложенный В.А. Постанововым и Г.В. Цымбаловым [1].

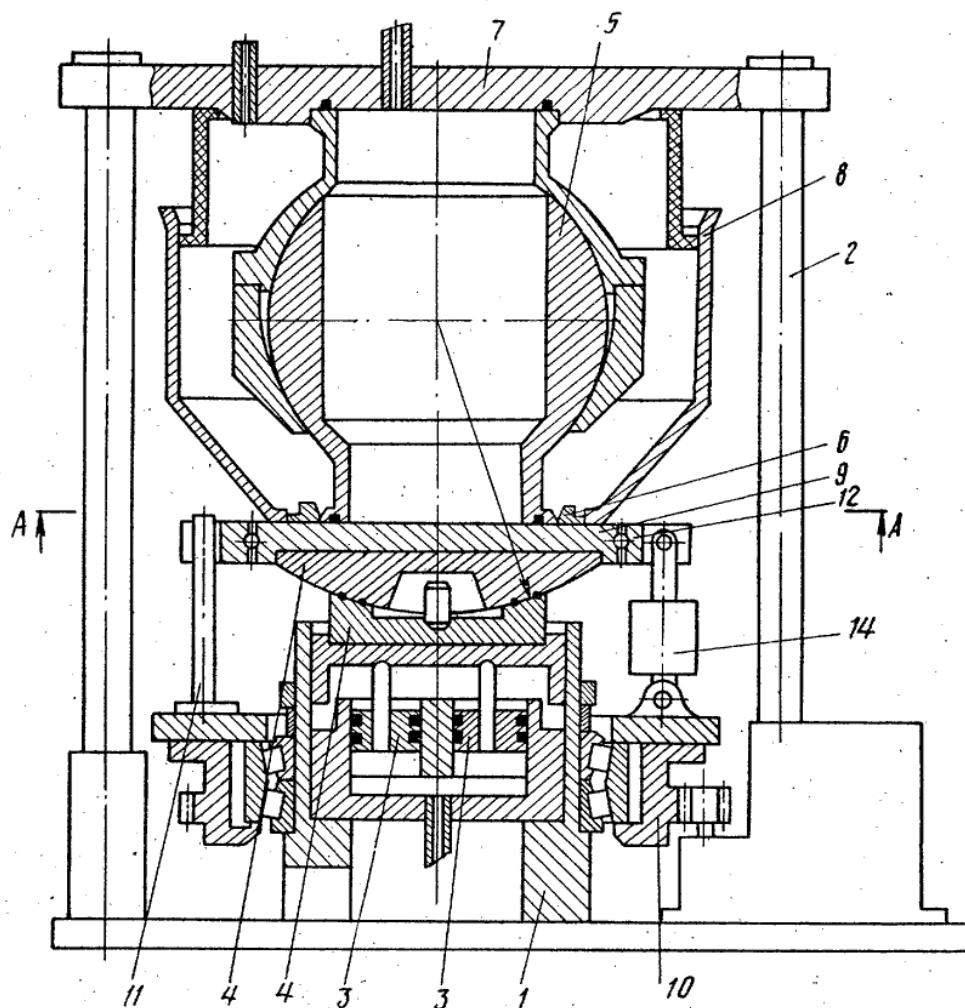


Рисунок 1.2 – Стенд для испытания шаровых шарниров [1].

Стенд для испытания шаровых шарниров (рис.1.2) содержит станину 1 со стойками 2, размещенный на основании механизм 3 нагружения, установленный на нем подпятник 4 со сферической поверхностью, радиус R которой выбран из условия обеспечения во время испытания совпадения центра ее сферы с центром сферы испытуемого шарнира 5, который закрепляют в узле 6 базирования и держателя, выполненном в виде планки 7, связанной со стойками 2 и герметичной оболочки 8, связанной со столом 9, опирающемся на подпятник 4. Кроме того, стенд содержит привод 10 вращательного движения поводков 11, погона 12, насидных скоб 13 и герметичной оболочки 8, которая может быть заполнена различными средами, и привод 14 качательного движения.

Стенд работает следующим образом. Между столом 9 и механизмом 3 устанавливают подпятник 4. На столе 9 с помощью узла 6 базирования устанавливают и центрируют испытуемый шарнир 5, который закрепляется планкой 7, жестко связанной со стойками 2. Между столом 9 и планкой может быть установлена герметичная оболочка 8 для испытания шарниров в различных средах. От гидростанции в цилиндры (не показано) механизма 3 нагружения подают давление, необходимое для испытаний. От приводов качательного движения 14 и вращательного движения 10 через подводки 11, погон 12 и скобы 13 столу 9 передается сложное возвратно-качательное и вращательное движение, что обеспечивает имитацию условий работы шаровых шарниров при эксплуатации.

Данный стенд позволяет приблизить условия испытания к реальным, он снабжен приводом вращательного движения стола, размещенным между столом и механизмом нагружения подпятником со сферической поверхностью, радиус которой выбран из условия обеспечения во время испытания совпадения центра ее сферы с центром сферы испытуемого шарнира.

Схема стенда для испытания шаровых шарниров, изобретенного Михайловским И.А., Гуном И.Г., Ясаковым Ю.М., Лапчинским В.В. [16], представлена на рисунке 1.3.

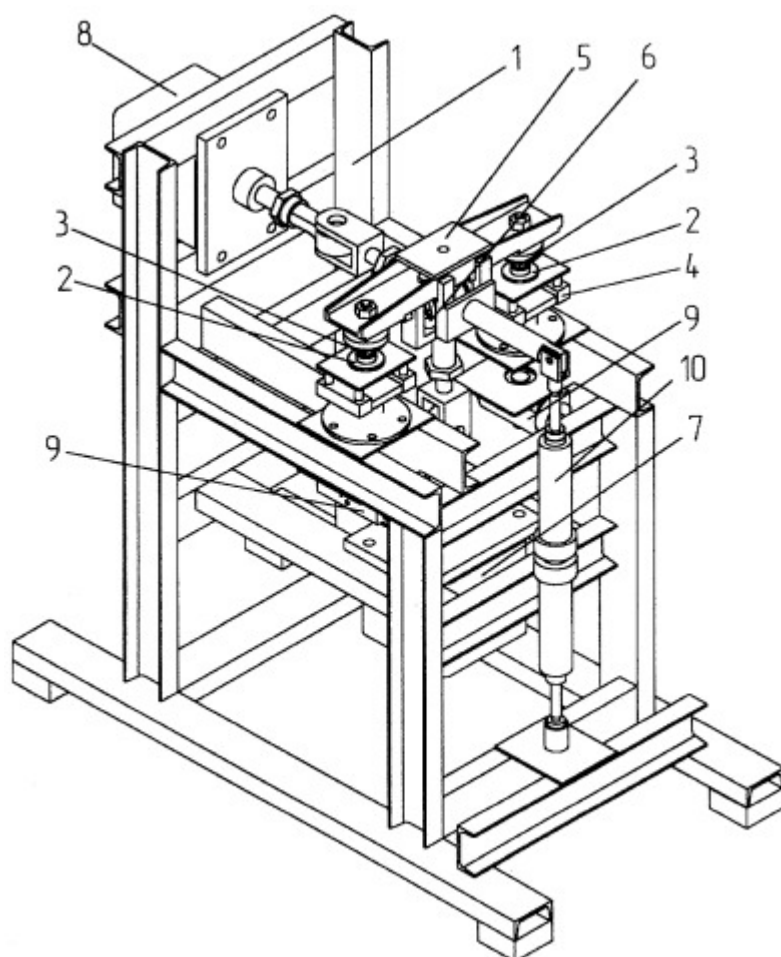


Рисунок 1.3 – Стенд для испытания шаровых шарниров [16].

Стенд содержит силовую раму 1, посадочные фланцы 2 с конусными отверстиями для установки пальцев испытываемых шаровых шарниров 3, поворотные опоры 4, качающуюся траверсу 5 с узлом развязки усилий 6, силовые приводы продольного 7 и поперечного 8 воздействия, два привода 9 поворота шарового пальца и привод 10 качания траверсы 5, который для увеличения быстродействия состоит из двух соединенных последовательно пневматических цилиндров. Для проверки герметичности защитных чехлов 11 шаровых шарниров 3 в процессе испытаний на посадочных фланцах 2 установлены ванны 12, куда периодически подается вода или водогрязевая смесь. Стенд для испытания шаровых шарниров имеет пневматический пульт управления с измерительными приборами, редукторами давления и электропневмоклапанами и электронный блок управления с соединительными кабелями (не показаны). Силовые приводы продольного 7 и поперечного 8 воздействия обеспечивают создание регулируемой циклической нагрузки в диапазоне $+900 \dots -900$ кгс (в расчете на одно испытываемое изделие) с

регулируемой частотой в диапазоне 1-20 мин⁻¹. Приводы 9 поворота шаровых пальцев имеют регулируемый диапазон $\pm 45^\circ$ с частотой 1-20 мин⁻¹, привод 10 качания траверсы - $\pm 35^\circ$ с частотой 1-60 мин⁻¹. Электронный блок управления стендом оснащен устройством для подсчета числа циклов испытаний шаровых шарниров с емкостью до 10 млн циклов и устройством остановки испытаний по заданному количеству циклов. Устройство смачивания испытываемых шарниров в виде ванны 12 имитирует условия работы шаровых шарниров на мокрой дороге.

Испытания шаровых шарниров на стенде осуществляется следующим образом. Два шаровых шарнира передней подвески или два шарнира рулевых тяг автомобиля устанавливаются в посадочные фланцы 2 стенда пальцем вниз, корпусом вверх. На корпусы шарниров сверху устанавливается траверса 5, подсоединяются силовые приводы 7, 8 и приводы движения 9, 10. В пневматическом пульте управления устанавливаются требуемые значения давлений в приводах 7, 8, 9, 10, а в электронном блоке управления - количество циклов качания траверсы 5. После подключения стенда к заводской сети сжатого воздуха (5-8 атм) работа стенда происходит в автоматическом режиме.

Предложенная конструкция стенда позволяет проводить в лабораторных условиях автоматизированное испытание шаровых шарниров на долговечность с имитацией эксплуатационных нагрузок. Испытания на стенде дают ускоренную оценку работоспособности шаровых шарниров автомобилей.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Для повышения эффективности, полного и углубленного диагностирования транспортных средств в пунктах технического обслуживания необходимо установить более современное диагностическое оборудование (например, мотор-тестер MS-25, тестер для проверки бокового увода колес MINC II, прибор контроля света фар LITE 1.1).

Совершенствование диагностирования автомобилей на любом предприятии предполагает:

- переход на энерго- и ресурсосберегающие технологии диагностики;
- осуществление модернизации оборудования;
- повышение квалификации и переподготовка работников;
- обеспечение подразделений нормативными документами и справочными материалами;
- максимальная механизация и автоматизация производственных процессов и т.п.

Предполагаемый состав автомобилей приведен в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Списочный состав автомобилей

| Наименование автомобилей | Количество, шт. | Категория условий эксплуатации | Пробег, км |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| ВАЗ-21081 | 5 | 2 | 161000 |
| ВАЗ- 21074 | 4 | 2 | 119000 |
| ВАЗ-21067 | 4 | 2 | 170000 |
| ВАЗ-21051 | 3 | 2 | 189000 |
| ГАЗ-3307 | 3 | 3 | 280000 |
| ГАЗ-33075 | 3 | 3 | 303000 |
| ГАЗ-53А | 3 | 3 | 360000 |
| ГАЗ-5319 | 4 | 3 | 365000 |
| КАМАЗ-5551 | 3 | 4 | 349000 |
| КАМАЗ-53362 | 2 | 4 | 428000 |
| Всего | 34 | - | - |

Расчёт производственной программы в выпускной квалификационной работе будет вестись по трём маркам подвижного состава: ВАЗ-21081; ГАЗ-3307; КАМАЗ -5551.

Для определения коэффициента приведения используется следующая формула [18]:

$$K_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{ТРн}}^{\text{п}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}{t_{\text{ТРн}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5}, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{ТРн}}^{\text{п}}$ – трудоёмкость технического ремонта (нормативная) на 1000 км пробега для приведенной модели подвижного состава, чел-ч.;

$t_{\text{ТРн}}$ – трудоёмкость технического ремонта (нормативная) на 1000 км пробега для основной модели подвижного состава, чел-ч.;

K_1 – коэффициент корректирования, учитывающий категорию условия эксплуатации;

K_2 – коэффициент корректирования, учитывающий модификацию автомобиля и организацию ее работы;

K_3 – коэффициент корректирования, учитывающий природно-климатические условия;

K_4 – коэффициент корректирования, учитывающий пробег подвижного состава с начала его эксплуатации;

K_5 – коэффициент корректирования, учитывающий количество технологически совместимых групп автомобилей.

Приведённое число автомобилей определяют следующим образом [18]:

$$A_{\text{пр}} = A_{\text{и}} \cdot K_{\text{пр}}, \quad (2.2)$$

где $A_{\text{и}}$ – физическое количество автомобилей, шт.

Автомобили ВАЗ-21074, ВАЗ-21067, ВАЗ-21051 приведём к ВАЗ-21081. Нормативные значения для основной модели подвижного состава (ВАЗ-21081) следующие: $t_{\text{ТР}}^{\text{н}} = 3,4$ чел-ч.; $K_1 = 1,1$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,5$; $K_5 = 1,2$.

ВАЗ-21074: $t_{\text{ТР}}^{\text{н}} = 3,4$ чел-ч.; $K_1 = 1,1$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,4$; $K_5 = 1,2$.

Таким образом, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2} = 0,93,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 4 \cdot 0,93 = 3,72 \text{ шт.}$$

$$\text{ВАЗ-21067: } t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,4 \text{ чел-ч.; } K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,5; K_5 = 1,2.$$

Таким образом, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2} = 1,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 4 \cdot 1 = 4 \text{ шт.}$$

$$\text{ВАЗ-21051: } t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,4 \text{ чел-ч.; } K_1 = 1,1; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,6; K_5 = 1,2.$$

Таким образом, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,6 \cdot 1,2}{3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,2} = 1,07,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1,07 = 3,21 \text{ шт.}$$

Автомобили ГАЗ-33075, ГАЗ-53А, ГАЗ-53А и ГАЗ-5319 приведём к ГАЗ-3307. Нормативные значения для основной модели подвижного состава (ГАЗ-3307) следующие: $t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,2 \text{ чел-ч.; } K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,2; K_5 = 1,2.$

$$\text{ГАЗ-33075: } t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,6 \text{ чел-ч.; } K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,3; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,6 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,3 \cdot 1,2}{3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,2} = 1,22,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1,22 = 3,66 \text{ шт.}$$

$$\text{ГАЗ-53А: } t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 3,8 \text{ чел-ч.; } K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,4; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{3,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,2} = 1,39,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 3 \cdot 1,39 = 3,66 \text{ шт.}$$

$$\text{ГАЗ-53А: } t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 4,2 \text{ чел-ч; } K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 1,4; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{4,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 1,2}{3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,2} = 1,53,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 4 \cdot 1,53 = 6,12 \text{ шт.}$$

Автомобили КАМАЗ -53362 приведём к КАМАЗ -5551. Нормативные значения для основной модели подвижного состава (КАМАЗ -5551) следующие:

$$t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 5,2 \text{ чел-ч; } K_1 = 1,4; K_2 = 1,15; K_3 = 0,9; K_4 = 1,9; K_5 = 1,2.$$

$$\text{КАМАЗ-53362: } t_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = 5,8 \text{ чел-ч; } K_1 = 1,4; K_2 = 1,0; K_3 = 0,9; K_4 = 2,1; K_5 = 1,2.$$

Следовательно, коэффициент составит:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{5,8 \cdot 1,4 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 2,1 \cdot 1,2}{5,2 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,9 \cdot 1,2} = 1,07,$$

а число приведённых автомобилей:

$$A_{\text{ПР}} = 2 \cdot 1,07 = 2,14 \text{ шт.}$$

Свод приведенных автомобилей к основной модели подвижного состава представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Приведение подвижного состава к основной марке автомобиля

| Основной автомобиль | Марка приводимых автомобилей | $t_{\text{ТР}}^{\text{п}}$ | $t_{\text{ТР}}$ | $K_{\text{ПР}}$ | $A_{\text{И}}$ | $A_{\text{ПР}}$ |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| ВАЗ-21081 | | - | 6,06 | - | 5 | 5 |
| | ВАЗ-21074 | 5,65 | - | 0,93 | 4 | 3,72 |
| | ВАЗ-21067 | 6,06 | - | 1 | 4 | 4 |
| | ВАЗ-21051 | 6,46 | - | 1,07 | 3 | 3,21 |
| Итого: | | | | | 16 | 16 |
| ГАЗ-3307 | | - | 4,98 | - | 3 | 3 |
| | ГАЗ-33075 | 6,06 | - | 1,22 | 3 | 3,66 |
| | ГАЗ-53А | 6,89 | - | 1,39 | 3 | 4,17 |
| | ГАЗ-5319 | 7,62 | - | 1,53 | 4 | 6,12 |
| Итого: | | | | | 13 | 17 |
| КАМАЗ-5551 | | - | 17,17 | - | 3 | 3 |
| | КАМАЗ-53362 | 18,42 | - | 1,07 | 2 | 2,14 |
| Итого | | | | | 5 | 5 |
| Всего | | | | | 34 | 38 |

Пропорциональное приведение автомобилей по количеству в соответствие с производственным заданием представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Пропорциональное приведение автомобилей по количеству

| Марка автомобиля | $A_{\text{пр}}$ | $A_{\text{пр}}$ (по условию) |
|------------------|-----------------|------------------------------|
| ВАЗ-21081 | 16 | 63 |
| ГАЗ-3307 | 17 | 67 |
| КАМАЗ -5551 | 5 | 20 |
| Итого | 38 | 150 |

Таблица 2.4 – Данные для проектирования технического обслуживания и ремонтов

| Наименование автомобиля | Категория условий эксплуатации, КУЭ | Среднесуточный пробег, $L_{\text{СС}}$, км. | Дни работы в году, $D_{\text{РГ}}$ | Общий пробег, $L_{\text{ОБЩ}}$, км | Число автомобилей, $A_{\text{И}}$, шт. |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| ВАЗ-21081 | 2 | 80 | 365 | 161000 | 63 |
| ГАЗ-3307 | 3 | 140 | 365 | 280000 | 67 |
| КАМАЗ-5551 | 4 | 314 | 365 | 349000 | 20 |

2.1 Определение количества технического обслуживания и ремонтов

Определение периодичности ТО и ремонта

Для определения нормативных значений периодичности технического обслуживания и ремонта используют «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта».

Периодичность технического обслуживания корректируют исходя из заданных условий эксплуатации подвижного состава [6]:

$$L_1 = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

$$L_2 = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.4)$$

где L_1^H и L_2^H – соответственно нормативные периодичности каждого вида технического обслуживания, км;

K_1 – коэффициент корректирования, характеризующий условие эксплуатации;

K_3 – коэффициент корректирования, характеризующий природно-климатические условия.

Следовательно, периодичность технического обслуживания ВАЗ-21081 составит при условии, что $L_1^H = 15000$ км; $L_2^H = 30000$ км.; $K_1 = 0,9$; $K_3 = 1,0$:

$$L_1 = 15000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 13500 \text{ км};$$

$$L_2 = 30000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 27000 \text{ км}.$$

Периодичность технического обслуживания ГАЗ-3307 составит при условии, что: $L_1^H = 4000$ км; $L_2^H = 16000$ км; $K_1 = 0,8$; $K_3 = 1,0$:

$$L_1 = 4000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 3200 \text{ км};$$

$$L_2 = 16000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 12800 \text{ км}.$$

Периодичность технического обслуживания КАМАЗ -5551 составит при условии, что: $L_1^H = 8000$ км; $L_2^H = 24000$ км; $K_1 = 0,7$; $K_3 = 1,0$:

$$L_1 = 8000 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 5600 \text{ км};$$

$$L_2 = 24000 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 16800 \text{ км}.$$

Ресурс автомобиля до списания определяют следующим образом [6]:

$$L_{\text{СП}} = L_{\text{СП}}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.5)$$

где $L_{\text{СП}}^H$ – нормативный пробег до вывода автомобиля из эксплуатации, км;

K_1 – коэффициент корректирования, учитывающий условия эксплуатации;

K_2 – коэффициент корректирования, учитывающий модификацию транспортного средства;

K_3 – коэффициент корректирования, учитывающий природно-климатические условия.

Ресурс ВАЗ-21081 до списания, при условии, что: $L_{\text{СП}}^H = 150000$ км; $K_1 = 0,9$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,1$ составит:

$$L_{\text{СП}} = 150000 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 148500 \text{ км}.$$

Ресурс ГАЗ-3307 до списания, при условии, что: $L_{СП}^H = 300000$ км.; $K_1 = 0,8$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,1$ составит:

$$L_{СП} = 300000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 264000 \text{ км.}$$

Ресурс КАМАЗ -5551 до списания, при условии, что: $L_{СП}^H = 600000$ км.; $K_1 = 0,7$; $K_2 = 0,85$; $K_3 = 1,0$ составит:

$$L_{СП} = 600000 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 357000 \text{ км.}$$

Полученные значения корректируются исходя из среднесуточных пробегов автомобилей $L_{СС}$.

Периодичность технического обслуживания должна быть кратной условному числу дней эксплуатации. Период времени эксплуатации (в днях) до ТО-1 определяется по следующим образом [6]:

$$D_1 = \frac{L_1}{L_{СС}}, \quad (2.6)$$

тогда периодичность ТО-1 (в км) составит:

$$L_1 = D_1 \cdot L_{СС}. \quad (2.7)$$

Период времени эксплуатации до ТО-1 для ВАЗ-21081 составит:

$$D_1 = \frac{13500}{80} = 168,75 \approx 169 \text{ дней;}$$

$$L_1 = 169 \cdot 80 = 13520 \text{ км.}$$

Период времени эксплуатации до ТО-1 для ГАЗ-3307 составит:

$$D_1 = \frac{3200}{140} = 22,85 \approx 23 \text{ дней;}$$

$$L_1 = 23 \cdot 140 = 3220 \text{ км.}$$

Период времени эксплуатации до ТО-1 для КАМАЗ -5551 составит:

$$D_1 = \frac{5600}{312} = 18 \text{ дней;}$$

$$L_1 = 18 \cdot 312 = 5616 \text{ км.}$$

ТО-2 проводят через равное количество ТО-1, следовательно, количество ТО-1 равно [6]:

$$n_1 = \frac{L_2}{L_1} \quad (2.8)$$

соответственно периодичность ТО-2 будет равняться:

$$L_2 = n_1 \cdot L_1, \text{ км.} \quad (2.9)$$

Следовательно, периодичность ТО-2 для ВАЗ-21081 составит:

$$n_1 = \frac{27000}{13520} = 1,997 \approx 2;$$

$$L_2 = 2 \cdot 13520 = 27040 \text{ км.}$$

Периодичность ТО-2 для ГАЗ-3307 составит:

$$n_1 = \frac{12800}{3220} = 3,98 \approx 4;$$

$$L_2 = 4 \cdot 3220 = 12880 \text{ км.}$$

Периодичность ТО-2 для КАМАЗ -5551 составит:

$$n_1 = \frac{16800}{5652} = 3;$$

$$L_2 = 3 \cdot 5652 = 16956 \text{ км.}$$

Списание подвижного состава осуществляют после полной выработки ресурса автомобиля перед очередным ТО-2.

Необходимое количество ТО-2 за нормативный срок службы автомобиля определяют по следующей формуле [6]:

$$n_2 = \frac{L_{\text{СП}}}{L_2} \quad (2.10)$$

соответственно, пробег до списания (в километрах) будет равен:

$$L_{\text{СП}} = n_2 \cdot L_2 \text{ км.} \quad (2.11)$$

Таким образом, для ВАЗ-21081 пробег до списания составит:

$$n_2 = \frac{148500}{27040} = 5,49 \approx 5;$$

$$L_{\text{СП}} = 27040 \cdot 5 = 135200 \text{ км.}$$

Для ГАЗ-3307 пробег до списания составит:

$$n_2 = \frac{264000}{12880} = 20,49 \approx 20;$$

$$L_{СП} = 12880 \cdot 20 = 257600 \text{ км.}$$

Для КАМАЗ -5551 пробег до списания составит:

$$n_2 = \frac{357000}{16956} = 22,7 \approx 23;$$

$$L_{СП} = 16956 \cdot 23 = 389988 \text{ км.}$$

Расчёт коэффициента технической готовности

Продолжительность простоев автомобилей за время технического обслуживания и ремонта (дней/1000 км) определяют по формуле [7]:

$$D_{ТО,ТР} = D_{ТО,ТР}^H \cdot K_4', \quad (2.12)$$

где $D_{ТО,ТР}^H$ – нормативная продолжительность простоя автомобиля в ТО и ремонте, дней/1000 км;

K_4' – коэффициент корректирования, учитывающий пробег с начала эксплуатации.

Определение пробега с начала эксплуатации в долях (Y_B) [7]:

$$Y_B = \frac{L_{ОБЩ}}{L_{СП}^H} \quad (2.13)$$

Коэффициент технической готовности определяют по следующей формуле [6]:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + L_{СС} \cdot \frac{D_{ТО,ТР}}{1000}} \quad (2.14)$$

Для ВАЗ-21081:

$$Y_B = \frac{161000}{150000} = 1,07; \quad K_4' = 1,4; \quad D_{TO,TP}^H = 0,35;$$

$$D_{TO,TP} = 0,35 \cdot 1,4 = 0,49;$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 80 \cdot \frac{0,49}{1000}} = 0,962$$

Для ГАЗ-3307:

$$Y_B = \frac{280000}{300000} = 0,93; \quad K_4' = 1,2; \quad D_{TO,TP}^H = 0,45;$$

$$D_{TO,TP} = 0,45 \cdot 1,2 = 0,54;$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 140 \cdot \frac{0,54}{1000}} = 0,930.$$

Для КАМАЗ -5551:

$$Y_B = \frac{349000}{389988} = 0,89; \quad K_4' = 1,3; \quad D_{TO,TP}^H = 0,5;$$

$$D_{TO,TP} = 0,5 \cdot 1,3 = 0,65;$$

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 314 \cdot \frac{0,65}{1000}} = 0,83.$$

Расчёт годовой производственной программы по ТО и ремонту

Различают годовую и суточную производственную программу.

Общий пробег автопарка предприятия (в километрах) определяется по следующей формуле [19]:

$$L^{\Gamma} = A_{и} \cdot D_{рг} \cdot L_{сс} \cdot \alpha_T, \text{ км.} \quad (2.16)$$

Общий пробег для ВАЗ-21081 составит:

$$L^{\Gamma} = 63 \cdot 365 \cdot 80 \cdot 0,962 = 1769695,2.$$

Общий пробег для ГАЗ-3307 составит:

$$L^{\Gamma} = 67 \cdot 365 \cdot 140 \cdot 0,93 = 3184041.$$

Общий пробег для КАМАЗ -5551 составит:

$$L^{\Gamma} = 20 \cdot 365 \cdot 314 \cdot 0,83 = 1902526.$$

Годовое количество списаний $N_{\text{СП}}^{\Gamma}$, технических обслуживаний N_2^{Γ} , N_1^{Γ} , $N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma}$, $N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma}$ определяется из выражений:

Количество списаний за год определяем по формуле [19]:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_{\text{СП}}} \quad (2.17)$$

соответственно число ТО-2 за год:

$$N_2^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_2} - N_{\text{СП}}^{\Gamma} \quad (2.18)$$

число ТО-1 за год:

$$N_1^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_1} - (N_{\text{СП}}^{\Gamma} + N_2^{\Gamma}) \quad (2.19)$$

количество ЕО, суточное (перед выездом):

$$N_{\text{ЕОС}}^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{L_{\text{СС}}} \quad (2.20)$$

количество ЕО, технологическое (перед ремонтом):

$$N_{\text{ЕОТ}}^{\Gamma} = 1,6 (N_1^{\Gamma} + N_2^{\Gamma}) \quad (2.21)$$

Количество списаний за год для ВАЗ-21081 составит:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{135200} = 13,089;$$

$$N_2^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{27040} - 13,089 = 52,358;$$

$$N_1^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{13520} - (13,089 + 52,358) = 65,448;$$

$$N_{\text{EOC}}^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{80} = 22121,19;$$

$$N_{\text{EOT}}^{\Gamma} = 1,6 (65,448 + 52,358) = 188,49.$$

Количество списаний за год для ГАЗ-3307 составит:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{3184041}{257600} = 12,36;$$

$$N_2^{\Gamma} = \frac{3184041}{12880} - 12,36 = 234,848;$$

$$N_1^{\Gamma} = \frac{3184041}{3220} - (12,36 + 234,848) = 741,625;$$

$$N_{\text{EOC}}^{\Gamma} = \frac{3184041}{140} = 22743,15;$$

$$N_{\text{EOT}}^{\Gamma} = 1,6 (741,625 + 234,848) = 1562,357.$$

Количество списаний за год для КАМАЗ -5551 составит:

$$N_{\text{СП}}^{\Gamma} = \frac{1902526}{389988} = 4,878;$$

$$N_2^{\Gamma} = \frac{1902526}{16956} - 4,878 = 107,326;$$

$$N_1^{\Gamma} = \frac{1902526}{5652} - (4,878 + 107,326) = 224,407;$$

$$N_{\text{EOC}}^{\Gamma} = \frac{1902526}{314} = 6059;$$

$$N_{\text{EOT}}^{\Gamma} = 1,6 (224,407 + 107,326) = 530,773.$$

Расчет суточной производственной программы по каждому виду ТО

Суточная производственная программа по видам технического обслуживания определяют по следующей формуле [21]:

$$N_{\text{TOi}}^{\text{C}} = \frac{N_{\text{TOi}}^{\Gamma}}{D_{\text{PTi}}} \quad (2.22)$$

где N_{TOi}^{Γ} – годовое количество технических обслуживаний i -го вида;

$D_{PГi}$ – годовое количество дней работы зон, предназначенных для проведения i -го вида технических обслуживаний ($D_{PГ1} = 252$; $D_{PГ2} = 252$; $D_{PГEO}=365$).

Количество ежедневных обслуживаний должно соответствовать количеству исправных автомобилей. Коэффициент технической готовности представляет собой отношение количества исправных автомобилей к общему количеству автомобилей [21]:

$$\alpha_T = \frac{N_{EOC}^C}{A_{И}} \quad (2.23)$$

Таким образом, суточная производственная программа по видам технического обслуживания для ВАЗ-21081 составит:

$$N_2^C = \frac{52,358}{252} = 0,208;$$

$$N_1^C = \frac{65,448}{252} = 0,26;$$

$$N_{EOC}^C = \frac{22121,19}{365} = 60,606;$$

$$\alpha_T = \frac{60,606}{63} = 0,962.$$

Суточная производственная программа по видам технического обслуживания для ГАЗ-3307 составит:

$$N_2^C = \frac{234,848}{252} = 0,93;$$

$$N_1^C = \frac{741,625}{252} = 2,94;$$

$$N_{EOC}^C = \frac{22743,15}{365} = 62,31;$$

$$\alpha_T = \frac{62,31}{67} = 0,93.$$

Суточная производственная программа по видам технического обслуживания для КАМАЗ -5551 составит:

$$N_2^c = \frac{107,326}{252} = 0,426;$$

$$N_1^c = \frac{224,407}{252} = 0,89;$$

$$N_{\text{ЕОС}}^c = \frac{6059}{365} = 16,6;$$

$$\alpha_T = \frac{16,6}{20} = 0,83.$$

2.2 Определение трудоемкости работ по техническому обслуживанию и ремонту

Расчет годового объема работ по техническому обслуживанию

Годовые объемы работ T^Γ (в чел.-ч) по видам рассчитываются по следующим формулам [20]:

- ежедневный (суточный):

$$T_{\text{ЕОС}}^\Gamma = N_{\text{ЕОС}}^\Gamma \cdot t_{\text{ЕО}}^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.24)$$

- ежедневный (технологический):

$$T_{\text{ЕОТ}}^\Gamma = N_{\text{ЕОТ}}^\Gamma \cdot 0,5 \cdot t_{\text{ЕО}}^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.25)$$

- ТО-1:

$$T_1^\Gamma = N_1^\Gamma \cdot t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.26)$$

- ТО-2:

$$T_2^\Gamma = N_2^\Gamma \cdot t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5, \text{ чел.-ч.} \quad (2.27)$$

где $t_{\text{ЕО}}^H, t_1^H, t_2^H$ – нормативная трудоемкость каждого вида ТО, чел.-ч.

Суммарный годовой объем работ по техническому обслуживанию определяют по формуле [20]:

$$T_{\text{ТО}}^\Gamma = T_{\text{ЕОС}}^\Gamma + T_{\text{ЕОТ}}^\Gamma + T_1^\Gamma + T_2^\Gamma. \quad (2.28)$$

При условии, что $t_{\text{ЕО}}^H = 0,4$; $t_1^H = 2,6$; $t_2^H = 10,2$; $K_2 = 1,0$; $K_5 = 1,1$, суммарный годовой объем работ для ВАЗ-21081 составляет:

$$T_{\text{EOC}}^{\Gamma} = 22121,19 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 9733,324;$$

$$T_{\text{EOT}}^{\Gamma} = 188,49 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 41,468;$$

$$T_1^{\Gamma} = 65,448 \cdot 2,6 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 187,181;$$

$$T_2^{\Gamma} = 52,358 \cdot 10,2 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 587,457;$$

$$T_{\text{TO}}^{\Gamma} = 9733,324 + 41,468 + 187,181 + 587,457 = 10549,43.$$

При условии, что $t_{\text{EO}}^{\text{H}} = 0,5$; $t_1^{\text{H}} = 1,9$; $t_2^{\text{H}} = 11,2$; $K_2 = 1,0$; $K_5 = 1,1$, суммарный годовой объем работ для ГАЗ-3307 составляет:

$$T_{\text{EOC}}^{\Gamma} = 22743,15 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 12508,733;$$

$$T_{\text{EOT}}^{\Gamma} = 1562,357 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 429,648;$$

$$T_1^{\Gamma} = 741,625 \cdot 1,9 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 1549,996;$$

$$T_2^{\Gamma} = 234,848 \cdot 11,2 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 2893,327;$$

$$T_{\text{TO}}^{\Gamma} = 12508,733 + 429,648 + 1549,996 + 2893,327 = 17381,704.$$

При условии, что $t_{\text{EO}}^{\text{H}} = 0,4$; $t_1^{\text{H}} = 4,6$; $t_2^{\text{H}} = 11$; $K_2 = 1,15$; $K_5 = 1,1$, суммарный годовой объем работ для КАМАЗ -5551 составляет:

$$T_{\text{EOC}}^{\Gamma} = 6059 \cdot 0,4 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 3065,854;$$

$$T_{\text{EOT}}^{\Gamma} = 530,773 \cdot 0,5 \cdot 0,4 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 134,286;$$

$$T_1^{\Gamma} = 224,407 \cdot 4,6 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 1305,824;$$

$$T_2^{\Gamma} = 107,326 \cdot 11 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 1493,441;$$

$$T_{\text{TO}}^{\Gamma} = 3065,854 + 134,286 + 1305,824 + 1493,441 = 5999,4.$$

Годовой объем работ по ТР

Годовой объем работ по ремонту (в чел.-часах) определяют в зависимости от общего годового пробега и удельной трудоемкости ремонта на тыс. км пробега автомобиля [20]:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{L^{\Gamma}}{1000} \cdot t_{\text{ТР}}^{\text{H}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.29)$$

При условии, что $t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,4$; $K_1 = 1,1$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,5$; $K_5 = 1,1$, годовой объем работ по ремонту для ВАЗ-21081 составит:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{1769695,2}{1000} \cdot 3,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 9828,71.$$

При условии, что $t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 3,2$; $K_1 = 1,2$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,2$; $K_5 = 1,1$, годовой объем работ по ремонту для ГАЗ-3307 составит:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{3184041}{1000} \cdot 3,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 14525,34.$$

При условии, что $t_{\text{ТР}}^{\text{H}} = 5,2$; $K_1 = 1,4$; $K_2 = 1,15$; $K_3 = 0,9$; $K_4 = 1,9$; $K_5 = 1,1$, годовой объем работ по ремонту для КАМАЗ -5551 составит:

$$T_{\text{ТР}}^{\Gamma} = \frac{1902526}{1000} \cdot 5,2 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1,9 \cdot 1,1 = 29960,468.$$

Годовой объем вспомогательных работ

Годовой объем вспомогательных работ (в чел.-часах) на типичных сельскохозяйственных предприятиях обычно равен 20-30% от общего объема работ по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава [20]:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (T_{\text{ТО}}^{\Gamma} + T_{\text{ТР}}^{\Gamma}) \cdot K_{\text{ВСП}}, \text{ чел.-ч.} \quad (2.30)$$

где $K_{\text{ВСП}}$ - коэффициент, учитывающий размеры АТП.

$$K_{\text{ВСП}} = 0,2.$$

Годовой объем вспомогательных работ для ВАЗ-21081 составит:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (10549,43 + 9828,71) \cdot 0,2 = 4075,628.$$

Годовой объем вспомогательных работ для ГАЗ-3307 составит:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (17381,704 + 14525,34) \cdot 0,2 = 6381,409.$$

Годовой объем вспомогательных работ для КАМАЗ -5551 составит:

$$T_{\text{ВСП}}^{\Gamma} = (5999,4 + 29960,468) \cdot 0,2 = 7191,974.$$

Распределение объема ТО и ТР по видам работ

Распределение числа и объемов отдельных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту представлено в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Распределение объема ТО и ТР по видам работ

| Вид работ по ТО и ТР | ВАЗ-21081 | | ГАЗ-3307 | | КАМАЗ -5551 | | Суммар- ный объём работ, чел-ч. |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|----------|----------|-------------|----------|------------------------------------------|
| | % | чел-ч. | % | чел-ч. | % | чел-ч. | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ЕО_С: | | | | | | | |
| Уборочные | 15 | 1459,999 | 9 | 1125,786 | 10 | 306,585 | 2892,37 |
| Моечные (включая сушку-обтирку) | 25 | 2433,331 | 14 | 1751,223 | 20 | 613,171 | 4797,725 |
| Заправочные | 12 | 1167,999 | 14 | 1751,223 | 12 | 367,902 | 3287,124 |
| Контрольно-диагностические | 13 | 1265,332 | 16 | 2001,397 | 12 | 367,902 | 3634,631 |
| Ремонтные (устранение мелких неисправностей) | 35 | 3406,663 | 47 | 5879,105 | 46 | 1410,263 | 10696,061 |
| Итого: | 100 | 9733,324 | 100 | 12508,73 | 100 | 3065,854 | 25307,911 |
| ЕО_Т: | | | | | | | |
| Уборочные | 60 | 24,881 | 40 | 171,859 | 40 | 53,714 | 250,454 |
| Моечные (включая сушку-обтирку) | 40 | 16,587 | 60 | 257,789 | 60 | 80,572 | 354,948 |
| Итого | 100 | 41,468 | 100 | 429,648 | 100 | 134,286 | 605,402 |
| ТО-1: | | | | | | | |
| Диагностирование общее (Д-1) | 15 | 28,077 | 10 | 155 | 8 | 104,466 | 287,543 |
| Крепёжные, регулировочные, смазочные и др. | 85 | 159,104 | 90 | 394,996 | 92 | 931,358 | 2755,058 |
| Всего | 100 | 187,181 | 100 | 1549,996 | 100 | 1305,824 | 3043,001 |
| ТО-2: | | | | | | | |
| Диагностирование углубленное (Д-2) | 12 | 70,495 | 10 | 289,333 | 5 | 74,672 | 434,5 |
| Крепёжные, регулировочные, смазочные и др. | 88 | 516,962 | 90 | 2603,994 | 95 | 1418,768 | 4539,725 |
| Всего | 100 | 587,457 | 100 | 2893,327 | 100 | 1493,441 | 4974,225 |
| ТР: | | | | | | | |
| Постовые работы: | | | | | | | |
| диагностирование общее (Д-1) | 1 | 98,287 | 1 | 145,253 | 1 | 299,605 | 543,145 |
| диагностирование углубленное (Д-2) | 1 | 98,287 | 1 | 145,253 | 1 | 299,605 | 543,145 |
| Регулировочные и разборочно-сборочные работы | 33 | 3243,474 | 35 | 5083,869 | 34 | 5093,280 | 13420,623 |
| Сварочные работы для легко-вых автомобилей, автобусов, карьерных самосвалов | 4 | 393,148 | - | - | 8 | 1198,419 | 1991,567 |
| Сварочные работы для грузо-вых автомобилей: | | | | | | | |
| с металлодеревянными кузовами | - | - | 3 | 435,76 | - | - | 435,76 |
| с деревянными кузовами | - | - | - | - | - | - | - |
| Жестяницкие работы для лег-ковых автомобилей, автобусов, карьерных самосвалов | 2 | 196,574 | - | - | 3 | 449,407 | 645,681 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-----|----------|-----|-----------|-----------|
| Жестяницкие работы для грузовых автомобилей: | | | | | | | |
| с металлодеревянными кузовами | - | - | 2 | 290,507 | - | - | 290,507 |
| с деревянными кузовами | - | - | - | - | - | - | - |
| окрасочные работы | 8 | 786,297 | 6 | 871,52 | 3 | 449,407 | 2107,224 |
| деревообрабатывающие работы для подвижного состава: с металлодеревянными кузовами | - | - | 2 | 290,507 | - | - | 290,507 |
| Итого | 49 | 4816,068 | 50 | 7262,67 | 50 | 14980,234 | 27058,972 |
| Участковые работы: | | | | | | | |
| агрегатные работы | 17 | 1670,881 | 18 | 2614,561 | 17 | 2546,64 | 6832,082 |
| слесарно-механические работы | 10 | 928,871 | 10 | 1452,534 | 8 | 1198,419 | 3579,824 |
| электротехнические работы | 5 | 491,436 | 5 | 726,267 | 5 | 749,012 | 1966,715 |
| аккумуляторные работы | 2 | 196,574 | 2 | 290,507 | 2 | 299,605 | 786,689 |
| ремонт приборов системы питания | 3 | 294,861 | 4 | 581,014 | 4 | 599,209 | 1475,084 |
| шиномонтажные работы | 1 | 98,287 | 1 | 145,253 | 2 | 299,605 | 543,145 |
| вулканизационные работы (ремонт камер) | 1 | 98,287 | 1 | 145,253 | 2 | 299,605 | 543,145 |
| кузнечно-рессорные работы | 2 | 196,574 | 3 | 435,76 | 3 | 449,407 | 1081,741 |
| медницкие работы | 2 | 196,574 | 2 | 290,507 | 2 | 299,605 | 786,686 |
| сварочные работы | 2 | 196,574 | 1 | 145,253 | 2 | 299,605 | 641,432 |
| жестяницкие работы | 2 | 196,574 | 1 | 145,253 | 1 | 149,802 | 491,629 |
| арматурные работы | 2 | 196,574 | 1 | 145,253 | 1 | 149,802 | 491,629 |
| обойные работы | 2 | 196,574 | 1 | 145,253 | 1 | 149,802 | 491,629 |
| Итого | 51 | 5012,642 | 50 | 7262,67 | 50 | 14980,234 | 27255,546 |
| Всего | 100 | 9828,71 | 100 | 14525,34 | 100 | 29960,468 | 54314,518 |

2.3 Определение численности рабочих

При расчете потребной численности рабочих подразделения необходимо определить годовой фонд рабочего времени [22]:

$$\Phi_M = \frac{Ч_H}{Д_H} (Д_K - Д_В - Д_П), \quad (2.31)$$

где $Ч_H$ – установленная продолжительность рабочей недели, ч.;

$Д_H$ – количество рабочих дней в неделе;

$Д_K$ – количество календарных дней в году;

$Д_В$ – количество выходных дней в году;

$Д_П$ – количество нерабочих праздничных дней в году.

$$\Phi_M = \frac{40}{5} (365 - 104 - 9) = 2016.$$

Для определения годового фонда времени штатного производственного рабочего (в часах) необходимо [22]:

$$\Phi_P = \Phi_M - \left(\frac{\chi_H}{6} \cdot D_O + \frac{\chi_H}{D_H} \cdot D_{УП} \right), \quad (2.32)$$

где D_O – количество отпускных дней;

$D_{УП}$ – число дней невыхода на работу по уважительным причинам.

$$\Phi_P = 2016 - \left(\frac{40}{6} \cdot 24 + \frac{40}{5} \cdot 5 \right) = 1816.$$

Явочная и штатная численность рабочих, необходимых для осуществления технологического процесса определяется следующим производством [22]:

$$P_T = \frac{T_\Gamma}{\Phi_M}; \quad (2.33)$$

$$P_{Ш} = \frac{T_\Gamma}{\Phi_P}, \quad (2.34)$$

где T_Γ – годовой объем работ по зоне диагностики, чел-ч.

$$P_T = \frac{1808,333}{2016} = 0,89 \approx 1 \text{ (чел.)}$$

$$P_{Ш} = \frac{1808,333}{1816} = 0,99 \approx 1 \text{ (чел.)}$$

Следовательно, для осуществления технологического процесса нам понадобится один производственный рабочий.

2.4 Определение количества постов

Для определения числа постов в зоне диагностирования можно использовать следующую формулу [23]:

$$X_D = \frac{T_D^\Gamma \cdot K_{РЕЗ}}{D_P^\Gamma \cdot T_{CM} \cdot C \cdot P_{П} \cdot \eta_{П}}, \quad (2.35)$$

где T_D^Γ – годовая трудоемкость работ в зоне диагностирования;

$K_{\text{рез}}$ – коэффициент резервирования постов (1,25);

D_p^{Γ} – число дней работы автомобиля в году;

$T_{\text{см}}$ – установленная продолжительность рабочей смены, ч. (8 часов);

C – количество смен (равно 1);

P_{Π} – количество рабочих, выполняющих операции одновременно на одном посту (равно 1);

η_{Π} – коэффициент резервирования рабочего времени поста (0,7).

$$X_d = \frac{1808,3 \cdot 1,25}{252 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,7} = 1,6 \approx 2.$$

Следовательно, для диагностирования нам необходимо иметь два поста.

2.5 Подбор оборудования и расчет производственной площади

Технологическое оборудование, необходимое для выполнения всех операций технологического цикла диагностирования представлено в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Технологическое оборудование до реконструкции

| № | Наименование оборудования | Тип, модель | Габаритные размеры, мм | Площадь, м ² | Кол-во | Общая площадь, м ² |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|--------|-------------------------------|
| 1 | Роликовый тормозной стенд со встроенной статической системой взвешивания | IWE7E | 3000×1000 | 3 | 1 | 3 |
| 2 | Стенд проверки люфтов в подвеске | LMS 101 | 3000×860 | 2,58 | 1 | 2,58 |
| 3 | Диагностический компьютер | Pentium II, 64 Mb DDR | 1000×1000 | 1 | 2 | 2 |
| 4 | Дымомер для дизельных двигателей | MDO 2 LON | 550×245 | 0,13 | 1 | 0,13 |
| 5 | Газоанализатор для бензиновых двигателей | MGT 5 | 560×240 | 0,13 | 1 | 0,13 |
| 6 | Тахограф-тестер с адаптерами для всех видов тахографов | TMK | 800×400 | 0,32 | 1 | 0,32 |
| 7 | Прибор для проверки качества тормозной жидкости | MS | 640×480 | 0,31 | 1 | 0,31 |
| 8 | Адаптер для поста экологического контроля | - | 1200×800 | 0,96 | 1 | 0,96 |
| 9 | Течеискатель-сигнализатор | ФП-12 | 500×460 | 0,23 | 1 | 0,23 |
| 10 | Телевизор | Samsung | 1000×400 | 0,4 | 1 | 0,4 |
| Итого: | | - | - | - | 10 | 10,06 |

Площадь зоны диагностирования определяем по формуле [29]:

$$F_3 = f_A \cdot X_3 \cdot K_{\Pi}, \text{ м}^2 \quad (2.36)$$

где f_A – площадь занимаемая автомобилем в плане, м^2 ;

X_3 – число постов;

K_{Π} – коэффициент плотности расстановки оборудования постов (при двухстороннем методе обслуживания принимается равным 4-5).

$$f_A = L_A \cdot B_A, \text{ м}^2 \quad (2.37)$$

где L_A – длина автомобиля, м;

B_A – ширина автомобиля, м.

$$f_A = 9,8 \cdot 2,5 = 24,5 \text{ м}^2$$

$$F_3 = 24,5 \cdot 2 \cdot 4 = 196 \text{ м}^2$$

Отсюда, общая площадь диагностирования составляет 216 м^2

Станция диагностики и технического осмотра проводит испытание транспортных средств с применением диагностического оборудования, позволяющего определять техническое состояние транспортных средств категорий М1, М2, М3, N1, N2, N3, О1, О2, О3, О4.

Все работы в зоне диагностирования производятся согласно технологическому процессу с выполнением требований техники безопасности и производственной санитарии.

Результаты проверки транспортного средства, показатели состояния и протокол присоединенных приборов и устройств выводятся на мониторах компьютеров, установленных на каждом посту, и могут быть сохранены и распечатаны на принтере подключенному к компьютеру.

По окончании каждого месяца начальник станции диагностики и технического осмотра, либо другие лица ответственные за это, составляют табель учета рабочего времени, в котором отражается фактически отработанное каждым работником время за месяц, на основании чего и производится оплата труда

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ШАРОВЫХ ШАРНИРОВ

3.1 Выбор объекта проектирования и анализ существующих конструкций

Среди множества узлов трения шаровые шарниры подвески и рулевого управления функционируют в достаточно неблагоприятных условиях, поскольку их посыпают пылью и песком, поливают грязной водой, иногда в них попадают камни, а единственное их преимущество – они не подвергаются нагреву. В связи с вышеуказанными обстоятельствами пары трения полугерметизированных шарниров с пресс-масленками становятся сильно уязвимыми, и многие в настоящее время стараются перейти на герметизированные шарниры.

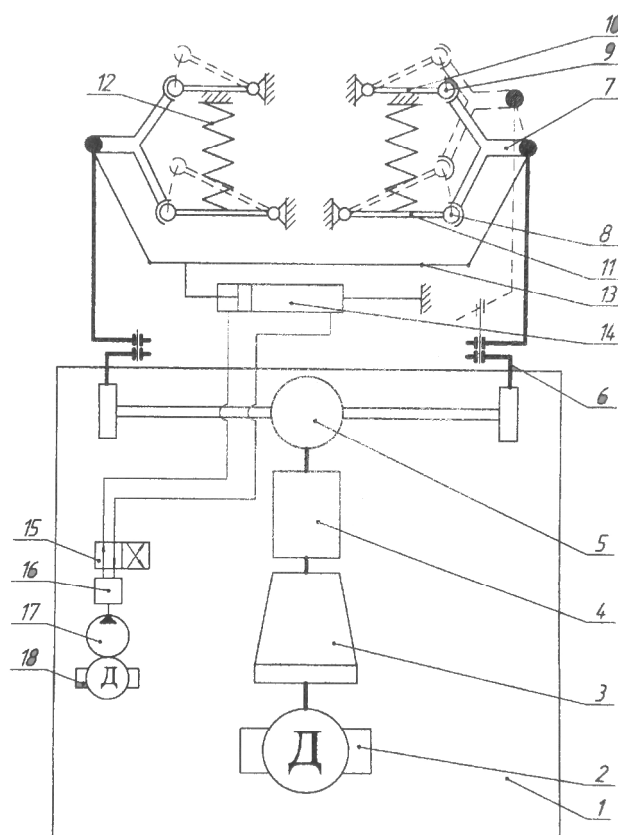
Основным условием, определяющим долговечность шаровых шарниров, выступает обеспечение герметичности шарниров в процессе их эксплуатации. В случае применения герметичных шарниров подбор смазки не имеет такого большого значения. К примеру, даже если в шарнир с негерметичным защитным чехлом наложить очень хорошую смазку, то через 200-300 км пробега по грязной грунтовой дороге на шарнире образуется маслянистая смесь с песком. Как было установлено при испытании герметизированных шарниров на автомобилях семейства ГАЗ, вне зависимости от используемых видов смазок обеспечивается длительная (до 100 тыс. км пробега) работа узла без особого износа деталей. А если в шаровых шарнирах рулевого управления имеется люфт, то вода и грязь будут проникать в шарнир.

Для обеспечения и сохранения герметичности шаровой шарнир полностью заполняют смазкой, а в подшипниках качения – данное условие необязательное, и

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------|----------|---------|------|----------------------------------------------|--|--|--|--------------------------|------|--------|----|--|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | Стенд для ИСПЫТАНИЯ ША- РОВЫХ ШАРНИРОВ | | | | Лит. | Лист | Листов | | |
| Разработ. | Хузиев РИ | | | | | | | | | | 1 | 15 | |
| Проверил | Сафиуллин ИН | | | | | | | | Казанский ГАУ каф. ЭИРМ, | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Н.контр. | Сафиуллин ИН | | | | | | | | | | | | |
| Утв. | Адигамов НР | | | | | | | | | | | | |

в результате повышается степень защиты деталей от коррозии и увеличивается сроки службы как рабочего узла, так и смазки.

При проведении работ по замене шаровых шарниров многие пренебрегают испытаниями их на прочность и износостойкость, что в итоге способствует снижению нормативного срока эксплуатации и к преждевременному их выходу из строя. В результате в технологическом цикле образуется простой по техническим причинам. Вместе с тем, главная проблема заключается в отсутствии стендов для проверки шаровых шарнир на предприятиях или же они позволяют проверить небольшое количество параметров, к примеру, стенд для испытания шаровых опор.



1-станина, 2- электродвигатель, 3- коробка перемены передач, 4- коробка перемены передач, 5- мост, 6- кривошипно- шатунный механизм, 7- поворотный кулак, 8,9- шаровые опоры, 10- верхний поперечный рычаг, 11- верхний поперечный рычаг, 12- пружина, 13- поперечная тяга, 14- гидроцилиндр двойного действия, 15- распределитель золотникового типа, 16- блок автоматического управления, 17- гидронасос, 18- электродвигатель.

Рисунок 3.1 – Стенд для испытания шаровых опор

Основным недостатком, стенда представленного на рисунке 3.1, является то, что он не позволяет расширить диапазон динамических нагрузений и

имитировать нагрузки, характерные при фактических условиях эксплуатации шаровой опоры подвески технического средства. Шаровая опора в отличие от шарнира рулевой тяги выступает несущим узлом подвески, на который передается полезная масса автомобиля с учетом динамического действия нагрузки.

Предлагаемая нами конструкция направлена на расширение объема и количества работ по диагностированию и испытанию шаровых шарниров, и на нем реализованы все возможные нагрузки шаровых и наконечников рулевых тяг.

3.2 Задачи проектирования и выбор конструктивных параметров разрабатываемой конструкции

Важнейшими требованиями к проектируемому стенду выступают его практичность, легкость и простота при эксплуатации, надежность, долговечность и универсальность.

Предлагаемая конструкция должна давать возможность применения как при испытании шаровых шарниров, так и рулевых тяг транспортных средств на проверку их долговечности и имитировать эксплуатационные нагрузки и движения.

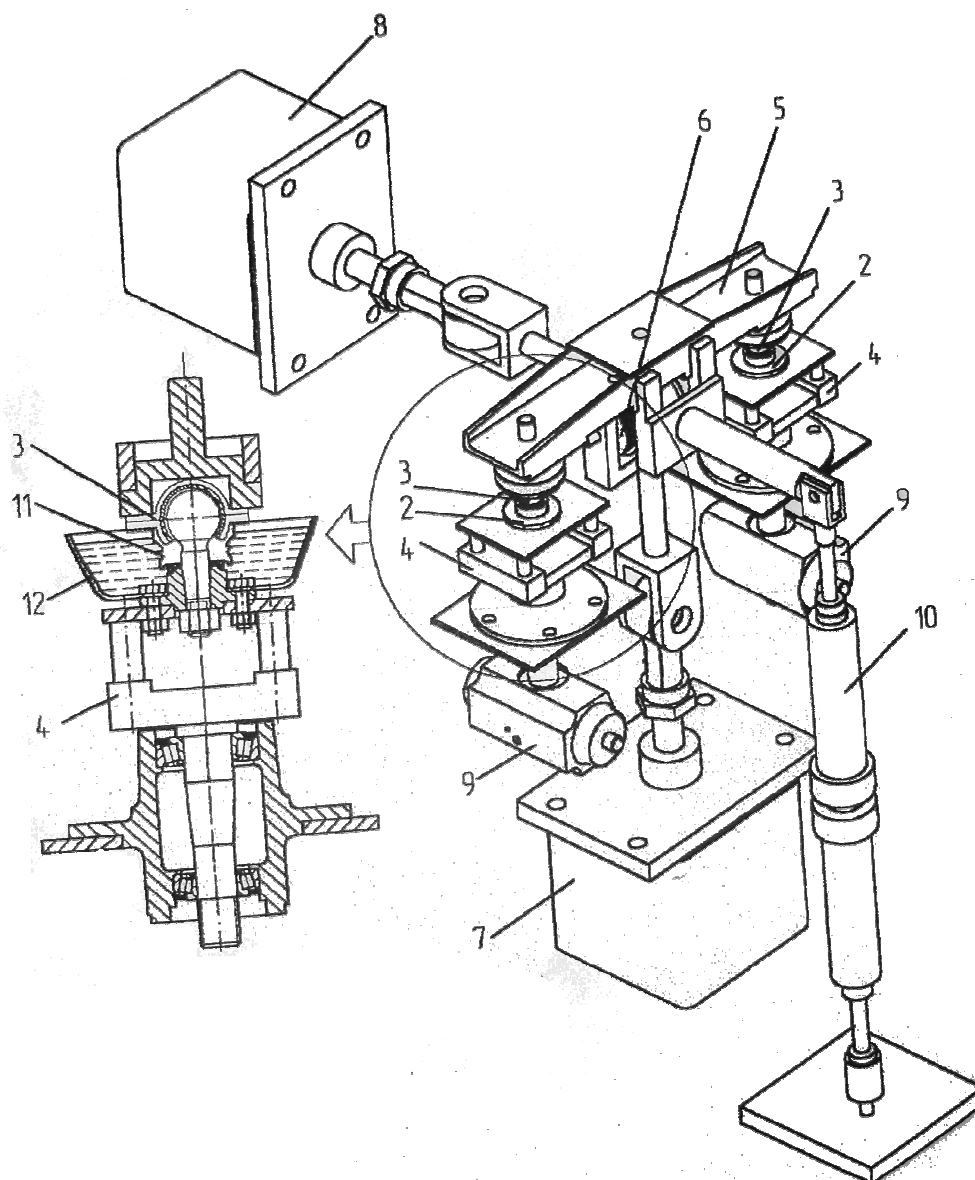
Для испытания отдельных элементов подвески или подвески в целом в автомобилестроении и техническом обслуживании автомобилей используют разнообразные стенды.

Стенд для испытания шаровых шарниров передней подвески автомобилей, содержащий силовую раму с опорными элементами для закрепления пальцев двух шарниров, два силовых привода для создания динамического воздействия на шаровые шарниры в продольном и поперечном направлениях относительно оси пальца, два привода создания рабочих движений поворота пальца и качания корпуса шарнира, пневматический пульт и блок управления работой стенда, отличающейся тем, что в силовых приводах и приводах рабочих движений применены пневматические цилиндры двухстороннего действия с регулируемыми усилиями, механизм качания корпусов шарниров выполнены в виде траверсы с

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |
| | | | | | | 3 |

посадочными местами для корпусов двух шаровых шарниров и с установленным посередине траверсы подшипниковым узлом развязки усилий для исключения взаимного влияния силового воздействия на шаровые шарниры в продольном и поперечном направлениях, при этом опорами качания траверсы служат сферы испытываемых шарниров, а центры сфер шарниров находятся на одной линии с осью узла развязки.

Конструктивная схема предлагаемой конструкции приведена на рисунке 3.2.



1- рама, 2- посадочные фланцы, 3- патрон, 4- поворотные опоры, 5- качающиеся траверсы, 6-развязка усилий, 7-силового привода продольный, 8- силового привода поперечный, 9, 10-приводы движения, 11-защитный чехол, 12-ванна

Рисунок 3.2 - Конструктивная схема предлагаемой конструкции

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 4 |

Испытание шаровых шарниров на стенде осуществляется следующим образом. Два шаровых шарнира передней подвески или два шарнира рулевых тяг автомобиля устанавливаются в посадочный фланцы 2 стенда пальцем вниз, корпусом вверх. На корпуса шарниров сверху устанавливается траверсы 5, подсоединяются силовые приводы 7, 8 и приводы движения 9,10. В пульте управления устанавливаются требуемые значения нагрузки 7, 8, 9,10. После подключения стенда работа стенда начинается.

3.3 Технологические и конструктивные расчеты

Расчет сварочного соединения

Детали, расположенные под углом 90° свариваются тавровым швом.

Определение допускаемого усилия для растяжения [14]

$$[P] = [\tau'_\phi] \cdot 0,7 \cdot \kappa \cdot e, \quad (3.1)$$

где $[\tau'_\phi]$ – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, Н/см²;

κ – катет шва;

e – длина шва, $e=16$ см.

$$[\tau'_\phi] = 0,6[\sigma_p], \quad (3.2)$$

где $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение на растяжение, Н/см²;

$$[\sigma_p] = 1400 \text{ Н/см}^2;$$

$$[\tau'_\phi] = 100000 \cdot 4 = 25000 \text{ Н/см}^2;$$

$$[P] = 25000 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 16 = 224000 \text{ Н.}$$

Определение усилия растяжения

$$P = \frac{2M_{кр}}{l}, \quad (3.3)$$

где l – внешний обхват, м.

$$P = \frac{2 \cdot 50 \cdot 10000}{16} = 62500 \text{ Н.}$$

| | | | | | | |
|--|--|----------|---------|--|---------------------------------|------|
| | | | | | | Лист |
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | 5 |
| | | № докум. | Подпись | | | |

Таким образом $P < [P]$.

$62500 < 224000$ Условие выполняется.

Расчет фундаментных болтов

Фундаментные болты рассчитывают на растяжение. Найдем внутренний диаметр резьбы болта по формуле [14]:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{P}{[\sigma]_p}}, \quad (3.4)$$

где P - полное усилие, растягивающее болт, Н;

$[\sigma]_p$ - допускаемое напряжение на растяжение материала болта, МПа.

Полное усилие определяется исходя из соотношения:

$$P = \frac{F \times h_1}{h_2}, \quad (3.5)$$

где F - усилие редуктора на кольцо, Н ($F = 18000$ Н);

h_1, h_2 - плечи, м.

В данном случае $h_1 = 0,48$ м; $h_2 = 0,40$ м.

Тогда

$$P = \frac{18000 \times 0,48}{0,40} = 21600 \text{ Н}.$$

Определим допускаемое напряжение на растяжение материала болта по формуле [14]:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{S}, \quad (3.6)$$

где σ_T - предел текучести болтов, МПа ($\sigma_T = 300$ МПа);

S - коэффициент безопасности ($S = 1,5 \dots 2,0$).

Итак,

$$[\sigma]_p = \frac{300}{2} = 150 \text{ МПа}.$$

Таким образом, внутренний диаметр резьбы болта будет равен:

$$d = 1,31 \times \sqrt{\frac{21600}{150}} \cong 16 \text{ мм}.$$

| | | | | | | |
|--|--|----------|---------|--|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 6 |
| | | № докум. | Подпись | | | |

С учетом того, что стенд испытывает постоянные нагрузки, по этому принимаются болты диаметром резьбы 17 мм. Этот размер взят с учетом коэффициента запаса $K=1,3 \dots 2$, что обеспечивает наибольшую безопасность и долговечность работы данного стенда.

Расчет болтов на срез при нагружении в плоскости стыка

Потребная сила затяжки болта рассчитывается по формуле [14]:

$$F_{\text{зат}} = \frac{S \times Q}{i \times f}, \quad (3.7)$$

где Q - расчетная сдвигающая сила, приходящаяся на один наиболее нагруженный болт, Н ($Q=18000$ Н);

S - запас сцепления (во избежании сдвигов в пределах зазоров между болтами и отверстиями $S \geq 1,5 \dots 2,0$),

i - число стыков стягиваемых болтами;

f - коэффициент трения ($f=0,2$).

Итак,
$$F_{\text{зат}} = \frac{18000 \times 2}{2 \times 0,2} = 90000 \text{ Н}$$

Условие прочности болта рассчитывается по формуле [14]:

$$Q \leq \frac{\pi \times d_6^2}{4} \times i \times [\tau]_{\text{ср}}, \quad (3.8)$$

где d_6 - диаметр болта в опасном сечении, мм;

i - число поверхностей среза ($i=2$);

$[\tau]_{\text{ср}}$ - допустимое напряжение среза, МПа.

Допустимое напряжение среза определяется по формуле [14]:

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \dots 0,3) \times \sigma_T, \quad (3.9)$$

где σ_T - предел текучести, МПа ($\sigma_T = 300$ МПа).

Тогда

$$[\tau]_{\text{ср}} = (0,2 \times 300) = 60 \text{ МПа}$$

Таким образом

$$Q \leq \frac{3,14 \times 0,017^2}{4} \times 2 \times 60 \times 10^6 = 27223,8 \text{ Н}.$$

| | | | | | | |
|--|--|----------|---------|--|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 7 |
| | | № докум. | Подпись | | | |

Так как в данном случае $Q=18000 \text{ Н}$, то условие выполняется.

$$18000 \text{ Н} \leq 27223,8 \text{ Н}$$

3.4 Инструкция по безопасности труда для слесаря при эксплуатации стенда

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

_____ / _____ /

«11» января 2018г.

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда при эксплуатации стенда

для испытания шаровых шарниров

Общие требования безопасности

1. К работе должны допускаться только те рабочие, которые не моложе 16 лет, прошли вводный инструктаж, первичный инструктаж на конкретном рабочем месте, владеющие необходимыми навыками безопасного исполнения трудового процесса, прошедшие оценку знаний с обязательной регистрацией в журнале и ежедневный медицинский осмотр.

2. Рабочий обязан соблюдать правила внутреннего распорядка, режимы труда и отдыха, правил техники и пожарной безопасности, исключать опаздывания на рабочее место в начале смены и после отдыха; запрещается уходить с рабочего места в рабочее время по неуважительной причине.

3. При выполнении работ на стенде для испытания шаровых шарниров на рабочего могут оказать влияние следующие опасные производственные факторы, воздействие которых может привести к травме или смерти: движущиеся машины и механизмы, и их незащищенные подвижные части, повышенное напряжение электрической цепи 380 В.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

Требования безопасности перед началом работы

1. Надеть установленную для данного вида работ спецодежду.
2. Перед началом использования стенда для испытания шаровых шарниров ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации и правилами техники безопасности.
3. Не превышайте параметры диагностируемого устройства, указанные в технических характеристиках стенда.
4. Поверхность, на которой располагается стенд, должна быть ровной и твёрдой.

Требования безопасности во время работы

1. Рабочий обязан знать все безопасные способы и приемы работы на данном рабочем месте.
2. Периодически производите визуальный осмотр стенда, проверяя, нет ли трещин, швов с трещинами, отсутствующих или поврежденных частей.
3. Регулярно проверяйте надёжность крепежа частей стенда. При необходимости производите перетяжку всего крепежа, не перекручивая при этом гайки и болты сверх нормы.
4. Рабочие элементы необходимо закрыть защитными кожухами.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. Умело и быстро выполнять обязанности, изложенные в плане ликвидации аварий, сообщить в пожарную охрану.
 2. Прекратить все технологические операции.
 3. Принять меры к удалению людей из опасной зоны.
 4. Принять участие в ликвидации аварии и устранении ее последствий.
- Тушение загорания необходимо производить средствами пожаротушения, имеющимися на участке.

Требования безопасности по окончании работы

1. После завершения работы очищайте стенд от загрязнений и держите его в сухом месте для предохранения от ржавчины и коррозии.
2. Содержите все подвижные части стенда в чистоте и хорошо смазанными.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 9 |

3. Сложить используемый инструмент и приспособление в специально отведенное место, произвести уборку рабочего места и помещения;
4. Снятую рабочую одежду хранить в специально отведенном месте;
5. Открытые участки кожи вымыть теплой водой с мылом или принять душ.

Разработал:

Хузиев Р.И.

Согласовано: Специалист службы ОТ

3.5 Физическая культура и спорт на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор повышения производительности труда.

С учетом преобладания умственного или физического труда, его тяжести инженерный персонал сельскохозяйственного предприятия подразделяется на следующие группы: водители самоходных агрегатов и машин (шоферы, трактористы-машинисты); специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы); руководители и обслуживающий персонал. Поэтому работа у одних связана с управлением транспортных средств с большой психофизической нагрузкой, а у других – со сложной координацией движений и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений.

В связи с этим созданию предпосылок к высокопроизводительному труду инженерных специальностей, предупреждение профессиональных заболеваний и травматизма на производстве способствует использование физической культуры для активной работы, отдыха и восстановления работоспособности в рабочее и свободное время.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

3.6 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Для обоснования экономической целесообразности проектируемой нами конструкции мы в качестве базовой установки использовали стенд изобретенный Михайловским И.А., Гуном И.Г., Ясаковым Ю.М., Лапчинским В.В., исходные данные приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

| Наименование | Вариант | |
|--------------------------------------------------|---------|---------------|
| | Базовый | Проектируемый |
| 1. Масса конструкции, кг | 250 | 200 |
| 2. Стоимость установки, руб. | 60000 | 65000 |
| 3. Потребляемая мощность, кВт | 4,5 | 2 |
| 3. Количество персонала, чел. | 1 | 1 |
| 4. Разряд работы | 4 | 4 |
| 5. Тарифная ставка, руб./чел.-час | 120 | 120 |
| 6. Норма амортизации, %. | 5 | 5 |
| 7. Норматив расходов на ремонт и обслуживание, % | 10 | 10 |
| 8. Годовая загрузка конструкции, час | 400 | 400 |

Энергоемкость ремонтного производства определяют следующим образом [13]:

$$\dot{Y}_a = \frac{N_e}{W_{\pm}}, \quad (3.10)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_{\pm} – часовая производительность конструкции; ед./ч.

$$\mathcal{E}_e^1 = 2 / 3 = 0,66 \text{ кВт/ед.};$$

$$\mathcal{E}_e^0 = 4,5 / 2,5 = 1,8 \text{ кВт/ед.}$$

Металлоемкость производственного процесса устанавливается следующим образом [13]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 11 |

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}}, \quad (3.11)$$

где G – масса установки, кг;

$T_{\text{год}}$ – производственная мощность машины или годовая загрузка установки, час;

$T_{\text{сл}}$ – нормативный (рекомендованный) срок службы, лет.

$$M_e^1 = 200 / (3 \cdot 400 \cdot 20) = 0,008 \text{ кг/ед.};$$

$$M_e^0 = 250 / (3 \cdot 400 \cdot 20) = 0,010 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость ремонтного производства определяют следующим образом [13]:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.12)$$

где C_6 – балансовая стоимость установки, руб.

$$F_e^1 = 65000 / (3 \cdot 400) = 54,17 \text{ руб./ед.}$$

$$F_e^0 = 60000 / (2,5 \cdot 400) = 60 \text{ руб./ед.}$$

Трудоемкость определяют следующим образом [13]:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}, \quad (3.13)$$

где n_p – количество персонала, чел.

$$T_e^1 = 1 / 3 = 0,33 \text{ чел-час / ед.};$$

$$T_e^0 = 1 / 2,5 = 0,4 \text{ чел-час / ед.}$$

Эксплуатационные издержки или себестоимость на проектированную конструкцию (в рублях) находят по следующей формуле [13]:

$$S_{\text{эсп}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A + \text{Пр}, \quad (3.14)$$

где $C_{\text{зп}}$ – фонд оплаты труда с отчислениями, руб./ед.;

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 12 |

A – размер амортизационных отчислений на установку, руб./ед.;

$Пр$ – прочие прямые затраты.

Фонд оплаты труда с отчислениями определяют по следующей формуле:

$$C_{зп} = Z \cdot T_e \cdot K_{соц}, \quad (3.15)$$

где Z – тарифная ставка определенного вида работ, руб./ед.;

$K_{соц}$ – коэффициент, характеризующий социальные отчисления.

$$C_{зп}^1 = 120 \cdot 0,33 \cdot 1,356 = 44,75 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{зп}^0 = 120 \cdot 0,4 \cdot 1,356 = 65,09 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по формуле:

$$C_э = Ц_э \cdot Э_э, \quad (3.16)$$

где $Ц_э$ – стоимость 1 кВт электроэнергии, руб.

$$C_э^1 = 0,66 \cdot 6 = 4,0 \text{ руб.}$$

$$C_э^0 = 1,8 \cdot 6 = 10,8 \text{ руб.}$$

Расходы на ремонт и техническое обслуживание установки определяем по формуле [13]:

$$C_{рто} = (C_б \cdot H_{ро}) / (100 \cdot W_ч \cdot T_{год}), \quad (3.17)$$

где $H_{ро}$ – норма затрат на ремонт и обслуживание, %.

$$C_{рто}^1 = (65000 \cdot 5) / (100 \cdot 3 \cdot 400) = 2,71 \text{ руб./ед.};$$

$$C_{рто}^0 = (60000 \cdot 5) / (100 \cdot 2,5 \cdot 400) = 3,0 \text{ руб./ед.}$$

Размер амортизационных отчислений на установку определяем по формуле [13]:

$$A = (C_б \cdot H_a) / (100 \cdot W_ч \cdot T_{год}), \quad (3.18)$$

где H_a – норма затрат на амортизационные отчисления, %.

$$A^1 = (65000 \cdot 5) / (100 \cdot 3 \cdot 400) = 2,71 \text{ руб./ед.};$$

$$A^0 = (60000 \cdot 5) / (100 \cdot 2,5 \cdot 400) = 3,0 \text{ руб./ед.}$$

Прочие затраты определяются по следующей зависимости:

$$Пр = (A + C_{рто}) \cdot 0,1. \quad (3.19)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 13 |

$$\text{Пр}^1 = (2,71 + 2,71) \cdot 0,1 = 0,54 \text{ руб./ед.}$$

$$\text{Пр}^0 = (3 + 3) \cdot 0,1 = 0,6 \text{ руб./ед.}$$

Таким образом, эксплуатационные издержки составят:

$$S_{\text{экс}}^1 = 53,7 + 4 + 2,71 + 2,71 + 0,54 = 63,66 \text{ руб./ед.};$$

$$S_{\text{экс}}^0 = 65,09 + 10,8 + 3 + 3 + 0,6 = 82,49 \text{ руб./ед.}$$

Удельная сумма приведенных затрат на конструкцию ($C_{\text{пр}}$) [13]:

$$C_{\text{пр}} = S_{\text{экс}} + E_{\text{н}} \cdot K_{\text{уд}}, \quad (3.20)$$

где $K_{\text{уд}}$ – удельные капитальные вложения, руб./ед;

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

$$C_{\text{пр}}^1 = 63,66 + 0,15 \cdot 162,5 = 88,035 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{пр}}^0 = 82,49 + 0,15 \cdot 150 = 104,99 \text{ руб.}$$

Годовая экономия приведенных затрат:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{пр}}^0 - C_{\text{пр}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}. \quad (3.21)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (104,99 - 88,035) \cdot 3 \cdot 400 = 20346 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле [13]:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot K_{\text{доп}}, \quad (3.22)$$

где $K_{\text{доп}}$ – ежегодные дополнительные капитальные вложения, руб.

$$E_{\text{год}} = 20346 - 0,15 \cdot 5000 = 19596 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных дополнительных вложений вычисляется по следующей формуле [13]:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б}} / \mathcal{E}_{\text{год}}, \quad (3.23)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость станда, руб.

$$T_{\text{ок}} = 65000 / 20346 = 3,2 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{\text{эф}} = 1/T_{\text{ок}}, \quad (3.24)$$

$$E_{\text{эф}} = 1 / 3,2 = 0,31.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 14 |

Таблица 3.2 – Техничко-экономические показатели

| Наименование | Базо- вый | Проек- тируе- мый | Проекти- руемый к базовому в % |
|-----------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Часовая производительность машины, ед/ч. | 2,5 | 3 | 120 |
| 2. Энергоемкость, кВт ч/ед. | 1,8 | 0,66 | 37 |
| 3. Металлоемкость процесса, кг/ед. | 0,010 | 0,008 | 80 |
| 4. Фондоемкость, руб./ед. | 60 | 54,17 | 90 |
| 5. Трудоемкость, чел-ч/ед. | 0,4 | 0,33 | 83 |
| 6. Себестоимость работы, руб./ед. | 82,49 | 63,66 | 77 |
| 7. Затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ед. | 3 | 2,71 | 90 |
| 8. Затраты на амортизацию, руб./ед. | 3 | 2,71 | 90 |
| 9. Затраты на зарплату, руб./ед. | 65,09 | 44,75 | 69 |
| 10. Затраты на электроэнергию, руб./ед. | 10,8 | 4 | 37 |
| 11. Прочие затраты, руб./ед. | 0,6 | 0,54 | 90 |
| 12. Уровень приведенных затрат, руб./ед. | 104,99 | 88,035 | 84 |
| 13. Годовая экономия, руб. | 20436 | | |
| 14. Годовой экономический эффект, руб. | 19596 | | |
| 15. Срок окупаемости, лет | 3,2 | | |
| 16. Коэффициент эффективности | 0,31 | | |

Предлагаемый стенд для испытаний шаровых шарниров экономически и технологически эффективнее, так как годовая экономия от его использования может составить 20436 руб., годовой экономический эффект – 19596 руб., а срок окупаемости конструкции – 3,2 лет.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | ВКР.23.03.03.471.18.00.00.00.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 15 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе в полной мере были применены знания, умения и навыки, которые были получены в процессе обучения.

Данная разработка позволит качественно и своевременно проводить все необходимые ремонтные и обслуживающие работы. Оптимальная организация указанных видов работ, повышение уровня производительности труда, увеличение годового количества диагностирования на одной установке позволят снизить себестоимость одного условного обслуживания, сэкономят финансовые средства организации.

Техническое перевооружение намного повысит возможности диагностической и ремонтной базы, расширит сферу производимого диагностирования шаровых шарниров и улучшит условия труда рабочих, значительно повысится объем выполняемых работ.

Проработанные в выпускной работе вопросы по охране труда позволят повысить уровень безопасности труда в организации и улучшить обстановку вокруг территории ремонтного хозяйства предприятия.

Эффективность введения в работу стенда обоснована и подтверждена расчетами, так, к примеру, годовая экономия от применения предлагаемой конструкции составляет более 20,4 тыс. рублей, а срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составляет 3,2 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство СССР №970188 от 30.10.82. В.А. Постановов, Г.В. Цымбалов. Стенд для испытания шаровых шарниров.
2. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.:ИД «Дашков и К⁰», 2010. – 492 с.
3. Бучин Р.И. Методические указания к выполнению курсовой работы по предмету «Надежность и ремонт машин». – К.: КемСХИ, 1995.
4. Безопасность жизнедеятельности: учебник/ Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2004. – 353с.
5. Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов/ В.П. Вороненко, Г.Н. Мельников. – М.: Машиностроение, 1990. – 184с.
6. Выбор и корректирование нормативной периодичности технического обслуживания и пробега капитального ремонта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.righttransport.ru/rtos-265-1.html>.
7. Выбор исходных нормативов продолжительности простоя подвижного состава в техническом обслуживании и ремонте и их корректирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/4-2917.html>.
8. Гун И.Г., Михайловский И.А., Лапчинский В.В. Методика проведения испытаний шаровых шарниров на циклическую долговечность// Вестник ОГУ, 2004. - №5. – С.18-21.
9. Иванов М.Н. Детали машин: учеб. для студентов высш. техн. учеб. заведений. 5-еизд., перераб. - М: Высшая школа, 1991. – 383с.
10. Испытательные машины BiSS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bissrus.ru/production/test_machine/automotive/balljoint.html.
11. Крапивин О.М. Охрана труда/ О.М. Крапивин, В.И. Власов. – М.: Издательство «Норма», 2003. – 336с.
12. Левитский И.С. Технология ремонта машин и оборудования. - 2-е изд., перераб. и доп. -М: «Колос», 1977 -560с.
13. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 110301 «Механизация сельского хозяйства».- 2-е изд. перераб. и

доп. / Сост. М.В. Чибряков, Ю.Н. Дементьев, Л.В. Аверичев, В.Н. Терехин; Кемеровский ГСХИ. – Кемерово: ГП КО «Кемеровский ПК», 2009. – 123с.

14. Общемашиностроительные нормативы времени. – М.: Машиностроение, 1994.

15. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей/ В.А. Шадричев. М.: Машиностроение, 1976. –184с.

16. Патент РФ № 2263889 С2 от 10.11.2005, бюл.31. Михайловский И.А., Гун И.Г., Ясаков Ю.М., Лапчинский В.В. Стенд для испытания шаровых шарниров.

17. Пехов А.П. Биология с основами экологии: учебник. 2 -е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 688.

18. Приведение автотранспорта к основным моделям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alltransportation.ru/tralls-51-1.html>

19. Расчет годовой производственной программы по техническому обслуживанию и текущему ремонту подвижного состава [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/7_69299_raschet-godovoy-proizvodstvennoy-programmi-po-tehnicheskomu-obsluzhivaniyu-i-tekushchemu-remontu-podvizhnogo-sostava.html

20. Расчет годового объема работ по ТО и ТР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5809346/page:5/>

21. Расчет суточной производственной программы по видам то и диагностики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5332970/page:7/>

22. Расчёт числа работающих на СТО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/5-52264.html>

23. Расчет числа рабочих постов ТО и ТР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://megaobuchalka.ru/1/25871.html>

24. Современные способы стендовых испытаний шаровых шарниров// Мир транспорта и технологических машин, 2010. – 4. – С.26-33

25. Семенов В.М. Нестандартный инструмент для разборочно-сборочных работ. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985.

26. Справочник технолога машиностроителя. Том 2/ Под редакцией А.Г. Косиловой. – М., Машиностроение, 1985, -284с.

27. Сигаев Е.А. Механизация сельского хозяйства: учебное пособие для студентов специальности 311300 Ч. I.- Кемерово: Кузбассвузиздат, 2010. – 228с.

28. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184с.

29. Хафизов К.А. Дипломное проектирование: Учебно-методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией- Казань: КГСХА, 2004-316 с.

Спецификация