

Министерство сельского хозяйства РФ
Департамент научно-технологической политики и образования
ГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль: «Технический сервис в АПК»
Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание степени «бакалавр»

Тема: «Проект СТО с разработкой стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей»

Шифр СДПА 18.13.00.ПЗ

Студент	<u>2441с группа</u>	<u>подпись</u>	<u>Аглетдинов А.А.</u> <u>Ф.И.О.</u>
Руководитель	<u>профессор</u>	<u>подпись</u>	<u>Хафизов К.А.</u> <u>Ф.И.О.</u>

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(Протокол № 6 от 12.02.2018 г.)

Зав. кафедрой	профессор		Хафизов К.А.
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

Министерство сельского хозяйства РФ
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Направление: 35.03.06 «Агроинженерия»
Профиль: «Технический сервис в АПК»
Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

Утверждаю
Зав. кафедрой
_____/Хафизов К.А./

2017 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту: **Аглетдинову А.А.**

Тема: **«Проект СТО с разработкой стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей»**

Утверждена приказом по университету от 12.01.2018__ № 12

2. Срок сдачи студентом законченного ВКР ____06.02.2018__

3. Исходные данные к ВКР: Материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (анализ существующих конструкций, патенты, статьи и др.).

4. Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Аналитическая часть; 2. Технологическая часть; 3. Конструкторская часть; 4. Безопасность жизнедеятельности, охрана труда и физическая культура на производстве; 5. Техничко-экономические показатели конструкции.

5. Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

Лист 1 – Технологическая карта диагностики подвески грузовых автомобилей; Лист 2 – Пункт СТО; Лист 3 – Стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей; Лист 4 – Сборочный чертеж роликового толкателя стенда; Лист 5 – Детализовка; Лист 6 – Техничко-экономические показатели конструкции.

6. Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов

Раздел	Консультант
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

7. Дата выдачи задания _____ 08.12.2017 _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Аналитическая часть	09.01.18	
2	Технологическая часть	15.01.18	
3	Конструкторская часть	22.01.18	
4	Безопасность жизнедеятельности и охрана труда	29.01.18	
5	Экономическое обоснование конструкции	05.02.18	

Студент _____ (Аглетдинов А.А.)

Руководитель ВКР _____ (Хафизов К.А.)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 77 листах компьютерного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, пяти разделов, выводов и включает 10 рисунков, 9 таблиц, приложения. Список использованной литературы содержит 24 наименования.

В первом разделе приведен технологический процесс диагностики подвески грузовых автомобилей.

Во втором разделе произведен расчет и выбор основного производственного оборудования, количества рабочих и предложена компоновка пункта СТО.

В третьем разделе разработан стенд для диагностики подвески грузовых автомобилей. Произведен расчет его деталей на прочность.

В четвертом разделе дана инструкция охраны труда, разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности и физической культуре на производстве.

В пятом разделе даны сравнительные технико-экономические показатели по конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами.

ABSTRACT

Graduation qualifying work consists of an explanatory note to the 77 sheets of computer text and graphical part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, five chapters, conclusions and includes 4 figures, 7 tables, applications. Bibliography contains 24 name.

The first section provides a diagnostic process suspension trucks.

The second section is made to the calculation and selection of the main production equipment, the number of workers and proposed a layout item.

The third section is designed to diagnose stand suspension trucks. Calculating the strength of parts.

The fourth section of the instruction given to labour protection, developed activities for the safety of human life and physical culture in the workplace.

In the fifth section provides comparative technical-economic indices on the construction.

Explanatory memorandum concludes with the findings.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
1.1 Технологический процесс технического обслуживания и ремонта автомобиля.....	9
1.2 Диагностирование ходовой части.....	10
1.3 ТО и ремонт ходовой части.	12
1.4 Устройство подвески автомобиля КамАЗ.....	13
1.5 Основные дефекты передних и задних рессор.....	18
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	21
2.1 Расчет производственной программы.....	21
2.1.1 Корректирование нормативов пробега до капитального ремонта и периодичности технического обслуживания.....	21
2.2 Расчет коэффициента технической готовности	22
2.3 Расчет пробегов подвижного состава и производственной программы ТО	23
2.4 Расчет годовых объемов работ ЕО, ТО и ТР.....	27
2.5 Определение числа диагностических воздействий на весь парк за год.....	28
2.6 Расчет численности производственных рабочих	29
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ. . .	32
3.1 Стенд для исследования динамики подвески транспортных средств.	32
3.2 Стенд для испытания подвески транспортных средств.....	40
3.3 Разработка функционально-физической схемы технического предложения	46
3.4 Описание технического предложения	47
3.5 Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции	48

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА.....	53
4.1 Основные задачи охраны труда	53
4.2 Основные опасные производственные факторы и вредности при проведении технического сервиса.....	53
4.3 Нормирование разрывов и габаритов безопасности.....	54
4.4 Анализ технологического процесса на ремонтной базе технического сервиса.....	55
4.5 Пожарная безопасность в ремонтных мастерских и пунктах технического сервиса.....	56
4.6 Физическая культура на производстве.....	58
5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	64
5.1 Техничко-экономические показатели конструкции.....	64
ВЫВОДЫ	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	70
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время грузовой автомобильный транспорт в России переживает сложную пору перехода от одной системы хозяйствования к другой. Вместо централизованного отраслевого управления постепенно формируется новая система государственного регулирования автотранспорта, адекватная рыночным условиям. Она характерна сочетанием административных и экономических рычагов управления, в основе которых механизмы лицензирования и сертификации. Государство не претендует на роль активного предпринимателя, но вместе с тем оно должно создавать благоприятные, равные и безопасные условия для пользователей транспортной инфраструктуры, гарантировать обслуживание в нерентабельных сегментах рынка транспортных услуг, обеспечивать бесперебойную и надежную работу транспорта в целом.

Учитывая, что количество автомобилей в России ежегодно увеличивается, то необходимо развивать станции технического обслуживания автомобилей.

В частности ежегодное увеличение количества автомобилей на дорогах, качество дорог и сезонность (зима, лето), не позволяет станциям технического обслуживания автомобилей, автосервисам полностью удовлетворять спрос СТО.

Повышение безопасности движения и получение значительной экономической эффективности за счет снижения расхода топлива и повышения ходимости шин существенные достижения современной технической диагностики. В настоящее время возросло значение технической диагностики, позволяющей инструментальными методами достаточно объективно в короткое время с достаточной точностью определять техническое состояние узлов и агрегатов транспортных средств без их разборки.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Технологический процесс технического обслуживания и ремонта автомобиля

Подвеска - это система устройств, для упругой связи остова с колёсами. Она смягчает удары от неровностей дороги (почвы).

От конструкции и состояния подвески зависит плавность движения автомобиля, которая на производительность труда водителя и долговечность крепёжных деталей. Передний и задний мосты воспринимающий нагрузки, действующие между опорной поверхностью и рамой.

Передняя подвеска. Эта подвеска осуществлена на продольных полуэллиптических рессорах. Дополнительно к рессорам она снабжена гидравлическими амортизаторами [22].

Крепление рессор к раме выполнено на резиновых подушках. В передние кронштейны рессор и в специальные гнезда дополнительно установлены упорные резиновые подушки, воспринимающие усилия, направленные вдоль автомобиля, и перемещению рессор вперед.

Перемещение при прогибах рессор происходит за счёт смещения задних концов рессор. Прогибы рессор ограничивают резиновые буфера. Подобным образом выполнена передняя подвеска и на других автомобилях.

Амортизаторы гасят колебания рессор, вызванные наездом колеса на препятствие. На автомобилях применяют жидкостные телескопические амортизаторы двойного действия. Они состоят из цилиндра, штока с поршнем, цилиндрического резервуара и клапанов. В поршне дополнены калиброванные отверстия и установлен перепускной клапан и клапан отдачи. В нижней части цилиндра смонтирован впускной клапан и клапан сжатия. Шток в верхней части соединен с кронштейном рамы, а нижняя часть резервуара - с передней осью. В резервуар амортизатора заливают смесь, состоящую из 50% трансформаторного и 50% турбинного масла, или амортизаторную жидкость.

Принцип действия амортизатора основан на том, что в результате относительных перемещений ее под действием поршня через малые отверстия тормозит перемещение движущихся частей амортизатора и вместе с ним подрессорных масс. Амортизаторы двустороннего действия оказывают сопротивление при прогибе и отдаче рессор [19,20].

При наезде колеса на препятствие рессора прогибается и амортизатор сжимается. Поршень перемещается вниз, и жидкость через перепускной клапан перемещается в полость над поршнем. Так как в полости над поршнем находится шток, вся жидкость не может поместиться над поршнем из-за малого объема. Давление жидкости, повысившееся над поршнем, закрывает впускной клапан. Быстрое нарастание давления под поршнем, закрывает впускной клапан. Быстрое нарастание давления под поршнем в результате резкого сжатия рессоры вызывает открытие клапана сжатия, давая свободный проход жидкости из цилиндра в резервуар.

При отдаче рессоры амортизатор растягивается в полости над поршнем создается давление, под действием которого перепускной клапан в поршне, закрывается а клапан отдачи открывается, и жидкость через малое проходное отверстие в поршне и клапан отдачи протекает в полость под поршень. Кроме того, часть жидкости через открывшийся впускной клапан благодаря разрежению поступает из резервуара в полость под поршнем.

1.2 Диагностирование ходовой части

Диагностирование позволяет оценить техническое состояние автомобиля в целом и отдельных его агрегатов и узлов (сборочных единиц) без разборки, выявить неисправности, для устранения которых необходимы регулировочные или ремонтные работы, а так же прогнозировать ресурс надежной работы автомобиля.

В настоящее время на АТП широко распространено диагностирование автомобилей с помощью специального оборудования- стендов с беговыми барабанами имитирующими условия дорожного движения. Для грузовых

автомобилей и автобусов разработаны несколько типов тяговых и нагрузочных стендов. КИ-4856, КИ-8930, КИ-4998 и другие. Для легковых автомобилей также используют стенды К-409М, К-424 и другие [20].

В соответствии с действующей системой ТО и ТР диагностирование подразделяют на два основных вида: общие Д-1 и поэтапное (углубленное) Д-2. При общем диагностировании определяют техническое состояние узлов и агрегатов, обеспечивающих безопасность дорожного движения, и оценивают пригодность автомобиля к дальнейшей эксплуатации.

При поэтапном диагностировании выявляют неисправности, прогнозируют ресурс работы и устанавливают объёмы регулировочных и ремонтных работ, необходимых для поддержания исправного состояния автомобиля до очередного ТО-2. В зависимости от суточной программы и типов автомобилей диагностирование осуществляют на поточной линии или на отделённых постах.

Состояние подвесок проверяют механическим обслуживанием, внешним осмотром, а крепление их - приложением усилия. При осмотре рессор выявляют поломанные или треснувшие листы. Рессоры не должны иметь видимого продольного смещения, которое может произойти из-за среза центрального болта. Проверая надёжность крепления рессор, необходимо обращать особое внимание на степень зажатия гаек стремянок и отсутствие износа втулок шарнирных креплений рессор.

Если рессоры имеют крепление концов в резиновых подушках, обращают внимание на их целостность, а также на правильное положение в опоре. Гайки крепления стремянок и хомутов рессор затягивают равномерно, сначала передние (по ходу автомобиля), а затем задние. Упругость рессоры проверяют по её стреле прогиба в свободном состоянии. Этот показатель можно определить, если натянуть нить между концами рессоры и измерить расстояние от нити до середины вогнутой части коронного листа.

В подвеске автомобиля рессоры не должны отличаться по стреле прогиба более чем на 10 мм. При появлении скрипа рессор вовремя движения автомобиля, а также коррозии листов следует очистить листы от грязи, промыть кирасиром и смазать графитной смазкой.

1.3 ТО и ремонт ходовой части

ЕО. Проверить путём осмотра состояние рамы, рессор, подпрессорников, амортизаторов, колёс.

ТО-1. Проверить (и если нужно отрегулировать) подшипники ступицы колёс; проверить (и если нужно закрепить) стремянки, пальца рессор и шкворки поворотных цапф. Проверить состояние передней подвески автомобиля.

ТО-2. Проверить, путём осмотра состояние балки переднего моста. Проверить хождение передних колёс. При интенсивном износе шин, проверить углы наклона шкворней и угол поворота передних колёс. Проверить, нет ли перекоса переднего и заднего мостов(визуально).

Проверить состояние рамы и буксирного устройства, состояние рессор, закрепить хомутики рессор, стремянки, пальцы рессор. Проверить состояние амортизаторов, дисков и ободов колёс. Смазать (по графику смазки) шкворни поворотных цапф и пальцы рессор. Снять спицы, промыть, проверить состояние подшипников и заменив смазку, отрегулировать подшипники колёс [19].

Регулировка подшипников передних колёс осуществляется в следующей последовательности: поднимают и устанавливают на козлы переднюю ось; снимают колесо; отвёртывают колпак; расшплинтовывают и отворачивают гайки; снимают ступицы; промывают и осматривают подшипники (при наличии трещины или значительного износа, подшипники заменяют) наполняют ступицу смазкой и устанавливают на место; устанавливают шайбу и завёртывают гайку до отказа, а затем отвёртывают на

1/8 оборота. Колесо должно вращаться свободно, без заедания и не иметь. После проверки гайку шплинтуют и завершают колпак.

1.4 Устройство подвески автомобиля КамАЗ

Подвеска автомобиля воспринимает основные динамические нагрузки от воздействия неровностей дороги. Для обеспечения большей плавности хода и для гашения колебаний.

Подвеска передняя автомобилей состоит из двух продольных полуэллиптических рессор, работающих совместно с двумя телескопическими амортизаторами и двумя полыми резиновыми буферами сжатия. В средней части рессоры прикреплены двумя стремянками к площадке балки передней оси. Между рессорами и балкой установлены кронштейны амортизаторов (рис. 1).

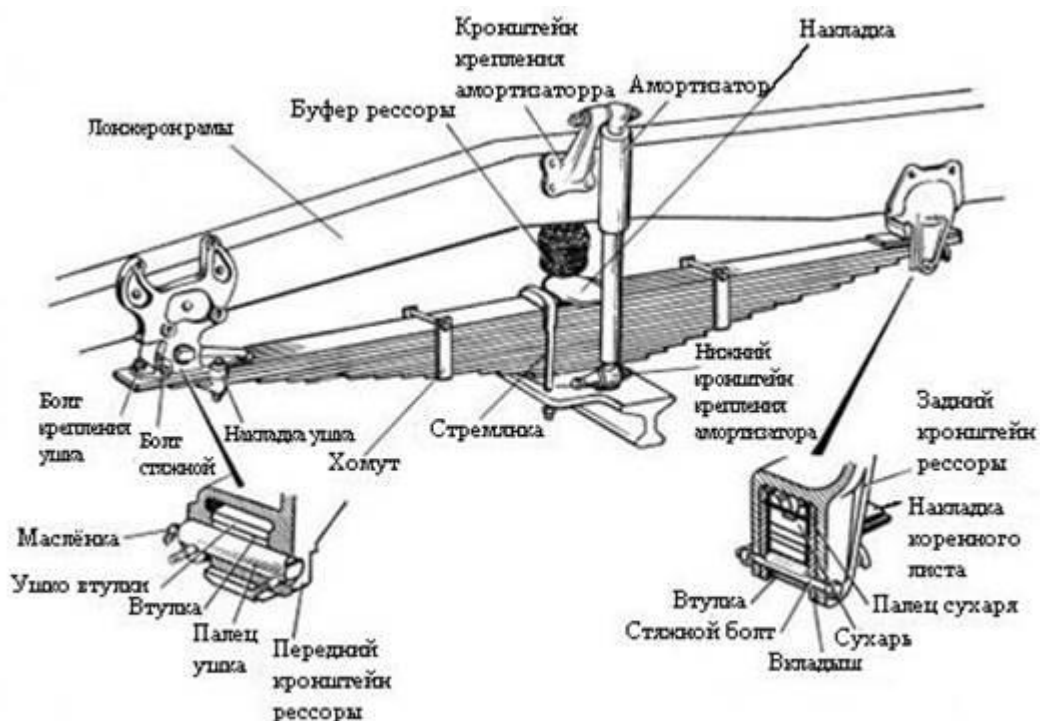


Рисунок 1.1 - Основные детали передней подвески

Передние концы рессор с помощью отъемных ушков и пальцев прикреплены к кронштейнам. Втулки отъемных ушков изготовлены из антифрикционного ковкого чугуна, повышающего износостойкость

соединений с пальцами рессор. Задние концы передних рессор скользящие и опираются на сменные защитные сухари и боковые вкладыши.

Коренной лист рессоры прямоугольного сечения, а остальные листы Т-образного сечения. Всего 15 листов. На скользящем конце коренного листа заклепками закреплена накладка, предохраняющая его от износа. Пальцы рессор смазываются через масленку.

Амортизаторы передней подвески соединены с рамой автомобиля и передней осью при помощи пальцев и резиновых втулок. Втулки компенсируют перекосы и смягчают ударные нагрузки, передаваемые от оси автомобиля на раму. С обоих торцов резиновых втулок установлены шайбы.

При движении автомобиля по дороге с небольшими препятствиями амплитуда колебаний подвески незначительна и сопротивление, создаваемое амортизаторами, невелико. На неровной дороге амплитуда колебаний подвески возрастает, при этом амортизатор оказывает большое сопротивление, предотвращая раскачивание автомобиля и поглощая энергию как при плавном, так и при резком сжатии и отдаче рессор.

Для ограничения хода передней подвески служат резиновые полые буферы, закрепленные на лонжеронах рамы.

Подвеска передняя автомобилей КамАЗ-53212, КамАЗ-65115, КамАЗ-53228, КамАЗ-53229 и Ка-мАЗ-54112 имеет стабилизатор поперечной устойчивости, который увеличивает угловую жесткость подвески, уменьшая угол крена поддрессорной части автомобиля при действии на автомобиль поперечной (боковой) силы, повышает устойчивость движения автомобиля.

Штанга стабилизатора в средней части закреплена на балке передней оси в резиновых подушках с помощью обойм, накладок и стремянок. Штанга стабилизатора стойками шарнирно соединена с кронштейнами, установленными на левом и правом лонжеронах рамы. Соединение стоек с кронштейнами рамы аналогично креплению амортизатора [22].

Амортизатор верхней пружиной прикреплен к кронштейну на раме, а нижней - к нижнему кронштейну амортизатора. Принцип действия

гидравлических амортизаторов заключается в следующем. При относительных перемещениях подрессорных и неподдресорных частей автомобиля имеющаяся в амортизаторе жидкость, перетекая из одной его полости в другую через небольшие отверстия, оказывает сопротивление вертикальному перемещению штока и гасит колебания рессор.

Задняя подвеска - балансирная, на двух полуэллиптических рессорах, с реактивными штангами с резинометаллическими шарнирами. Концы рессор скользящие по опорам, приваренным к балкам мостов. Ось балансира выполнена цельной, без стяжки. Пальцы реактивной штанги азотированы, опоры рессор усилены. Рессоры в средней части прикреплены стремянками к башмаку рессоры. Концы рессор установлены в опорах. При прогибе рессор концы их скользят в опорах. При ходе мостов вниз рессоры удерживаются в опорах пальцами, зафиксированными от осевых перемещений шплинтами и шайбами. Для ограничения хода мостов вверх и смягчения их ударов о раму на лонжеронах установлены буферы 1.

Толкающие усилия и реактивные моменты передаются на раму шестью реактивными штангами 4. Шарниры реактивных штанг самоподвижные.

Балансирное устройство автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-55102 и КамАЗ-5410 состоит из двух осей, запрессованных в кронштейны, и башмаков с запрессованными в них втулками из антифрикционного материала. Кронштейны балансирного устройства соединены стяжкой и закреплены шпильками на кронштейнах задней подвески, которые в свою очередь крепятся болтами к лонжеронам рамы. В крышке имеется отверстие с пробкой для заливки масла.

Для предотвращения вытекания смазки в башмаках установлены резиновые армированные манжеты, а для защиты уплотнений от грязи - уплотнительные кольца. Башмаки закреплены на осях разрезными гайками, стянутыми болтами.

При прогибе рессор их концы скользят в опорах и удерживаются в опорах пальцами, зафиксированными от осевых перемещений шплинтами и

шайбами. Установленные на лонжеронах буферы служат для ограничения хода мостов вверх и смягчения их ударов о раму. Толкающие усилия и реактивные моменты передаются на раму шестью реактивными штангами 4, снабженными самоподжимными шарнирами (рисунок 1.2).

Две оси балансира устройства запрессованы в кронштейны, которые соединены стяжкой и закреплены шпильками на кронштейнах задней подвески, прикрепленных болтами к лонжеронам рамы. В башмаки балансира запрессованы втулки из антифрикционного материала. Башмаки закреплены на осях разрезными гайками, которые стянуты болтами. Для заливки масла служит отверстие с пробкой в крышке, для предотвращения его вытекания установленные в башмаках резиновые армированные манжеты, а для защиты уплотнений от загрязнений - уплотнительные кольца.

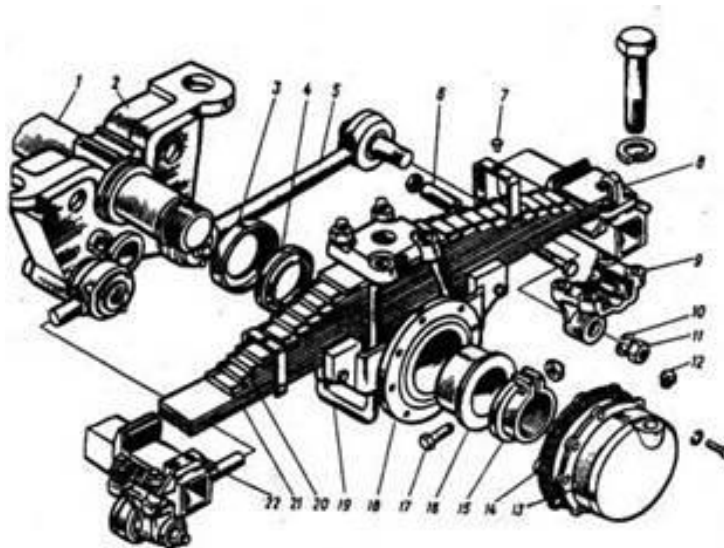


Рисунок 1.2 - Задняя подвеска автомобилей КамАЗ-53212, -54112 и -5511: 1 - ось; 2 - кронштейн оси балансира; 3 - уплотнительное кольцо башмака рессоры; 4 - манжета; 5 - реактивная штанга; 6 - распорная втулка; 7 - заклепка; 8 - ограничитель качания мостов; 9 - нижний реактивный рычаг; 10 - пружинная шайба; 11 - гайка; 12 - пробка; 13 - крышка башмака; 14 - прокладка крышки; 15 - гайка крепления башмака; 16 - втулка башмака; 17 - болт; 18 - башмак рессоры; 19 - стремянка рессоры; 20 - лист; 21 - лист; 22 - передняя опора рессоры

Задняя подвеска автомобилей КамАЗ-53212, -54112 и -5511 отличается тем, что имеет балансирующее устройство с одной осью 7, запрессованной в кронштейн 2 балансира. Опоры 22 рессоры и нижние реактивные рычаги 9 фиксируются на мостах установочными пластинами и закрепляются шпильками (рисунок 1.3).

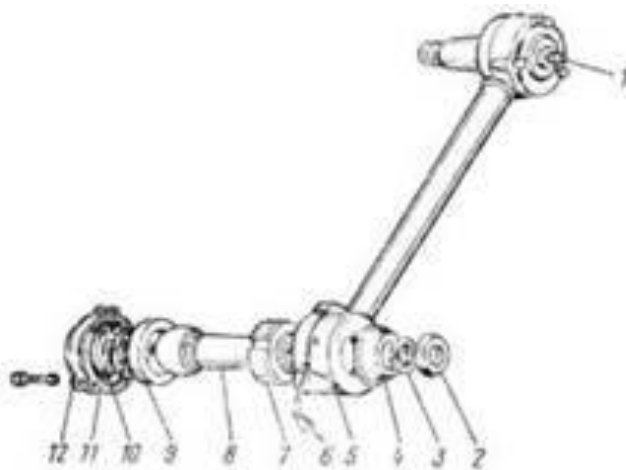


Рисунок 1.3 - Реактивная штанга: 1 - масленка; 2 - гайка; 3 -шайба пружинная; 4 - сальник; 5 - штанга; 6 - заклепка; 7 - вкладыш внутренний; 8 - палец; 9 - вкладыш наружный; 10 - пружина; 11 - прокладка; 12 – крышка

Рама автомобиля КамАЗ (рисунок 1.4).

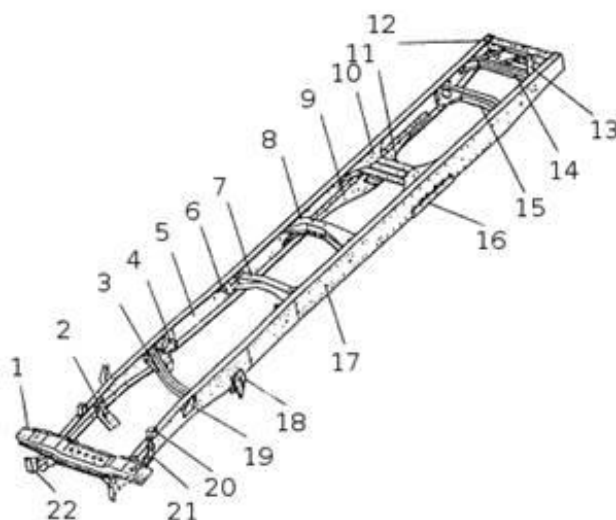


Рисунок 1.4 - Рама автомобиля КамАЗ. Рама автомобиля: 1 - поперечина; 2 - кронштейн передней опоры силового агрегата; 3 -поперечина; 4 - кронштейн задней опоры двигателя; 5 - лонжерон правый; 6 - кронштейн балки поддерживающей опоры силового агрегата; 7 - поперечина; 8 - поперечина; 9

- косынка нижняя поперечины; 10 - косынка верхняя поперечины; 11 - поперечина; 12 - поперечина задняя; 13 - раскос задней поперечины; 14 - поперечина; 15 - поперечина; 16 - прокладка кронштейна балансирной подвески; 17 - лонжерон левый; 18 - задний кронштейн передней подвески; 19 - кронштейн амортизатора; 20 - кронштейн опоры радиатора; 21 - кронштейн передний передней подвески; 22 - кронштейн буфера

Опоры рессоры и нижние реактивные рычаги для облегчения ремонта выполнены съемными. Опоры зафиксированы от перемещения установочными пластинами. Для ограничения хода мостов вниз на опорах рессор установлены ограничители качания мостов.

Автомобили КамАЗ различных моделей и комплектаций имеют рамы различающиеся: длиной в зависимости от базы; количеством и конструкцией поперечин; усилительными накладками и их конструкцией; кронштейнами и их положением.

1.5 Основные дефекты передних и задних рессор

Переднюю рессору заменяют в следующей последовательности. Устанавливают автомобиль на пост, затормаживают ручным тормозом и укладывают упоры под задние колёса, отвёртывают болты крепления крышек переднего и заднего кронштейна и снимают крышки с нижними опорами рессор, отвёртывают гайки крепления стремянок рессоры и снимают стремянки и прокладку с буфером в сборе. Приподнимают переднюю часть автомобиля кран-балкой и подводят под раму подставку. Снимают с переднего и заднего концов рессоры верхние опоры и вынимают из кронштейна упор. Снимают переднюю рессору с автомобиля и направляют в ремонт. Переднюю рессору устанавливают в обратной последовательности. Для правильной установки крепления концов рессоры в резиновых опорах её выпрямляют с помощью приспособления до горизонтального положения. При неправильной установке рессоры

резиновые опоры не самоустанавливаются, что приводит к их быстрому износу.

Задняя рессора. Аналогично заменяют задние рессоры. Снятую с автомобиля рессору устанавливают на стол станда для разборки и сборки рессор и закрепляют за боковые поверхности листов, затем отвёртывают гайки болтов хомутов рессоры, выбивают болты и снимают распорные втулки. Ослабляют крепление рессоры, укладывают её боковой поверхностью на стол станда и закрепляют за верхний и нижний листы. Затем отвёртывают гайку центрального болта, ослабляют зажим станда и снимают разобранную на листы рессору. Проверяют состояние листов рессоры, хомутов и чашек. На листах рессоры не должно быть трещин и обломков. Износ листов рессор по толщине более 1,0 мм не допускается. На хомутах рессоры также не должно быть обломов и трещин. Ослабление заклёпок крепления хомутов и чашек не допускается. Износ отверстия во втулке ушка задней рессоры до размера более 40,4 мм не допускается. Годные для сборки листы рессор очищают от коррозии, рихтуют на станке мод.2470А ГАРО по шаблону и смазывают графитной смазкой. Подготовленные к сборке листы рессоры надевают по порядку на оправку, устанавливают боковой поверхностью листов на стенд и сжимают. Вынимают оправку, устанавливают центральной болт и затягивают гайку болта. Листы рессоры автомобиля КаМАЗ собирают так, чтобы штампованные выступы входили во впадины каждого листа. В проушины хомутов устанавливают стяжные болты и распорные втулки и навёртывают на болты гайки. После сборки проверяют стрелку прогиба рессоры, натягивая тонкую проволоку с грузом по торцевым поверхностям чашек верхнего коренного листа передней рессоры [20].

При разборке рессор в случае износа накладке скользящего конца коренного листа передней рессоры снимите накладку, в дальнейшем эксплуатируйте рессору без накладки. Замерьте зазоры между пальцами и втулками отъемных ушков. Номинальный зазор между пальцем и втулкой

0,17... 0,39 мм при номинальном диаметре пальца 39,95... 40,00 мм. Если зазор больше 2 мм, то замените изношенные детали.

Замените втулки, имеющие значительные выкрашивания одного из торцов (свыше 60 % от поверхности торца втулки). При износе боковых сухарей передних рессор на глубину до 3 мм замените их (номинальная толщина сухарей - 8 мм). При износе верхних сухарей передних рессор на глубину до 3 мм спрессуйте их с кронштейнов, разверните на 180° и вновь напрессуйте. При износе концов первых коренных листов рессор задней подвески на 40... 50% толщины поменяйте местами первый и третий листы.

Для предохранения опор рессор задней подвески от интенсивного износа на их опорные поверхности наплавлен слой твердого сплава (HRC 56... 62) на глубину 2... 4 мм. При износе этого слоя произведите его повторную наплавку электродом ЭН-60М-3,0-1 ГОСТ 9466-75. На автомобилях КаМАЗ-53212, КаМАЗ-55111 и КаМАЗ-54112 твердый сплав глубиной 2... 4 мм наплавлен и на боковые стороны опор. При суммарном зазоре более 10 мм между наружными и внутренними боковинами опор и рессорами произведите наплавку твердого сплава на боковины опор рессор, обеспечив суммарный зазор 3... 5 мм.

При сборке рессор смажьте графитной смазкой трущиеся поверхности листов, так же смажьте ушки и пальцы передних рессор. Передние и задние рессоры устанавливайте на автомобиль попарно с разницей прогиба не более 10 мм.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Расчет производственной программы

2.1.1 Корректирование нормативов пробега до капитального ремонта и периодичности технического обслуживания

Пробег группы автомобилей одной модели до капитального ремонта для упрощения расчетов определяем из выражения [12]:

$$L_{KP} = L_{KP} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$
$$L_{KP} = \frac{L_{KP} A + L'_{KP} A'}{A + A'} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \text{ км} \quad (2.1)$$

где A, A' - соответственно количество автомобилей, находящихся на ресурсе до капитального ремонта и после капитального ремонта, км;

L, L' - соответственно пробег нового автомобиля до капитального ремонта и доля пробега до капитального ремонта автомобиля, находящегося на пробеге после капитального ремонта, км.

$$L' = 0,8 L, \text{ км} \quad (2.2)$$

Определим периодичность технического обслуживания ТО-1 и ТО-2 автомобилей по формуле

$$L_i = L_i^{(H)} K_1 K_3, \text{ км} \quad (2.3)$$

где $L_i^{(H)}$ - нормативная периодичность ТО-1 или ТО-2, км.

K_1 – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации автомобиля;

K_2 – коэффициент, учитывающий тип подвижного состава;

K_3 - коэффициент, учитывающий природно-климатические условия.

Исходные нормативы пробегов, коэффициенты и результаты корректирования нормативов приведены в таблице 2.1

Подставляем значения из задания и справочной литературы в формулу 2.1 и производим расчеты [13]:

КамАЗ:

$$L_{KP} = 300000 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 295000 \text{ км.}$$

Производим расчет до периодичности ТО-1 и ТО-2:

КамАЗ:

$$L_1 = 4000 \cdot 1 \cdot 1 = 4000$$

$$L_2 = 16000 \cdot 1 \cdot 1 = 16000$$

Таблица 2.1 - Нормативы ресурсного пробега (или пробега до капитального ремонта) и периодичности ТО подвижного состава

Подвижной состав	$L_{KP}^{(H)}$, км	$L_1^{(H)}$, км	$L_2^{(H)}$, км	K_1	K_2	K_3	$L_{KP}^{(K)}$, км	L_1 , км	L_2 , км
КамАЗ	300000	4000	16000	1	0,95	1,0	285000	4000	16000

2.2 Расчет коэффициента технической готовности

Для подвижного состава АТП расчетный коэффициент технической готовности определяется по формуле

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + I_{cc} \left(\frac{D_{ТО-ТР}}{1000} K_4 \right)}, \quad (2.4)$$

где $D_{ТО-ТР}$ – удельная норма простоя подвижного состава в днях на 1000 км пробега;

K_4 – коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала эксплуатации.

Для подвижного состава (одной модели), имеющего различные пробеги с начала эксплуатации, определяется и поставляется в выражение α_T средневзвешенное значение коэффициента K_4 .

Подставляем значения в формулу 2.4, получаем:

КамАЗ:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 692 \left(\frac{0,48}{1000} 1,2 \right)} = 0,72.$$

Значение α_T и составляющих для его расчета приведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Коэффициент технической готовности

Подвижной состав	l_{cc} , км	D_{TO-TP} , дни/км	K_4	α_T
КамАЗ	692	0,48	1,2	0,72
Средневзвешенный коэффициент технической готовности ПС				0,84

2.3 Расчет пробегов подвижного состава и производственной программы ТО

Годовой пробег единицы подвижного состава [14]:

$$L_{\Gamma} = D_{РАБ} l_{CC} \alpha_T, \text{ км.} \quad (2.5)$$

где $D_{РАБ}$ - число дней работы подвижного состава в году.

КамАЗ:

$$L_{\Gamma} = 305 \cdot 692 \cdot 0,72 = 151963 \text{ км.}$$

Годовой пробег группы подвижного состава:

$$L_{\Gamma\Pi} = A \cdot L_{\Gamma}, \text{ км.} \quad (2.6)$$

Расчет производственной программы предприятия ЕО, ТО-1, ТО-2 (за год, сутки), для АТП производится по цикловому методу.

Тогда:

КамАЗ:

$$L_{\Gamma\Pi} = 26 \cdot 151963 = 3951038 \text{ км.}$$

Цикловой метод расчета производственной программы предусматривает определение числа видов ТО на один автомобиль за цикл, т. е. на пробег до КР, расчет коэффициента перехода от цикла к году и на его основе пересчет полученных значений числа ТО и КР за цикл на один автомобиль и весь парк или группу однотипных автомобилей за год. В цикловом методе расчета производственной программы по ТО простой автомобиля за цикл по организационным причинам не учитывается. Поэтому

при расчете годового пробега автомобиля по формуле (2.5) используется не коэффициент выпуска, а коэффициент технической готовности.

Количество капитальных ремонтов ($N_{кр}$), а также технических обслуживаний ТО-1, ТО-2 и ЕО ($N_{1ТО}; N_{2ТО}; N_{ЕТО}$) на один автомобиль за цикл определяется:

$$N_{кр} = L_{ц} / L_{кр.ср}, \quad (2.7)$$

КамАЗ:

$$N_{кр} = 151963 / 300000 = 0,5.$$

$$N_{2ТО} = (L_{ц} / L_2) - N_{кр}, \quad (2.8)$$

КамАЗ:

$$N_{2ТО} = (151963 / 16000) = 9.$$

$$N_{1ТО} = (L_{ц} / L_1) - (N_{кр} + N_{2ТО}), \quad (2.9)$$

КамАЗ:

$$N_{1ТО} = (151963 / 4000) - 9 = 27.$$

$$N_{ЕТО} = L_{г} / L_{ср}, \quad (2.10)$$

КамАЗ:

$$N_{ЕТО} = 151963 / 692 = 220.$$

Для определения годовой производственной программы ЕО, ТО-1, ТО-2 воспользуемся выражениями:

$$N_{2г} = A \cdot N_{2ТО} \cdot \eta_{г}, \quad (2.11)$$

$$N_{1г} = A \cdot N_{1ТО} \cdot \eta_{г}, \quad (2.12)$$

$$N_{ЕО.г} = A \cdot N_{ЕТО}, \quad (2.13)$$

где $\eta_{г}$ - коэффициент перехода от цикла к году.

Коэффициент η_r представляет собой отношение годового пробега автомобиля L_r к его пробегу за цикл (до КР), т.е.

$$\eta_r = \frac{L_r}{L_{кр}}, \quad (2.14)$$

КамАЗ:

$$\eta_r = \frac{151963}{300000} = 0,51;$$

$$N_{2,r} = 26 \cdot 9 \cdot 0,51 = 119;$$

$$N_{1,r} = 26 \cdot 27 \cdot 0,51 = 358;$$

$$N_{EO,r} = 26 \cdot 220 = 5720 .$$

Суточная производственная программа АТП по видам обслуживаний определяется из выражения [7,12,13]:

$$N_{i,c} = \frac{N_{i,r}}{D_{РАБ,r}}, \quad (2.15)$$

где $D_{РАБ,r}$ – годовое число рабочих дней предприятия;

$N_{i,r}$ - годовое количество видов ТО и ТР автомобилей.

Годовое число рабочих дней предприятия рассчитывается по календарю на планируемый период из выражения:

$$D_{РАБ,r} = D_r - D_{пр} - D_v, \text{ дн.}, \quad (2.16)$$

где $D_r, D_{пр}, D_v$ - соответственно число календарных дней, количество праздничных и выходных дней в году.

Принимаем, что режим работы предприятия осуществляется по 6-ти дневной рабочей неделе.

Тогда $D_r = 365$ дн.; $D_{пр} = 11$ дн.; $D_v = 49$ дн.

$$D_{РАБ,r} = 365 - 11 - 49 = 305 .$$

КамАЗ:

$$N_{2,c} = \frac{119}{305} = 0,39 ;$$

$$N_{1.C} = \frac{358}{305} = 1,17 ;$$

$$N_{EO.C} = \frac{5720}{305} = 19 .$$

Сменная производственная программа видов ТО определяется по формуле

$$N_{i.CM} = \frac{N_{i.C}}{n}, \quad (2.17)$$

где n – принятое количество смен работы производственно-обслуживающего персонала предприятия.

Для расчетов принимаем, что на предприятии односменный режим работы, т.е. $n = 1$.

Суточная производственная программа является критерием выбора метода организации ТО (на универсальных постах или линиях).

Исходные данные и результаты расчета годовой и суточной производственной программы приведены соответственно в таблицу 2.3 и в таблицу 2.4.

КамАЗ:

$$N_{EO.CM} = \frac{19}{1} = 19 .$$

Таблица 2.3 - Годовые пробеги подвижного состава и годовая производственная программа ТО

Подвижной состав	L_r .км	$L_{гп}$,км	$N_{EO.г}$	$N_{1.г}$	$N_{2.г}$	η_r
КамАЗ	151963	3951038	5720	358	119	0,51

Таблица 2.4 - Суточная производственная программа ТО

Подвижной состав	$D_{РАБ.Г}$, ДН	$N_{EO.C}$	$N_{1.C}$	$N_{2.C}$
КАМАЗ	305	19	1,17	0,39

2.4 Расчет годовых объемов работ ЕО, ТО и ТР

Годовые объемы работ по ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР рассчитываем по формулам [14]:

$$T_{EO.Г} = t_{EO} N_{EO.Г}, \text{чел.-ч.}, \quad (2.22)$$

$$T_{1.Г} = t_1 N_{1.Г}, \text{чел.-ч.}, \quad (2.23)$$

$$T_{2.Г} = t_2 N_{2.Г}, \text{чел.-ч.}, \quad (2.24)$$

$$T_{TP.Г} = L_{ГП} t_{TP} / 1000, \text{чел.-ч.}, \quad (2.25)$$

где t_{EO} , t_1 , t_2 , t_{TP} - скорректированная трудоемкость соответственно ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР, чел.-ч.

КамАЗ:

$$T_{EO.Г} = 0,37 \cdot 5720 = 2116 ;$$

$$T_{1.Г} = 6,58 \cdot 358 = 2356 ;$$

$$T_{2.Г} = 21,95 \cdot 119 = 2612 ;$$

$$T_{TP.Г} = 3951038 \cdot 6,34 / 1000 = 2479 .$$

Ежедневное обслуживание (исключая уборку и мойку) выполняется персоналом, не входящим в штаты ремонтно-обслуживающих рабочих, т.е. дежурными-механиками ОТК, заправщиками и самими водителями, поэтому в расчете производственной программы по ЕО необходимо учитывать только уборочно-моечные работы, осуществляемые обслуживающим персоналом.

Результаты расчета приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Годовые объемы работ ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР

Подвижной состав	$T_{EO.Г}$, чел.-ч	$T_{1.Г}$, чел.-ч	$T_{2.Г}$, чел.-ч	$T_{TP.Г}$, чел.-ч
ГАЗ	615	28	28	546
КамАЗ	2116	2356	2612	2479

Общая трудоемкость составляет $\sum T_i = 10780$ чел.-час.

Диагностирование Д-2 выполняется на отдельных специализированных постах. Для формирования объемов работ, выполняемых на постах зон ТО, ТР и производственных участках, а также для определения числа рабочих по специальностям производится распределение годовых объемов работ ТО-1, ТО-2 и ТР по их видам в человеко-часах.

2.5 Определение числа диагностических воздействий на весь парк за год

На АТП в соответствии с Положением предусматривается диагностирование ходовой части Д-1 и Д-2.

Количество диагностирований Д-1 определяем по формуле [13]:

$$\sum N_{Д-1.Г} = 1,1 \sum N_{1.Г} + \sum N_{2.Г}, \text{ шт.} \quad (2.26)$$

КамАЗ:

$$\sum N_{Д-1.Г} = 1,1 \cdot 358 + 119 = 513.$$

Число диагностирований Д-2:

$$\sum N_{Д-2.Г} = 1,2 \sum N_{2.Г}, \text{ шт.} \quad (2.27)$$

КамАЗ:

$$\sum N_{Д-2.Г} = 1,2 \cdot 119 = 238.$$

При этом средние значения трудоемкостей Д-1 и Д-2, необходимые для расчета постов диагностирования, составляют:

$$t_{Д-1} = \frac{T_{Д-1.Г}}{\sum N_{Д-1.Г}}, \quad t_{Д-2} = \frac{T_{Д-2.Г}}{\sum N_{Д-2.Г}}, \text{ чел.-ч} \quad (2.28)$$

где $T_{Д-1.Г}, T_{Д-2.Г}$ - годовые объемы диагностических работ при проведении ТО-1, ТО-2 и ТР автомобилей, чел.-ч.

КамАЗ:

$$t_{Д-1} = \frac{236}{513} = 0,46;$$

$$t_{Д-2} = \frac{208}{238} = 0,87 .$$

В связи с организацией диагностических работ на специализированном посту, произведем корректирование годовых объемов работ по ТО и ТР. Для этого из рассчитанных ранее годовых объемов работ ТО-1, ТО-2 и ТР исключим объемы диагностических работ, выполняемых при Д-1 и Д-2:

$$\begin{aligned} T_{1.Г}^K &= T_{1.Г} - T_{Д-1.Г}, \quad T_{2.Г}^K = T_{2.Г} - T_{Д-2.Г}, \\ T_{ТР.Г}^K &= T_{ТР.Г} - T_{ТР.Д}, \text{ чел.-ч.} \end{aligned} \quad (2.29)$$

КамАЗ:

$$T_{1.Г}^K = 2356 - 236 = 2120 ;$$

$$T_{2.Г}^K = 2612 - 208 = 2404 ;$$

$$T_{ТР.Г}^K = 2479 - 67 = 2412 .$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Количество и трудоемкость диагностических работ

Подвижной состав	$\sum N_{Д-1.Г}$	$\sum N_{Д-2.Г}$	$t_{Д-1}$ чел.-ч	$t_{Д-2}$ чел.-ч	$T_{Д-1.Г}$ чел.-ч	$T_{Д-2.Г}$ чел.-ч
ГАЗ	11	2	0,27	1,5	3	3
КАМАЗ	512	238	0,46	0,87	236	208

Скорректированные трудоемкости ТО и ТР составляют:

$$T_{1.Г}^K = 2145 \text{ чел.-ч; } T_{2.Г}^K = 2429 \text{ чел.-ч; } T_{ТР.Г}^K = 2891 \text{ чел.-ч.}$$

2.6 Расчет численности производственных рабочих

Технологически необходимое (явочное) число рабочих P_T и штатное $P_{Ш}$ определяются из условий:

$$P_T = \frac{T_i}{\Phi_T}; \quad P_{ш} = \frac{T_i}{\Phi_{ш}}, \quad (2.30)$$

где T_i – годовой объем работ по зоне ЕО, ТО, ТР или участку, чел.-ч;

Φ_T – годовой фонд времени технологически необходимого рабочего при односменной работе, ч.;

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

Годовой объем работ определяется формулой [7,13]:

$$T_i = T_{EO.Г} + T_{1.Г} + T_{2.Г} + T_{ТР.Г}, \text{ чел.-ч.} \quad (2.31)$$

$$T_i = 615 + 2166 + 2145 + 2429 + 2891 = 10246 \text{ чел.-ч.}$$

Годовой фонд времени рассчитывается по календарю и режиму работы предприятия:

$$\Phi_T = T_{см} (D_K - D_{пр} - D_B), \text{ ч.}, \quad (2.32)$$

где $T_{см}$ - продолжительность времени смены, ч;

Для организации работ на предприятии принимаем, что предприятие работает по 6-ти дневной рабочей неделе. ($T_{см} = 7$ ч.).

$$\Phi_T = 7 (365 - 11 - 49) = 2135 \text{ ч.}$$

$$P_T = \frac{10246}{2135} = 5;$$

$$P_{ТЕО} = \frac{2781}{2135} = 1,3;$$

$$P_{ТТО1} = \frac{2166}{2135} = 1,01;$$

$$P_{ТТО2} = \frac{2429}{2135} = 1,14;$$

$$P_{ТТО2} = \frac{2891}{2135} = 1,35.$$

Годовой фонд времени штатного рабочего определяем по формуле

$$\Phi_{ш} = T_{см} (D_K - D_B - D_{пр} - D_{от}) - t_{прв}, \text{ ч.} \quad (2.33)$$

где $D_{пр}, D_{от}$ - количество праздничных дней и дней отпуска производственного рабочего, ч., $D_{от} = 24$ дн.

$t_{прв}$ - потери рабочего времени по уважительным причинам, ч.

$$t_{прв} = 0,04(\Phi_T - t_{отп}), \text{ ч.} \quad (2.34)$$

где $t_{отп} = D_{отп} T_{см} =$ время отпуска производственного рабочего, ч.

$$t_{отп} = D_{отп} T_{см} = 24 \times 7 = 168 \text{ ч;}$$

$$\Phi_{ш} = 7 \times (365 - 49 - 14 - 24) - 168 = 1778 \text{ ч;}$$

$$P_{ш} = \frac{10246}{1778} = 6;$$

$$P_{ш\text{ЕО}} = \frac{2781}{1778} = 1,56;$$

$$P_{ш\text{ГО}1} = \frac{2145}{1778} = 1,21;$$

$$P_{ш\text{ГО}2} = \frac{2429}{1778} = 1,37;$$

$$P_{ш\text{ГР}} = \frac{2891}{1778} = 1,63.$$

При принятии окончательной численности производственных рабочих нами принималось во внимание, что автотранспортное предприятие с численностью подвижного парка 32 автомобилей имеет один механизированный пост для механизированной мойки грузовых автомобилей с суточной пропускной способностью 40 автомобилей (годовая трудоемкость уборочно-моечных работ 44112 чел.-ч., количество моечных постов.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Стенд для исследования динамики подвески транспортных средств

Стенд для исследования динамики подвески транспортных средств содержит опорные площадки передней и задней осей, регулируемый источник напряжения постоянного тока, фильтр низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, генератор синусоидальных сигналов, два исполнительных механизма, каждый из которых состоит из пульсатора с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа с двумя обмотками, два преобразователя синусоидальных колебаний подвески, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора, согласующего усилителя, конденсатора, катушки индуктивности, выполненной с возможностью вхождения в нее стержня, прикрепленного вертикально к днищу автомобиля, детектора, выходного резистора, элемента выделения синусоидальных составляющих колебаний подвески, четырех преобразователей амплитудного значения синусоидальных колебаний в напряжение постоянного тока, два делителя, каждый из которых выполнен в виде логометра с двумя обмотками.

Изобретение относится к испытательному оборудованию для исследования динамических процессов подвески транспортных средств.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к предлагаемому стенду является стенд для исследования колебательных процессов транспортных средств, содержащий опорные площадки передней и задней осей транспортного средства соответственно, исполнительные механизмы в виде электродвигателей постоянного тока, источники питания постоянного тока, преобразователи, усилители, программное устройство, выполненное в виде магнитографа, блок регулируемой задержки, выполненный как функциональный преобразователь.

Недостатком известного стенда, принятого за прототип, является то, что он не обеспечивает достаточную информативность при исследовании динамики подвески.

Указанный недостаток обусловлен тем, что на известном стенде не обеспечивается исследование влияния частоты колебаний колеса при постоянной амплитуде этих колебаний на величину колебаний подвески. Для этого на стенде необходимо экспериментально определять амплитудно-частотную характеристику подвески, которая достаточно полно характеризует динамику подвески. Результаты исследования в виде амплитудно-частотной характеристики подвески должны быть использованы для совершенствования подвески. Конструктивно известный стенд отличается наличием магнитографа, электродвигателей постоянного тока, причем последние имеют значительные динамические погрешности при воспроизведении сигналов, кроме того, в известном стенде не производится измерение характеристики воспроизводимых сигналов. Вследствие сказанного на известном стенде невозможно определять амплитудно-частотную характеристику подвески, поэтому он обладает ограниченной информативностью. Оперативное управление процессом исследования подвески транспортного средства на известном стенде отсутствует.

В основу изобретения положена такая задача, которая позволит экспериментально определить динамические свойства подвески транспортного средства путем определения амплитудно-частотной характеристики подвески.

Сущность изобретения заключается в том, что в стенде для исследования динамики подвески транспортных средств, содержащем опорные площадки передней и задней осей транспортного средства соответственно, исполнительные механизмы, источники напряжения, преобразователи, усилители, источники сигналов, блок регулируемой задержки, источник напряжения постоянного тока выполнен регулируемым, блок регулируемой задержки выполнен в виде фильтра низших частот с

блоком конденсаторов переменной емкости, источник сигналов выполнен в виде регулируемого по частоте генератора синусоидальных сигналов, каждый из исполнительных механизмов стенда выполнен в виде пульсатора с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим две обмотки управления, причем первые обмотки управления каждого клапана подсоединены к выходу регулируемого источника напряжения постоянного тока, вторая обмотка управления первого клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов, вторая обмотка управления второго клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством фильтра низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, а стенд снабжен двумя преобразователями колебаний подвески, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора, согласующего усилителя, конденсатора, катушки индуктивности, выполненной с возможностью вхождения в нее стержня, закрепленного вертикально к днищу транспортного средства, детектора, выходного резистора, элемента выделения синусоидальных составляющих колебаний подвески, преобразователя амплитудного значения синусоидальных составляющих в напряжение постоянного тока, первым и вторым делителями, выполненными в виде логометров с двумя обмотками, третьим и четвертым преобразователем синусоидального напряжения в напряжение постоянного тока, при этом первая обмотка первого делителя подключена к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством третьего преобразователя синусоидальных составляющих напряжения, вторая обмотка первого делителя подключена к выходу первого преобразователя синусоидального напряжения, первая обмотка второго делителя подключена к выходу блока конденсаторов переменной емкости посредством четвертого преобразователя синусоидального напряжения, а вторая обмотка второго делителя подключена к выходу второго преобразователя синусоидального напряжения. Выполнение источника постоянного тока регулируемым

позволяет изменять напряжение, подаваемое в первые обмотки электроуправляемого гидравлического клапана, выполнение блока регулируемой задержки в виде фильтра низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости упрощает стенд, выполнение источника сигналов в виде генератора синусоидальных сигналов позволяет подавать в обмотки клапанов исполнительных механизмов синусоидальные напряжения различной частоты, но различной амплитуды с целью определения динамики подвески, выполнение каждого из механизмов стенда в виде пульсатора с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим две обмотки управления, позволяет подать непосредственно или через фильтр низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости на вторые обмотки клапана напряжение синусоидальной формы и получать синусоидальные колебания пульсаторов, а следовательно, и подвески, при этом сохраняется пропорциональность между подаваемым напряжением на обмотки клапана и механическим колебанием подвески, наличие двух преобразователей колебаний подвески в электрический сигнал, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора, согласующего усилителя, конденсатора, катушки индуктивности, выполненной с возможностью вхождения в нее стержня, закрепленного вертикально к днищу транспортного средства, детектора, выходного резистора, позволяет преобразовать механические колебания подвески в электрический сигнал бесконтактным способом и с высокой чувствительностью, наличие элемента выделения синусоидальных составляющих колебаний подвески позволяет выделить из напряжения, полученного на выходном резисторе, синусоидальную составляющую, наличие преобразователей синусоидальных напряжений позволяет преобразовать синусоидальные сигналы в напряжение постоянного тока, уровень которого равен амплитуде синусоидального напряжения, наличие делителей позволяет получить сигналы, равные отношению двух подаваемых

на их обмотки сигналов, и тем самым произвести отсчеты точек амплитудно-частотных характеристик подвески транспортного средства.

На рисунке 3.1 изображена общая схема предлагаемого стенда;

Стенд содержит опорные площадки 1 и 2 правого и левого колеса соответственно транспортного средства 3, регулируемый источник 4 напряжения постоянного тока, фильтр 5 низших частот с блоком 6 конденсаторов переменной емкости, генератор 7 синусоидальных сигналов, два исполнительных механизма 8 и 9, каждый из которых состоит из пульсатора 10 с электроуправляемым гидравлическим клапаном 11 пропорционального типа с двумя обмотками 12 и 13 первого клапана и 14 и 15 второго клапана управления, причем обмотки 12 и 14 каждого клапана подсоединены к выходу регулируемого источника 4 напряжения, обмотка 13 первого клапана подсоединена к выходу генератора 7 синусоидальных сигналов, обмотка 15 управления второго клапана подсоединена к выходу блока 6 конденсаторов переменной емкости, два преобразователя 16 и 17 синусоидальных колебаний подвески, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора 18, согласующего усилителя 19, конденсатора 20, катушки 21 индуктивности, выполненной с возможностью вхождения в нее стержня 22, прикрепленного вертикально к днищу автомобиля, детектора 23, выходного резистора 24, элемента 25 выделения синусоидальных составляющих колебаний подвески, четыре преобразователя 26-29 амплитудного значения синусоидальных колебаний в напряжение постоянного тока, два делителя 30 и 31, каждый из которых выполнен в виде логометров с двумя обмотками 32 и 33, 34 и 35, при этом обмотка 32 делителя 30 подключена к выходу генератора 7 посредством преобразователя 27, обмотка 33 делителя 30 подключена к выходу преобразователя 26, обмотка 34 делителя 31 подключена к выходу блока 6 посредством преобразователя 28, обмотка 35 делителя 31 подключена к выходу преобразователя 29.

Каждый элемент 25 имеет конденсатор 36 и резистор 37. Каждый преобразователь амплитудного значения синусоидальных колебаний содержит конденсатор 38, диод 39, резистор 40 и фильтр 41 низших частот.

Стенд работает следующим образом.

На опорные площадки 1 и 2 устанавливают испытуемое транспортное средство 3. От источника 4 напряжения постоянного тока напряжение подается на обмотки 12 и 14 клапанов 13, на обмотку 13 первого клапана подается сигнал от генератора 7, на обмотку 15 управления второго клапана подается сигнал синусоидальной формы с выхода блока 6 конденсаторов переменной емкости, задержанный относительно первого сигнала фильтром 5 и конденсаторами блока 6. Положение первого клапана 11 в данный текущий момент времени определяется суммой сигналов, подаваемых на его обмотки 12 и 13, положение второго клапана 11 в любой момент времени определяется суммой сигналов, подаваемых на его обмотки 14 и 15.

Подают на обмотки 13 и 15 клапанов синусоидальные колебания частотой, например, 0,5 Гц. По истечении некоторого времени, когда прекращаются переходные процессы, устанавливается гармоническое колебание с той же частотой, но с другой амплитудой подвески транспортного средства. Стержень 22, закрепленный на днище транспортного средства, также колеблется и на выходе резистора 24 формируется сигнал, пропорциональный этим колебаниям. Происходит это следующим образом. На выходе мультивибратора 18 преобразователей 16 и 17 формируется периодическая последовательность прямоугольных импульсов, которые посредством согласующего усилителя 19 поступают на последовательный резонансный контур, образованный конденсатором 20 и катушкой 21 индуктивности. Контур имеет резонансную амплитудно-частотную характеристику. Контуром из всего спектра частот входного на контур периодического сигнала с прямоугольными импульсами, имеющего практически неограниченную полосу частот, выделяется гармоническая составляющая с частотой, равной резонансной частоте контура. При

изменении положения стержня 22 изменяется индуктивность резонансного контура, поэтому меняется амплитуда гармонической составляющей на выходе резонансного контура. Для выделения изменения амплитуды гармонической составляющей сигнал подается на детектор 23, который сначала выпрямляет его, а затем отфильтровывает высокочастотную составляющую. Поэтому на резисторе 24 формируется сигнал, пропорциональный колебаниям стержня, этот сигнал имеет постоянную и переменную составляющие. Постоянная составляющая отделяется элементом 25 выделения синусоидальных составляющих колебаний подвески, остается на выходе элемента 25 только синусоидальная составляющая. При открытом диоде 39 конденсатор 38 заряжается с малой постоянной времени до значительной величины. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе 38 становится больше мгновенного значения измеряемого напряжения, диод 39 закрывается. Затем конденсатор 38 разряжается. Так как постоянная времени разряда значительно больше, чем заряда, то разряжается конденсатор только на некоторую величину, что показано на фиг.5,а. Поэтому в установившемся режиме конденсатор 38 практически заряжается до амплитуды входного на преобразователи 26 и 29 амплитудного значения. Напряжение на резисторе 40 представляет собой синусоидальное напряжение, постоянная составляющая которого практически равна амплитуде входного на преобразователи 26 и 29 напряжения. Напряжение, сформированное на резисторах 40, сглаживается фильтрами 41. Полученные напряжения подаются на обмотки 33 делителя 30 и обмотки 35 делителя 31. Аналогично преобразователям 26 и 29 амплитудного значения работают преобразователи 27 и 28 амплитудного значения. Напряжения, сформированные на резисторах 40, сглаживаются фильтрами 41 и подаются соответственно на обмотки 32 делителя 30 и обмотки 34 делителя 31. Делители 30 и 31 регистрируют значения амплитуд синусоидальных колебаний подвески, делят амплитуды колебаний подвески на амплитуды подаваемых колебаний. Результаты отсчитываются оператором.

Затем изменяется частота напряжения генератора 7. Амплитуда же напряжения генератора сохраняется постоянной. Опять регистрируются показания делителей 30 и 31. Прodelывается это 10-12 раз. По полученным отсчетам регистрирующих делителей 30 и 31 строятся амплитудно-частотные характеристики подвески.

Таким образом, на заявляемом стенде обеспечивается определение амплитудно-частотной характеристики подвески, информативность стенда возрастает.

Стенд для исследования динамики подвески транспортных средств, содержащий опорные площадки передней и задней осей транспортного средства, исполнительные механизмы, источники напряжения, преобразователи, усилители, источники сигналов, блок регулируемой задержки, отличающийся тем, что источник напряжения постоянного тока выполнен регулируемым, блок регулируемой задержки в виде фильтра низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, источник сигналов в виде регулируемого по частоте генератора синусоидальных сигналов, каждый из исполнительных механизмов стенда выполнен в виде пульсатора с электроуправляемым гидравлическим клапаном пропорционального типа, имеющим две обмотки управления, причем первые обмотки управления каждого клапана присоединены к выходу регулируемого источника напряжения постоянного тока, вторая обмотка управления первого клапана подсоединена к выходу генератора синусоидальных сигналов, вторая обмотка управления второго клапана к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством фильтра низших частот с блоком конденсаторов переменной емкости, а стенд снабжен двумя преобразователями колебаний подвески, каждый из которых состоит из последовательно соединенных мультивибратора, согласующего усилителя, конденсатора, катушки индуктивности, выполненной с возможностью вхождения в нее стержня, прикрепленного вертикально к днищу транспортного средства, детектора, выходного резистора, элемента выделения синусоидальных составляющих

колебаний подвески, преобразователя амплитудного значения синусоидальных составляющих в напряжении постоянного тока, первым и вторым делителями, выполненными в виде логометров с двумя обмотками, третьим и четвертым преобразователями синусоидального напряжения в напряжение постоянного тока, при этом первая обмотка первого делителя подключена к выходу генератора синусоидальных сигналов посредством третьего преобразователя синусоидальных составляющих напряжения, вторая обмотка первого делителя к выходу первого преобразователя синусоидального напряжения, первая обмотка второго делителя - к выходу блока конденсатора переменной емкости посредством четвертого преобразователя синусоидального напряжения, а вторая обмотка второго делителя к выходу второго преобразователя синусоидального напряжения.

3.2 Стенд для испытания подвески транспортных средств

Устройство содержит опорную плиту со сквозными продольными пазами, на которой установлен датчик регистрации положения кузова транспортного средства, шарнирно закрепленный на ней рычаг, свободный конец которого выполнен в виде гребенки, входящей в пазы основания, и опирающийся на цилиндрическую поверхность вала, имеющего сегментообразный продольный паз и упор-ограничитель для фиксации нижнего положения рычага. Рычаг при соответствующем положении вала может свободно падать, проходя через его сегментообразный паз. При установке вала в исходное положение рабочая поверхность рычага, на которой установлено колесо испытуемого автомобиля, приподнимается над поверхностью опорной плиты на заданную высоту H . После поворота вала свободный конец рычага вместе с колесом испытуемого автомобиля свободно падает вниз. При этом колесо, пройдя расстояние H , падает на решетчатую часть опорной плиты, а рычаг - на упор-ограничитель. Вертикальные перемещения кузова автомобиля при этом фиксирует датчик

регистрации. Технический результат заключается в повышении точности измерений за счет обеспечения неизменности условий испытаний.

Изобретение относится к области транспортного машиностроения, а именно к методам стендовых испытаний гасящих элементов подвески колесных машин, например автомобилей.

Известен стенд для испытания подвески транспортного средства, содержащий связанный с двигателем посредством привода кривошипно-шатунный механизм, оказывающий на подвеску возвратно-поступательное силовое воздействие, снабженный маховиком, соединенным с двигателем. Данный стенд обеспечивает проведение испытаний вибрационными нагрузками. Недостатком данного стенда является то, что он не позволяет качественно определить состояние гасящих элементов подвески без демонтажа.

Известен стенд для испытаний гасящих элементов подвески транспортного средства, в котором возбуждение колебаний обеспечивается путем создания свободных колебаний подвески методом сбрасывания [Патент США - 3164003]. Данный стенд обеспечивает проведение испытаний гасящих элементов подвески транспортных средств методом сбрасывания, которое достигается путем свободного падения транспортного средства после его поднятия за буфер кузова над опорной поверхностью. Подобное решение позволяет смоделировать постоянные начальные условия возбуждения колебаний от испытания к испытанию за счет того, что все испытуемые транспортные средства «сбрасываются» с одной и той же высоты. Данное обстоятельство, несомненно, позволяет повысить стабильность и, следовательно, точность испытаний.

Недостатком этого стенда является то, что при заданной фиксированной высоте подъема кузова, к сожалению, опорное колесо будет подниматься на разные величины. При этом упругие и гасящие элементы подвески находятся в крайнем (вытянутом) состоянии, что не соответствует реальным дорожным условиям.

Известен способ для испытания гасящих элементов подвески методом сбрасывания. Для его осуществления используется препятствие клиновидной формы и регистрирующее устройство, закрепленное на крыле автомобиля. При проведении испытаний автомобиль въезжает на препятствие и «соскакивает» с него.

Данный способ, в отличие от предыдущего, позволяет более точно смоделировать реальные дорожные условия. Колесо транспортного средства из своего рабочего, статического положения, когда автомобиль загружен, а упругие и гасящие элементы подвески сдеформированы до рабочего, статического положения, «сбрасывается» с заданной высоты Н. Недостатком данного способа является то, что в данном случае используется не чистый «сброс» транспортного средства, как это происходит при внезапном въезде в яму, а более - менее плавный съезд. Данное обстоятельство приводит к тому, что на результаты испытаний гасящих элементов подвески будут оказывать дополнительное влияние посторонние «погрешности» - характеристики качения колеса.

В основу предлагаемого изобретения положена техническая задача - обеспечить возмущение свободными колебаниями кузова транспортного средства и воздействие ими на гасящие элементы подвески, посредством «сбрасывания» колеса транспортного средства с высоты Н. Это позволит приблизить результаты испытания к реальным дорожным условиям.

Для решения поставленной задачи стенд для испытания подвески транспортного средства снабжен ступенчатым рычагом, расположенным в основании, выполненном в виде П-образной плиты, на горизонтальной поверхности которого установлен датчик регистрации перемещений и в котором выполнены сквозные продольные пазы для ступенчатых выступов рычага, при этом один конец рычага установлен в шарнирах, закрепленных в противоположных вертикальных стенках основания, в которых также закреплен упор-ограничитель рычага, а другой свободный конец рычага опирается на поверхность вала, закрепленного также в вертикальных стенках

основания и имеющего сегментообразный продольный паз, причем ступенчатые выступы свободного конца рычага выполнены в виде гребенки.

Особенностью данного стенда является то, что свободные колебания в подвеске транспортного средства возникают в результате свободного падения его колеса с выступающего над опорной плитой на величину H одного из концов шарнирно закрепленного рычага. При этом упругие и гасящие элементы подвески транспортного средства находятся в своем рабочем, статическом состоянии. В результате чего от испытания к испытанию создается стабильность условий возникновения свободных колебаний, что повышает точность проведения испытаний.

Для осуществления данного эффекта стенд содержит опорную плиту, в которой выполнены сквозные продольные пазы, в них перемещаются смежные выступы одноопорного шарнирно закрепленного рычага, другой конец которого установлен на цилиндрическую поверхность вала, имеющего сегментообразный продольный паз. На выступающую из основания часть одноопорного рычага устанавливается колесо транспортного средства. При этом величина выступающей части рычага от испытания к испытанию остается неизменной и составляет величину H .

Поскольку вал с сегментообразным пазом может поворачиваться, рычаг с установленным на нем колесом транспортного средства свободно падает вниз, подвергаясь воздействию силы притяжения Земли. Это приближает условия испытания к условиям работы транспортного средства в эксплуатации, тем самым упрощая процесс диагностики гасящих элементов подвески, не прибегая к ее разборке.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на рисунке 3.1 указано расположение колеса транспортного средства перед проведением испытаний; рисунок 3.2 - расположение того же колеса после проведения испытаний

Стенд содержит опорную плиту 1, в которой выполнены продольные пазы, шарнирно закрепленный на плите рычаг 2, причем смежные выступы

рычага могут свободно перемещаться в пазах, выступая над поверхностью плиты на величину H , на которую опирается колесо 7 испытуемого транспортного средства. Другой конец 4 рычага опирается на цилиндрическую поверхность вала 3 с сегментообразным продольным пазом. На опорной плите также смонтирован датчик регистрации 6 и упор-ограничитель 5, ограничивающий крайнее нижнее положение рычага во время его падения, которое наступает при повороте вала.

Испытания проводят следующим образом.

Полнокомплектное транспортное средство устанавливают колесом 7 на выступающую над опорной плитой 1 часть шарнирно закрепленного рычага

2 таким образом, чтобы пятно контакта колеса находилось в габарите прямоугольной проекции выступающей части рычага. Испытываемый объект закрепляют на опорной плите, далее происходит поворот цилиндрического вала 3 с сегментообразным пазом. Так как свободный конец 4 шарнирно закрепленного рычага опирается на цилиндрическую поверхность вала, то при повороте последнего наступает момент, когда опирающийся конец рычага теряет точку опоры и перемещается через сегментообразный продольный паз. В результате этого происходит свободное падение выступающей над опорной поверхностью плиты части рычага и установленного на ней колеса автомобиля, которое завершается в тот момент, когда колесо касается опорной поверхности плиты. В результате инертности движения кузова транспортного средства и упругих свойств подвески автомобиль начинает совершать свободные колебания, затухающие (ограничивающиеся) при помощи гасящих элементов подвески, эти колебания фиксируются датчиком регистрации 6. Рычаг продолжает свободно падать до тех пор, пока не соприкоснется с упором-ограничителем 5.

Транспортное средство «испытывает» само себя, так как предлагаемый стенд не требует для своей работы какого-либо приводного

двигателя и тормозных устройств, за исключением механизма поворота цилиндрического вала с сегментообразным продольным пазом.

Изобретение относится к области испытаний и доводки колесных транспортных средств. Данный стенд может быть использован на заводах, производящих автомобили, а также в сфере сервиса и ремонта названной техники, заменяя эксплуатационные испытания, сокращая сроки и издержки по ремонту и освоению новой техники.

Стенд для испытания подвески транспортного средства, преимущественно колесного, содержащий основание для установки испытуемого средства, датчик регистрации перемещений при его испытании, отличающийся тем, что стенд снабжен ступенчатым рычагом, расположенным в основании, выполненном в виде П-образной плиты, на горизонтальной поверхности которого установлен датчик регистрации перемещений и в котором выполнены сквозные продольные пазы для ступенчатых выступов рычага, при этом один конец рычага установлен в шарнирах, закрепленных в противоположных вертикальных стенках основания, в которых также закреплен упор-ограничитель рычага, а другой, свободный конец рычага опирается на поверхность вала, закрепленного также в вертикальных стенках основания и имеющего сегментообразный продольный паз, причем ступенчатые выступы свободного конца рычага выполнены в виде гребенки.

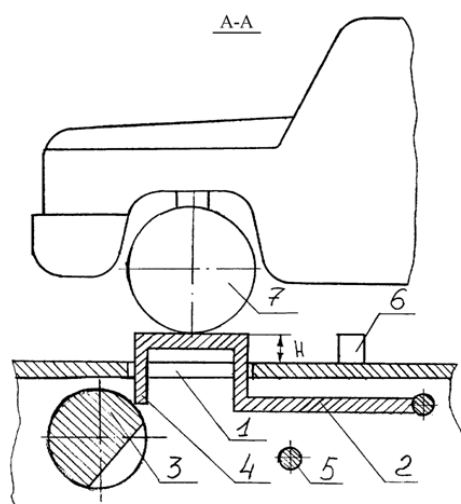


Рисунок 3.1 - Общая схема предполагаемого стенда

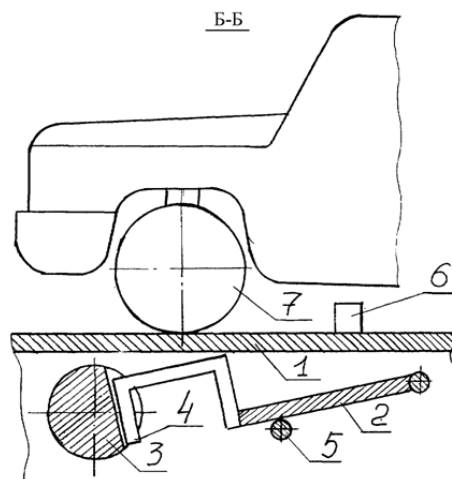


Рисунок 3.2 - Общая схема предполагаемого стенда после испытаний

3.3 Разработка функционально-физической схемы технического предложения

Функционально-физическая схема устройства для диагностирования подвески автомобилей представлена на рисунке 3.3.

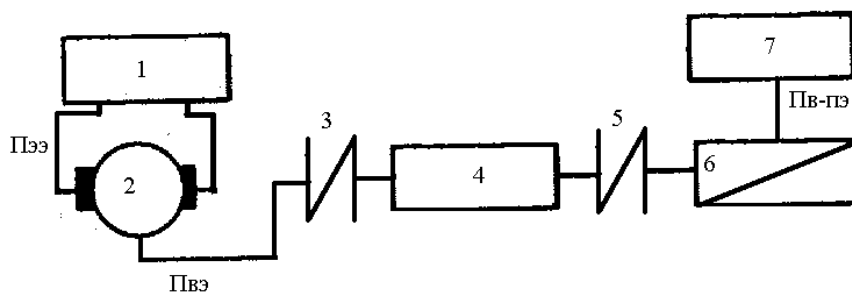


Рисунок 3.3 - Функционально-физическая схема устройства для диагностирования подвески

где:

- 1 – источник питания;
- 2 – электродвигатель;
- 3 – муфта фланцевая;
- 4 – редуктор;
- 5 – муфта фланцевая;
- 6 – преобразователь вращательного движения в возвратно-поступательное движение (передача эксцентрик - роликовый толкатель)

7 – площадка для колеса автомобиля.

Пээ – поток электрической энергии;

Пэв – поток вращательной кинетической энергии;

Пв-эв – поток возвратно-поступательной кинетической энергии.

3.4 Описание технического предложения

Устройство для диагностирования подвески автомобиля состоит из:

- электродвигателя 2 (рисунок 4.1), который выбирается из стандартного перечня по мощности и частоте вращения выходного вала. Электродвигатель является асинхронным, трехфазным.

- муфт фланцевых 3 и 5, которые выбирается из стандартного перечня по диаметру входного вала и передаваемому крутящему моменту. Полумуфты изготавливаются из стали 40 по ГОСТ 1050-74, 35Л по ГОСТ 977-75 или чугуна СЧ20 по ГОСТ 1412-79

- одноступенчатого редуктора 4, передаточное число которого выбирается исходя из конструктивных соображений. Габариты редуктора определяются исходя из размеров зубчатых цилиндрических передач, диаметра валов.

- узла 6 преобразователя вращательного движения вала в возвратно-поступательное вертикальное движение площадки. Узел состоит из эксцентрика, который с помощью призматической шпонки закреплен на валу, роликового толкателя, который соединен с горизонтальной площадкой, на которую устанавливается колесо автомобиля. Роликовый толкатель посредством трубы и направляющей втулки совершает вертикальные колебания. Ролик представляет собой металлическую ступицу, обремененную сверху.

Работа установки заключается в следующем.

На опорную площадку устанавливают колесо диагностируемого автомобиля. Электродвигатель через фланцевую муфту передает крутящий момент в одноступенчатый редуктор. В редукторе по средствам зубчатой

цилиндрической передачи происходит увеличение крутящего момента. Далее через вторую фланцевую муфту крутящий момент передается на эксцентрик, который жестко с помощью призматической шпонки закреплен на валу. Вращаясь, эксцентрик приводит в движение роликовый толкатель. Ролик через вилку, трубу передает возвратно-поступательное движение площадке, на которую установлено колесо автомобиля. Для направления движения служит втулка, которая жестко крепится к сборному каркасу. Для уменьшения трения во втулке сделано сквозное отверстие для смазывания трущихся поверхностей.

Колесо автомобиля совершает вертикальные колебания с определенной постоянной частотой, что дает возможность проводить диагностику подвески.

3.5 Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции

При расчете задаемся ограничением, что максимальная масса автомобиля для проведения диагностики на стенде $M=16000$ кг. Считаем, что масса автомобиля равномерно распределяется по всем колесам. Следовательно, масса автомобиля, приходящееся на одно колесо $m_a=4000$ кг.

Принимаем массу площадки, толкателя, ролика, сборочных частей $m_n=20$ кг. Тогда суммарная сила, которая действует на эксцентрик в точке контакта ролика и эксцентрика [4,8]:

$$F = m_a \times g + m_n \times g = 4000 \times 9,8 + 20 \times 9,8 = 39396 \text{ Н} \quad (3.1)$$

Сводим действие сил в один центр масс, который совпадает с геометрическим центром эксцентрика. Массой эксцентрика пренебрегаем, т.к. его масса несравнима мала по сравнению с суммарной массой автомобиля и площадки. Исходя из технических характеристик аналогичных стендов, в которых ход площадки варьируется от 50 мм до 100 мм, принимаем ход площадки разрабатываемого стенда 70 мм. Следовательно

эксцентриситет должен составлять 35 мм. Расчетную схему представляем на рисунке 3.4

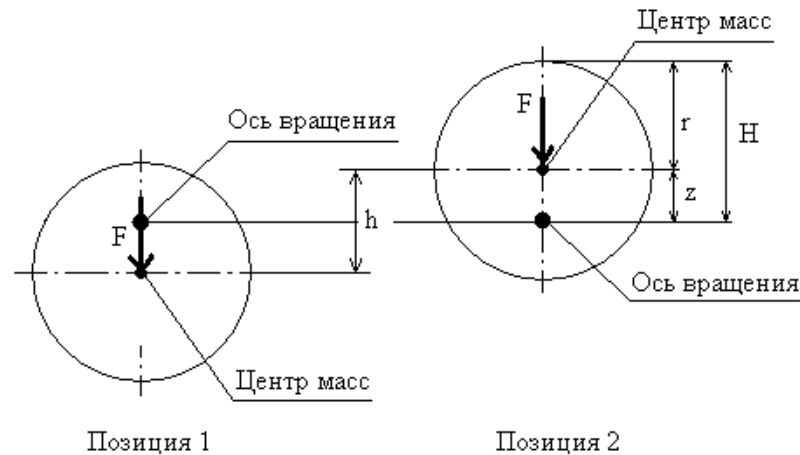


Рисунок 3.4 - Схема вращения эксцентрика

Для того чтобы эксцентрик из крайнего нижнего положения (позиция 1) перешел в крайнее верхнее положение (позиция 2) необходимо совершить работу по подъему центра масс на высоту h [10]:

$$A_1 = F \times h = 39396 \times 0,07 = 2757,7 \text{ Дж} \quad (3.2)$$

Потерями на трение пренебрегаем ввиду их незначительности.

Работа вращательного движения равна:

$$A_2 = \frac{I \omega_{\min}^2}{2}, \quad (3.3)$$

где I – момент инерции эксцентрика относительно оси вращения, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$

ω - угловая скорость вращения, Гц

$$I = I_o + (m_a + m_n)z^2 \quad (3.4)$$

где I_o – момент инерции эксцентрика относительно геометрического центра, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$,

z – эксцентриситет, м [14]:

$$I_o = \frac{(m_a + m_n) \times r^2}{2} = \frac{(4000 + 20) \times 0,07^2}{2} = 9,8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (3.5)$$

$$I = 9,8 + (4000 + 20) \times 0,035^2 = 14,7 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (3.6)$$

По закону сохранения энергии $A_1 = A_2$. Следовательно:

$$A_1 = A_2 = \frac{I\omega_{min}^2}{2} \Rightarrow \omega_{min} = \sqrt{\frac{2A_1}{I}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2757,7}{14,7}} = 19,4 \text{ Гц} \quad (3.7)$$

$$n_{min} = \frac{30 \times \omega_{min}}{\pi} = \frac{30 \times 19,4}{3,14} = 185,3 \text{ мин}^{-1} \quad (3.8)$$

Исходя из технических характеристик аналогичных стенов, принимаем: $\omega = 20 \text{ Гц}$ $n = 190 \text{ мин}^{-1}$,

Мощность вращения вала, на котором жестко закреплен эксцентрик, равна:

$$P = \omega \cdot T \quad (3.9)$$

где T- момент вращения, Н*м:

$$T = \frac{A}{\pi} = \frac{2757,7}{3,14} = 827 \text{ Н} \quad (3.10)$$

$$P = \omega \times T = 20 \times 827 = 16,5 \text{ кВт} \quad (3.11)$$

Коэффициент полезного действия привода:

$$\eta_0 = \eta_n^3 \cdot \eta_m^2 \cdot \eta_z \quad (3.12)$$

где - η_n - КПД подшипников

η_m - КПД муфты

η_z - КПД зубчатой передачи:

$$\eta_0 = 0,99^3 \cdot 0,99^2 \cdot 0,99 = 0,94$$

Расчетная мощность электродвигателя:

$$P_{эд.р} = \frac{P}{\eta_z} = \frac{16,5}{0,94} = 17,5 \text{ кВт} \quad (3.13)$$

На основании рекомендуемых средних значений передаточных чисел принимаем передаточное число двухступенчатого цилиндрического редуктора $u=156$ [8]:

$$n_{эд.р} = n \cdot u = 190 \cdot 15 = 2850$$

$$n_{эд.р} = n \cdot u = 143 \cdot 4 = 572 \text{ мин}^{-1}$$

По каталогу выбираем электродвигатель из условия:

$$P_{эд} \geq P_{эд.р.} \quad n_{эд} \leq n_{эд.р.} \quad (3.14)$$

Данному условию удовлетворяет тип электродвигателя 5А 160 М2с базовыми характеристиками: $P=18$ кВт, $n=2925$ мин⁻¹

Проведем расчет диаметра вала, на котором закреплен эксцентрик.

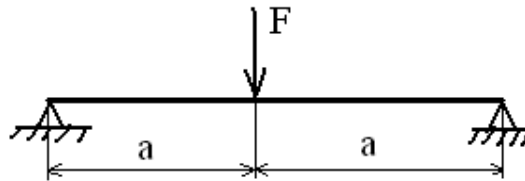


Рисунок 3.5 - Схема действия нагружающей вал силы

Сила F , действующая на вал, создает изгибающий момент M_u

$$M_u = F \times a = 39396 \times 0,250 = 9849 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.15)$$

где a – расстояние от подшипника до точки действия силы, принимается исходя из конструктивных соображений.

Далее вычисляем эквивалентные изгибающие моменты [4]:

$$M_{экв} = \sqrt{M_u^2 + (\alpha T)^2} = \sqrt{6460^2 + (0,43 \times 827)^2} = 6474 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.16)$$

где $\alpha=0,43$ для нереверсивной передачи.

Определяем расчетный диаметр вала:

$$d_{расч} = \sqrt[3]{\frac{M_{экв} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma_u]}} = \sqrt[3]{\frac{9855 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 220}} = 83,4 \text{ мм} \quad (3.17)$$

$$[\sigma_u] = \frac{\sigma_{-1u}}{S_{зан}} = \frac{835}{5} = 165 \quad (3.18)$$

σ_{-1u} соответствует стали 50ХФА.

Принимаем $d=84$ мм.

Проведем расчет диаметра вала, на котором закреплён ролик толкателя

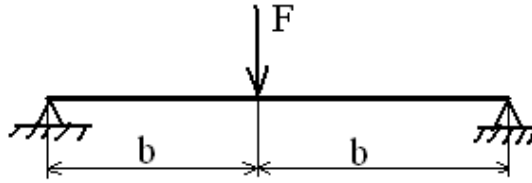


Рисунок 3.6 - Схема действия нагружающей вал силы

Сила F , действующая на вал, создает изгибающий момент M_u

$$M_u = F \times b = 39396 \times 0,03 = 1182 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.19)$$

где b – расстояние от подшипника до точки действия силы, принимается исходя из конструктивных соображений.

Далее вычисляем эквивалентные изгибающие моменты:

$$M_{\text{экв}} = \sqrt{M_u^2} = \sqrt{1182^2} = 1182 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.20)$$

где $\alpha = 0,43$ для нереверсивной передачи

Определяем расчетный диаметр вала [8]:

$$d_{\text{расч}} = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{экв}} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma_u]}} = \sqrt[3]{\frac{1182 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 165}} = 41,5 \text{ мм} \quad (3.21)$$

$$[\sigma_u] = \frac{\sigma_{-1u}}{S_{\text{зан}}} = \frac{835}{5} = 165 \quad (3.22)$$

σ_{-1u} соответствует стали 50ХФА

Принимаем $d=42$ мм.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА

4.1 Основные задачи охраны труда

Главная задача охраны труда - предупредить производственный травматизм и профессиональные заболевания. Предпосылки для решения этой задачи на каждом предприятии закладываются в момент их проектирования. Вот почему требования охраны труда должны учитываться уже при выборе площадки для размещения проектируемого предприятия. Участок для размещения объекта должен соответствовать санитарным и противопожарным требованиям. Место для проектируемого предприятия обязательно согласовывается с санитарной инспекцией. Оно должно располагаться с подветренной стороны от жилого квартала, иметь относительно ровную, с небольшим уклоном, поверхность без заболоченных участков, с низким залеганием грунтовых вод. Прилегающая территория должна способствовать отводу сточных вод и хорошему естественному освещению. Нужно чтобы поблизости были источники доброкачественной питьевой и технической воды.

Генеральный план объекта обязательно увязывается с природными особенностями прилегающей местности. Производственные здания располагаются по отношению к другим объектам с соблюдением санитарных и противопожарных разрывов. Генеральный план представлен в Приложении А .

4.2 Основные опасные производственные факторы и вредности при проведении технического сервиса

Колебания твердых тел, воспринимаемые человеком через кожный покров, кости и мягкую ткань, оцениваются как сотрясения или вибрации. Вибрация генерируется ручным электрифицированным инструментом, различными машинами, оборудованием, транспортом.

К человеку вибрация передается в момент контакта с вибрирующим объектом. Если действию вибрации подвергаются руки, то ее называют локальной, если весь организм — общей. Длительное действие общей

вибрации на организм человека приводит к расстройству нервной системы нарушению функциональных свойств сосудов и вестибулярного аппарата. Локальная вибрация поражает нервно-мышечный и опорно-двигательный аппарат и приводит к спазму периферических сосудов [11].

Увеличение интенсивности и длительности вибрации в ряде случаев приводит к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни. Чаще всего к этой болезни приводит локальная вибрация.

Таким образом, вибрация, действующая на организм человека, является одним из неблагоприятных факторов. Защита работающих от ее вредного воздействия — одна из сложных технических, медицинских и социально-экономических задач.

4.3 Нормирование разрывов и габаритов безопасности

Для обеспечения безопасности труда человека в системе человек — машина — среда требуется создание определенной пространственной совместимости. Необходимо, чтобы взаимное расположение всех элементов производственной среды в состоянии покоя или передвижения не создавало опасности травмирования. Системой средств безопасности предусмотрен метод нормирования разрывов и габаритов безопасности. Под разрывом и габаритом безопасности обычно понимают минимально допустимые размеры пространства или расстояние между объектами, из которых один или оба представляют потенциальную опасность, которая может легко проявиться при меньших расстояниях между ними. Нормирование разрывов и габаритов безопасности играет большую роль в предупреждении производственного травматизма.

Нормы технологического проектирования регламентируют ширину проходов и проездов, расстояние между оборудованием при их различном взаимном расположении. Так, на территории ремонтной мастерской ширина дороги (проезда) при одностороннем движении транспорта должна быть на 1,8 м; ширина пешеходной дорожки должна быть не менее 0,9 м.

Требования безопасности к конструкции ремонтно-технологического оборудования устанавливают следующие разрывы при установке оборудования на сборочном участке ремонтного предприятия:

Расстояние между оборудованием, мм

- по фронту 500... 1200 мм между тыльными сторонами оборудования 500...1000 мм от стены 1200...1500 мм до тыльной и боковых сторон оборудования 500...800 мм.

Расстояние между сборочными столами при расположении, мм

- по фронту 2000...2500 в «затылок» 1000... 1700.

Расстояние между слесарными верстаками при расположении, мм

- попарно по фронту 2000 в «затылок» 1000

Между ремонтируемыми машинами, их боковыми сторонами и торцами, а также между машиной и стеной или стационарным оборудованием должно быть расстояние не менее 1,2 м. При установке на хранение ширина прохода между машинами должна быть не менее 1 м.

Для конкретных производственных условий работы разрывы и габариты безопасности устанавливают соответствующими стандартами, нормами технологического проектирования, общими и специальными правилами безопасности.

4.4 Анализ технологического процесса на ремонтной базе технического сервиса

В процессе проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта автомобилей рабочий подвергается воздействию ряда неблагоприятных факторов, которые могут вызвать нежелательные изменения состояния его здоровья.

При диагностировании и ремонте топливной аппаратуры следует остерегаться попадания топлива на открытые участки тела, а паров испарения топлива в зону дыхания [15].

При диагностике, проверке и регулировке двигателя и других систем автомобиля, необходимо соблюдать определенные меры безопасности. Наличие вращающихся узлов и механизмов опасно тем, что при попадании на них можно получить серьезные травмы.

При диагностировании и ремонте электрических систем автомобиля следует опасаться соприкосновения с токоведущими частями и, как следствие, поражения электрическим током.

На малярном участке следует остерегаться травматизма органов дыхания и глаз [11].

4.5 Пожарная безопасность в ремонтных мастерских и пунктах технического сервиса

Пожарная безопасность в ремонтных мастерских обеспечивается соблюдением установленных правил пожарной безопасности. Контроль за выполнением этих правил осуществляют заведующий мастерскими и инженер по охране труда.

В ремонтных мастерских должны быть средства, тушения пожара, доска боевого пожарного расчета, табель с указанием расчета, инструкции о мерах пожарной безопасности. Участки, цехи, склады группируют по признакам пожарной опасности. Кузнечные, сварочные, термические, окрасочные разделяют несгораемыми стенами, перегородками и перекрытиями с дверными проемами наружу. В ремонтных мастерских не допускается проводить ремонт техники с баками, наполненными топливом, или применять горючие и легковоспламеняющиеся жидкости для мойки и обезжиривания деталей. Емкость из-под легковоспламеняющихся жидкостей ремонтируют после промывки каустической содой, продувки паром и тщательного высушивания, сварку или пайку проводят при открытых отверстиях бензобаков и заполнении емкости водой.

Окраску, мойку, обезжиривание деталей, регулировку гидросистем и топливной аппаратуры выполняют в отдельных помещениях, обеспеченных эффективными средствами пожаротушения и путями эвакуации.

Цехи холодной обработки металлов (сборочные, слесарные, ремонтно-механические) по степени пожарной опасности относятся к категории Д. Пожары в них могут возникнуть от перегрузки электрооборудования, сильно разогретого металла при резании [17].

Основную пожарную и взрывную опасность представляют цехи сварочных работ, так как в них могут находиться ацетиленовые и кислородные баллоны или ацетиленовые генераторы, из которых возможна утечка газа.

В окрасочных цехах пожары бывают от самовозгорания волокнистых материалов, пропитанных скипидаром и красками, вспышки или взрыва паровоздушных смесей в вентиляционных воздуховодах, искрения электрооборудования. Рабочее колесо вентилятора или лопасти должно устанавливаться из неискрообразующих материалов. Искры могут образоваться в штепсельных соединениях, выключателях, светильниках, если они не взрывоопасного исполнения; искры возникают при пульверизационной окраске, если отсутствуют надежное заземление распылителя; может произойти саморазложение нитролаковой пленки со вспышкой, если она попадает на трубы или радиаторы со вспышкой или если она попадает на трубы или радиаторы систем отопления помещений.

При пульверизационной окраске спирты и растворители, температура вспышки которых составляет 13...14°C, быстро испаряются, создается туман взрывоопасной смеси, что создает явную пожарную и взрывную опасность. Удаляют взрывоопасную смесь вентиляцией, работающей на принципе инъекции. Невзрывоопасная окраска изделий осуществляется методом окунания.

4.6 Физическая культура на производстве

Производственная гимнастика как элемент научной организации труда должна массово и прочно войти в режим трудового дня. Ей отводится роль профилактического средства поддержания высокой работоспособности на протяжении рабочего дня. Сеченовский феномен активного отдыха - важное условие для плодотворной интеллектуальной деятельности. Многочисленные научные данные свидетельствуют о том, что чередование умственного труда с выполнением физических упражнений и повышают сопротивляемость организма эмоциональному стрессу и предупреждению процессами, работой анализаторов, точными и быстрыми действиями и т.д.

Основное назначение физических упражнений, которые используются в процессе труда, - снижение профессионального утомления. Оказывая благотворное влияние на организм работающего, физические упражнения регулируют мозговое и периферическое кровообращение. Мышечные движения создают огромное число нервных импульсов, которые обогащают мозг массой ощущений, способствуют устойчивому настроению.

Важно учитывать виды труда, которые отличаются степенью физической нагрузки большим нервно-психическим напряжением (это профессии педагога, врача, инженера, ученого и т.д.).

По степени физической активности и величине нервно-психологического напряжения выделяют медицинских работников, труд которых связан с большой ответственностью за принятие правильного решения, в особенности труд хирургов, отличающийся высоким нервно-эмоциональным напряжением и длительным статическим напряжением мышц в процессе операции.

Перечисленные выше виды труда предъявляют высокие требования к деятельности головного мозга, зрительного анализатора, связанного с напряжением внимания, к продолжительным статическим нагрузкам на мышечный аппарат.

В производственной гимнастике нужно включать специальные упражнения на разгибание туловища, наклоны, вращение в плечевых суставах, повороты, вращение туловищем и другие упражнения [24].

Производственная гимнастика на рабочем месте

Производственная физическая культура - система методически обоснованных физических упражнений физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий, направленных на повышение и сохранение устойчивой профессиональной дееспособности. Форма и содержание этих мероприятий определяются особенностями профессионального труда и быта человека. Заниматься ПФК можно как в рабочее, так и в свободное время.

В рабочее время производственная физическая культура (ПФК) реализуется через производственную гимнастику.

Производственная гимнастика - это комплексы специальных упражнений, применяемых в режиме рабочего дня, чтобы повысить общую и профессиональную работоспособность, а также с целью профилактики и восстановления.

Основная задача производственной гимнастики - повышение профессиональной работоспособности трудящихся за счет выполнения специально подобранных упражнений, направленных на восстановление работоспособности в процессе труда, снижение утомления. Одним из условий сохранения высокой профессиональной работоспособности является переключение деятельности (феномен активного отдыха И.М. Сеченова). Таким переключением деятельности и является производственная гимнастика.

Ее гигиеническое значение заключается в оздоровительном эффекте, в улучшении функциональных показателей физического развития и физической подготовленности при систематическом применении в снижении нервно-психического напряжения. Осложняет проведение производственной гимнастики ограниченность во времени, выполнение физических упражнений непосредственно на рабочем месте, в рабочей одежде и т.д.

Производственная гимнастика имеет следующие основные формы.

Вводная гимнастика направлена на скорейшее включение организма в работу. С ее помощью достигается оптимальная возбудимость центральной нервной системы и привычный рабочий ритм, поэтому подбираются движения и ритм, соответствующие предстоящей деятельности. Комплексы вводной гимнастики состоят из 6- 8 упражнений, выполняемых в течение 5-7 мин в начале рабочего дня.

Физкультурная пауза, как форма активного отдыха, позволяет предупредить утомление и способствует поддержанию более высокой работоспособности. Она состоит из 5-7 упражнений и проводится в течение 5-7 мин при появлении первых отчетливых признаков наступающего утомления. Обычно это бывает во второй половине рабочего дня, за 2-2,5 ч до окончания работы. Упражнения для физкультпауз подбираются в зависимости от особенностей трудового процесса.

Физкультурные минутки относятся к малым формам активного отдыха и проводятся в течение 1-2 мин, состоят из 2-3 упражнений. Их целью является снижение местного утомления, возникающего, например, при длительном сидении в рабочей позе, сильном напряжении внимания, зрения и т.п. Чаще всего используются в режиме рабочего дня работников умственного труда - до 5 раз, по мере необходимости в активном отдыхе. Их использование не зависит от того, выполняется физкультпауза и вводная гимнастика или нет.

Микропаузы активного отдыха - самая короткая форма производственной гимнастики, длятся всего 20 - 30 с. Их цель - ослабить утомление.

Физическая нагрузка во время производственной гимнастики зависит от пола, возраста, состояния здоровья и степени подготовленности занимающихся. Поскольку производственный коллектив не однороден, следует ориентироваться на средние показатели по субъективным ощущениям занимающихся во время и после занятий. У них могут

возникнуть жалобы на плохое самочувствие, усталость, сердцебиение, головокружение, головную боль и др., а также признаки утомления (покраснение лица, повышенная потливость, одышка и др.). При появлении тех или иных неблагоприятных симптомов необходимо изменить дозировку упражнений - уменьшить темп движений или количество повторений, а при выраженных случаях утомления и жалобах на сердцебиение и головокружение - направить на консультацию к врачу [24].

Организация занятий производственной гимнастикой во многом основывается на требованиях гигиены и физиологии труда. Кроме того, необходимы надлежащие гигиенические условия в местах занятий. Гимнастика проводится в цехах, непосредственно у рабочего места, в проходах или расположенных вблизи коридорах и подсобных помещениях, удовлетворяющих гигиеническим требованиям. В теплый период года занятия по возможности следует проводить на открытом воздухе.

Проведение гимнастики на рабочих местах экономит время, но не всегда возможно из-за неудовлетворительного санитарного состояния окружающей среды. Поэтому при организации производственной гимнастики предполагаемое место занятий обследуется в санитарном отношении с привлечением инженера по технике безопасности. Когда это необходимо, проводят специальные гигиенические исследования заводская лаборатория, здравпункт или санэпидемстанция. С целью оценки мест занятий и определения контингента занимающихся в паспортизации отделов и цехов принимают участие медицинский работник и санитарный врач.

При определении условий профессионального труда и наличия вредностей учитывают характер трудового процесса (рабочая поза, степень нервно-психического и мышечного напряжения), особенности технологического процесса и производственного оборудования (степень механизации и автоматизации производственных процессов, герметичность оборудования, удобство его обслуживания и т.п.) и санитарно-гигиеническую обстановку (метеорологические условия, загрязнение воздуха

пылью и газами, шум, вибрация, ионизирующая радиация, освещенность и др.) [24].

Запрещается проводить занятия при температуре воздуха выше 25°C и влажности выше 70%, при наличии в воздухе даже незначительных количеств ядовитых веществ, при повышенном или пониженном барометрическом давлении, при шуме свыше 70дБ. Оценка степени загрязнения воздуха производственных помещений газами и пылью проводится на основании сравнения с предельно допустимыми концентрациями этих веществ в рабочей зоне (мг/м³): аммиак - 20, бензин - 300, окись углерода - 20, пары ртути - 0,01, сероводород - 10; пыль нетоксическая, не содержащая двуокиси кремния - до 10, содержащая двуокись кремния - 2, пыль стеклянная и минерального волокна - 4.

В помещениях, где проводится производственная гимнастика, необходимо постоянно поддерживать чистоту, перед занятиями проветривать. В помещениях должно быть достаточно свободной площади. Санитарными нормами на промышленных предприятиях предусматривается ширина проходов между станками не более 1,5 м. Такая же ширина считается минимальной для групповых занятий гимнастикой. В среднем на каждого занимающегося должно приходиться не менее 1,5 м² свободной площади пола.

Место, выбранное для занятий, должно быть безопасным. У станков и машин, находящихся рядом с местами для занятий гимнастикой, все открытые и движущиеся части (гребенки, зубчатые сегменты, маховые колеса и т.п.), а также открытые передачи (шкивы, ремни и др.) и вообще все опасные части должны иметь конструктивные ограждения.

На места занятий гимнастикой распространяются и другие правила безопасности: ограждение проводов высокого напряжения, ограждение от непосредственного влияния лучистой энергии и др.

Во избежание травм при занятиях гимнастикой полы должны быть гладкими, нескользкими, удобными для уборки. Перед занятиями (не позже

чем за 30 мин) в производственном помещении следует произвести влажную уборку (перед подметанием посыпать пол влажными опилками) [24].

Заключение

Движение, в широком понимании этого слова, является основным биологическим раздражителем, стимулирующим процессы биологического роста и развития, поддерживающим и развивающим функциональные проявления организма. Ограниченное использование движений, характерное для режима работы людей умственного труда, нередко приводит к известной дисгармонии между нервно психическими и физическими раздражителями.

Это обстоятельство является одной из причин развития некоторых заболеваний и функциональных отклонений в системах человеческого организма, особенно его нервной системы, что приводит к понижению общей работоспособности.

Серьезным средством предупреждения функциональных расстройств, а также устранения уже имеющихся расстройств (если они не приобрели стойкого характера) являются регулярные занятия гимнастикой.

Систематические занятия физическими упражнениями оказывают всестороннее положительное воздействие на организм человека. Основные черты этого воздействия характеризуются улучшением функциональной деятельности нервной, сердечно сосудистой и дыхательной систем и пищеварительного аппарата, стимуляцией процессов тканевого обмена и укреплением мышечной системы и приводят к повышению общей устойчивости и работоспособности организма.

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

5.1 Технико-экономические показатели конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [2]:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (5.1)$$

где C_k – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{сб.п}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{оп}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

$C_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции ($K_{нац}=1,4 \dots 1,5$).

Масса конструкции определяется по формуле [6]:

$$G = (G_k + G_r) \cdot k, \quad (5.2)$$

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

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

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

Расчет масс сконструированных деталей, узлов и агрегатов вводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Расчет масс сконструированных деталей

Наименование деталей	Количество	Масса детали, кг
Вал эксцентрика	1	1,3
Вал	1	0,8
Корпус подшипника	1	2,5
Звездочка	1	0,9
Колесо	1	1,4
Прочие	1	80,9
Итого		147,2

Таблица 5.2 - Массы готовых деталей, узлов, агрегатов

Наименование деталей	Масса деталей, кг
Крепежные изделия	1,4
Прочие изделия	1,4
Итого	2,8

Масса сконструированных изделий: $G_k = 147,2$ кг;

Масса готовых изделий и агрегатов: $G_r = 2,8$ кг;

Масса всей установки:

$$G = (147,2 + 2,8) \cdot 1,1 = 150 \text{ кг.}$$

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле [6]:

$$C_{61} = C_{60} \cdot G_0 \cdot \sigma / G_1 \quad (5.3)$$

где C_{60} , C_{61} - балансовые стоимости существующей и проектируемой конструкций, руб.;

G_0 , G_1 - массы существующей и проектируемой конструкций, кг;

σ - коэффициент учитывающий дешевизну изготовления 0,9-0,95.

$$C_{61} = 35000 \cdot 150 \cdot 0,95 / 400 = 28262 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость проектируемой конструкции вполне приемлема.

Расчет технико-экономических показателей конструкции

Таблица 5.3 – Техничко - экономические показатели.

Наименование показателей	Ед. изм.	Существ. констр.	Проект. констр.	Проект в % к аналогу
Масса конструкции	кг	144	150	118
Балансовая стоимость	руб	35000	57500	164
Кол-во обслуживающего персонала	чел	1	1	-
Норма амортизации	%	11	10	90
Норма затрат на ремонт и ТО	%	10	8	80
Срок службы	лет	3	3	100
Годовая программа	час	120	120	-
Металлоемкость	кг/ ед.	0,3	0,2	77
Фондоемкость	руб./ед.	58	95,8	165
Трудоемкость	чел.ч./ед	0,2	0,2	-

Продолжения таблицы 5.3

Уровень эксплуатационных затрат	руб./ед	1178,8	1074,5	91
Уровень приведенных затрат	руб./ед.	4536	4450	98
Годовая экономия	руб.		52600	
Годовой экономический эффект	руб.		43225	
Срок окупаемости	лет		1,2	
Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений			0,9	

Определяем металлоемкость конструкции [6]:

$$M_e = G / (W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (5.4)$$

где G - масса конструкции, кг;

M_e – металлоемкость, кг/шт;

$T_{\text{год}}$ - годовая загрузка, ч;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы, лет;

W_z – часовая производительность, ед/ч.

Для проектируемой конструкции принимаем примерно $W_z = 5$ ед/ч.

$$M_e^1 = 150 / (5 \cdot 120 \cdot 3) = 0,22 \text{ кг/ед.}$$

$$M_e^0 = 144 / (5 \cdot 120 \cdot 3) = 0,18 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость конструкции определяется по формуле [6]:

$$F_e = C_6 / (W_z \cdot T_{\text{год}}), \text{ руб./ед. ;} \quad (5.5)$$

$$F_e^1 = 57500 / (5 \cdot 120) = 95,8 \text{ руб/ ед.}$$

$$F_e^0 = 35000 / (5 \cdot 120) = 58 \text{ руб/ ед.}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле [6]:

$$T_e = p_p / W_z, \quad (5.5)$$

где p_p – количество обслуживающих рабочих, чел.

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

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

Определяем себестоимость работы выполняемый с помощью проектируемой конструкции по формуле [6]:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (5.6)$$

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

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

A – затраты на амортизацию руб. / ед;

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

Затраты на заработную плату определяются [6]:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_{\text{е}}$$

где z – часовая тарифная ставка, руб.

$$z = 100 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 100 \cdot 5 = 500 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют по формуле [6]:

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

где $N_{\text{рто}}$ – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{\text{рто}}^1 = 57500 \cdot 8 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 230 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто}}^0 = 57500 \cdot 10 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 287,5 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизацию определяют по формуле [6]:

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

где a – норма амортизации, %.

$$C_{\text{а}}^1 = 57500 \cdot 10 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 287,5 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{а}}^0 = 57500 \cdot 11 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 316,25 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле, [6]:

$$C_{\text{э}} = 57 \text{ руб.}$$

Себестоимость работы спроектированной конструкции определяют по формуле [6]:

$$S^1 = 500 + 287,5 + 230 + 57 = 1075 \text{ руб./ед.}$$

$$S^0 = 500 + 316,25 + 287,5 + 57 = 1161 \text{ руб./ед.}$$

Уровень приведенных затрат определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S + E_{\text{н}} \cdot k,$$

где $C_{\text{пр}}$ – уровень приведенных затрат, руб.

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент капитальных вложений, $E_{\text{н}} = 0,15$.

k – удельные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{\text{пр}}^1 = 622 + 0,15 \times 22500 = 4450 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{пр}}^0 = 625 + 0,15 \times 22500 = 4536 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле [6]:

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

где $(S' - S)$ – себестоимость РТО в хозяйстве и по проекту, руб./ед.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = 86 \cdot 5 \cdot 120 = 52600 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле [6]:

$$E_{\text{год.эф.}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot \Delta K = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_{\text{н}} \cdot (C_{\text{о.п.ф}}^1 - C_{\text{о.п.ф}}^0),$$

где $(C'_{\text{прив}} - C_{\text{прив}})$ – разница приведенных затрат аналога и конструкции, руб./ед.

$$E_{\text{год}} = 52600 - 0,15 \cdot 22500 = 43225 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений находим по формуле [6]:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б1}} / \mathcal{E}_{\text{год}};$$

где $T_{\text{ок}}$ – срок окупаемости дополнительных вложений, лет;

$$T_{\text{ок}} = 57500 / 52600 = 1,2 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяют по формуле [6]:

$$E_{\text{эф}} = 1 / T_{\text{ок}}$$

где $E_{\text{эф}}$ – коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.

$$E_{\text{эф}} = 1 / 1,2 = 0,9.$$

Как видно из таблицы 5.3 в результате разработки новой конструкции, металлоемкость, себестоимость и приведенные затраты уменьшились.

Годовая экономия составила 52600 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составил 1,2 лет, а коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равна 0,9.

ВЫВОДЫ

В результате ВКР было произведен проект пункта станции технического обслуживания и рабочих мест в соответствии с технологическим процессом ремонта ходовой части грузовых автомобилей. Подсчитано общее количество производственных рабочих по рабочим местам. Подобрано и рассчитано необходимое количество оборудования и подъемно – транспортных средств.

Разработана конструкция стенда для диагностики подвески грузовых автомобилей КаМАЗ.

Разработаны мероприятия по безопасной жизнедеятельности, охране труда и физической культуре на производстве, а также мероприятие по противопожарной безопасности.

Экономические расчеты подтверждают целесообразность разработанных в проекте мероприятий. В результате годовая экономия составила 52600 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составила 1,2 лет, а коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равна 0,9.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Зинин Н.Е., Соколова В.Н.- М.: Колос, 2004.-384с
2. Александров М.Г. Подъемно-транспортные машины / М.Г. Александров. – М.: Высшая школа, 2005. – 326 с.
3. Андреев П.А. Технический сервис в сельском хозяйстве / П.А. Андреев, В.М. Баутин. - М., 2011. – 246 с.
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2010. – Т. 2. – 1086 с.
5. Бабусенко С.М. Проектирование ремонтно-обслуживающих мероприятий / С. М. Бабусенко. – М.: ВО Агропромиздат, 2009. – 326 с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Гуревич Д. Ф. Ремонтные мастерские совхозов и колхозов / Д. Ф. Гуревич, А. А. Цирин. – М.: Агропромиздат, 2008. – 340 с.
8. Детали машин и основы конструирования / М. Н. Ерохин, А. В. Карп, Е. И. Соболев и др. – М.: «Колос», 2004. – 463 с.
9. Дипломное проектирование: Учебно - методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
- 10.Иоселевич Г.Б. Прикладная механика / Г. Б. Иоселевич. – М.: Высшая школа, 2010. – 430 с.
- 11.Канарев Ф.М. Охрана труда / Ф. М. Канарев. – М.: Агропромиздат, 2010. – 359 с.

12. Корж А. Г. Справочник по ремонтно-обслуживающему производству агропромышленного комплекса / А.Г. Корж. - Киев, 2008. – 469 с.
13. Курчаткин В. В. Надежность и ремонт машин / В. В. Курчаткин. – М.: «Колос», 2000. – 863 с.
14. Матвеев В.А. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве / В. А. Матвеев. - М.: Колос, 2004. – 280 с.
15. Матрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учеб для студ. ВУЗ.- 2-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2004.- 336 с.
16. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве.- М.; Колос, 2002. -424 с.: ил.
17. Михайлов В.Н., Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Проектирования и расчет средства обеспечения безопасности. .- М.; Колос, 2009. -136 с.
18. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин / А.П. Смелов, И.С.Серый. – М.: Колос, 2012. – 192 с.
19. Тельнов Н.Ф. Ремонт машин / Н. Ф. Тельнов. – М.: «Агропромиздат», 2012. – 540 с.
20. Техническое обслуживание и ремонт машин / И.Е. Ульман, Г.С. Игнатов, В.А. Борисенко и др. – М.: «Агропромиздат», 2010. - 380 с.
21. Черепанов С.С. Оборудование для текущего ремонта сельскохозяйственной техники / С. С. Черепанов, А.А. Афанасьев. – М.: «Колос», 2011. – 256 с.
22. Шевченко П.И. Справочник слесаря по ремонту автомобилей / П. И. Шевченко – Л.: «Машиностроение», 2012. – 335 с.
23. Кузнецов Ю. М. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986.
24. Физическая культура: учебное пособие / Под редакцией В.А. Коваленко. - М.: Изд-во АСВ, 2005.- 432 с.

СПЕЦИФИКАЦИЯ