

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

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

Профиль: «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

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

Тема: Проектирование операций технического обслуживания грузового автомобиля с разработкой стенда проверки подвески автомобиля

Шифр ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00. ПЗ

Студент группы Б261-05

  
подпись

Галиаскаров И.А.  
Ф.И.О.

Руководитель      доцент  
ученое звание

  
подпись

Халиуллин Ф.Х.  
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол №11 от 17.06. 2020 г.)

и.о.Зав. кафедрой      доцент  
ученое звание

  
подпись

Хафизов Р.Н.  
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет  
Институт механизации и технического сервиса  
Кафедра «Тракторы, автомобили и энергетические установки»  
Направление: 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов»  
Профиль: «Автомобили и автомобильное хозяйство»

«УТВЕРЖДАЮ»

и.о. Зав. кафедрой

/Хафизов Р.Н./

« 12 » 03 20 20 г.

### ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Галиаскарову Ильдару Аскаровичу

Тема ВКР Проектирование операций технического обслуживания грузового  
автомобиля с разработкой стенда проверки подвески автомобиля

утверждена приказом по вузу от «22» мая 2020 г. № 178

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 05.06.2020 г.

3. Исходные данные

1. Литературные источники по теме ВКР;

2. База данных патентов;

3. Интернет ресурсы

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Анализ состояния вопроса;

2. Технологический раздел;

3. Конструкторский раздел

5. Перечень графических материалов \_\_\_\_\_

1. Анализ состояния вопроса; \_\_\_\_\_

2. Патентный поиск; \_\_\_\_\_

3. Сборочный чертеж конструкции; \_\_\_\_\_

4. Рабочие чертежи деталей; \_\_\_\_\_

5. Технологическая часть; \_\_\_\_\_

6. Экономическая часть \_\_\_\_\_

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
1. Анализ состояния вопроса	Халиуллин Ф.Х.
2. Технологический раздел	Халиуллин Ф.Х.
3. Конструкторский раздел	Халиуллин Ф.Х.
4. Графическая часть	Халиуллин Ф.Х.

7. Дата выдачи задания 18.03.20

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	05.05.20г.	
2	Технологический раздел	15.05.20г.	
3	Конструкторский раздел	25.05.20г.	
4	Графическая часть	05.06.20г.	

Студент И.А. Галиаскаров (Галиаскаров И.А.)

Руководитель ВКР Ф.Х. Халиуллин (Халиуллин Ф.Х.)

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 62...листах машинописного текста формата А4 и графической части на 7 листах формата А1.

Записка состоит из введения, 3 разделов, заключения и включает 12 рисунков и 6 таблиц. Список использованной литературы включает 15 наименований.

В первом разделе дан краткий анализ состояния вопроса, а также обосновывается необходимость создания предлагаемой конструкции.

Во втором разделе проведен технологический расчет предприятия, определены требуемые параметры производственного цикла.

В третьем разделе рассматриваются вопросы технологии ТО АТС, производятся необходимые конструктивные расчеты размеров деталей установки, а также проведен расчет прочности деталей.

В этом же разделе дан общий обзор состояния охраны труда, спроектированы правила по технике безопасности и инструктаж по установке и эксплуатации установки, а так же общие требования безопасности эксплуатации грузового автотранспорта.

Записка завершается заключением.

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективная и надёжная эксплуатация подвижного состава автомобильного транспорта в значительной степени зависит от состояния, уровня развития и условий функционирования производственно-технической базы автотранспортных предприятий.

Модернизация производственно-технической базы на современном этапе должна проводиться с применением новых прогрессивных форм и методов технического обслуживания и ремонта автомобилей, повышением уровня механизации и автоматизации производственных процессов, внедрением современного высокопроизводительного технологического оборудования и оснастки.

Одним из эффективных средств, позволяющих повысить производительность труда и довести качество технических воздействий до уровня мировых стандартов, является широкое применение специализированного технологического оборудования.

Для технического обслуживания подвижного состава в настоящее время применяется широкая номенклатура технологического оборудования, различающегося прежде всего по функциональному назначению.

Применение современного оборудования позволяет увеличить коэффициент технической готовности парка на 8-10%, повысить производительность труда на 30-35% и снизить затраты на обслуживание до 15-20%./23/

Выпускаемое в настоящее время ремонтное оборудование уступает лучшим зарубежным аналогам, имеет повышенный расход воды и электроэнергии, низкую надежность, неудовлетворительное качество ремонта, узкие функциональные возможности. Вследствие несоответствия оборудования все ужесточающимся требованиям к нему со стороны технической эксплуатации имеет место ухудшение показателей оборудования, а следовательно, и снижения эффективности функционирования

всей системы ТО и ТР, что вызывает дополнительные материальные и трудовые затраты.

Недостаточная надежность оборудования предопределяет частые простои оборудования, увеличение доли ручного труда, повышение материальных и трудовых затрат на ремонт, восстановление и эксплуатацию оборудования.

Низкая степень механизации и автоматизации технологического процесса и применяемого оборудования вызывает увеличение доли ручного труда с соответствующим повышением расходов предприятия.

Увеличение площади, занимаемой оборудованием, требует дополнительных амортизационных отчислений, а также больших капитальных вложений.

Большая величина потребляемой энергии вызывает дополнительные финансовые расходы. Другим не менее важным вопросом повышения эффективности технического обслуживания автомобиля является рационализация технологического процесса обслуживания автомобиля.

Таким образом, в решении вопроса совершенствования технологического оборудования имеются большие резервы. Реализация этих резервов позволяет значительно повысить качество обслуживания при минимизации материальных, трудовых и финансовых затрат.

## **1. Анализ состояния вопроса**

### **1.1 Влияние технического состояния гидравлического амортизатора на динамические характеристики транспортного средства**

При движении транспортного средства по неровностям дороги колебания неподрессоренных масс передаётся в виде вертикальной нагрузки на кузов. С течением времени она непрерывно меняется, то возрастая, по сравнению со статической на ходе сжатия, то снижаясь, при обратном ходе. При изменении величины вертикальной нагрузки, боковые и продольные силы, которые могли бы реализоваться на колесах транспортного средства, изменяются, что приводит к ухудшению его динамических характеристик и увеличению нагрузки на силовой агрегат, и агрегаты трансмиссии. Поэтому, помимо плавности хода в движении, стабильность колесной нагрузки транспортного средства выступает в качестве показателя совершенства системы поддрессирования.

При выходе из строя амортизатора и как следствие – с уменьшением нагрузки на колёса, снижаются продольные и боковые силы. А это в свою очередь приводит к ухудшению управляемости транспортного средства, снижая его тяговые и тормозные качества, которые могут быть реализованы по условию сцепления колёс с дорогой. Также, высокочастотные колебания, передаваемые через неисправный амортизатор с колес на кузов транспортного средства, повышают вибронагруженность силового агрегата, агрегатов трансмиссии и шин, что ведёт к их преждевременному отказу.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что от технического состояния гидравлического амортизатора напрямую зависят динамические характеристики и безопасность транспортного средства.

## 1.2 Колебания линейных систем с учетом вязкого трения

Рассмотрим затухание колебаний в подвеске транспортного средства под действием работы амортизатора на примере модели простейшей подвески в виде колебательной системы с вязким трением (рис. 1.1).

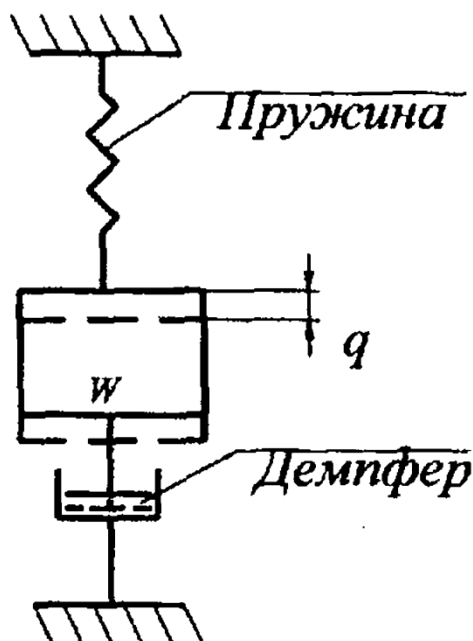


Рисунок 1.1 – Схема колебательной системы с линейным вязким трением:

$W$  – вес груза;  $q$  – перемещение груза.

Понять механизм процессов, протекающих в подвеске транспортного средства, поможет уравнение Лагранжа для свободных колебаний системы с одной степенью свободы, при наличии линейного вязкого трения, которое имеет вид:

(1.1)

где  $t$  – время;

$q$  – обобщённая координата;

$\dot{q}$  – обобщённая скорость;

$T$  – кинетическая энергия системы;

$\Pi$  – потенциальная энергия системы;

$\phi$  – диссипативная функция Релея.

Кинетическая энергия системы из  $i$ -ого количества материальных точек равна:



(1.2)

где  $m$  – масса  $i$ -ой материальной точки;

$V$  – скорость  $i$ -ой материальной точки.

В если радиус-вектор материальной точки явно не зависит от времени и случае малых колебаний системы около положения её равновесия, можно представить кинетическую энергию как:

(1.3)

где  $a$  – коэффициент инерции.

Потенциальная энергия, в положении равновесия, равна:

(1.4)

где  $c$  – обобщенный коэффициент жёсткости (квазиупругий коэффициент).

Диссипативная функция Релея равна:

(1.5)

где  $b$  – обобщенный коэффициент вязкости.

Подставив уравнения (1.3) и (1.4) в уравнение Лагранжа для механической системы с одной степенью свободы:

(1.6)

получим:

(1.7)

Диссипативная функция Релея для сил сопротивления в колебательной системе, действующих на отдельные точки и пропорциональных их скоростям имеет вид:

(1.8)

Подставляя уравнения (1.3), (1.4) и (1.5) в уравнение (1.1) получим:

(1.9)

Разделим все члены на  $a$ :

(1.10)

где  $\omega_0^2$  – собственная угловая частота системы ( $\omega_0^2 = c/a$ );

$h$  – коэффициент вязкого деформирования, который характеризует интенсивность уменьшения амплитуды колебаний ( $h = b/(2a)$ );

Частное решение уравнения (5.10) найдем по методу Эйлера в виде:

(1.11)

где  $t$  – время;

$\lambda$  – постоянная, определяемая из условия того, что уравнение (1.11) должно удовлетворять уравнение (1.10).

Подставим уравнение (1.11) в (1.10) и получим характеристическое уравнение:

(1.12)

Корни уравнения (5.12) равны:

(1.13)

зависят от вязкого трения.

При малом вязком трении, когда  $h^2 < \omega_0^2$  можно записать:

т.е.

(1.14)

где  $\tilde{\omega}$  – собственная частота с учетом поправки на коэффициент вязкости.

Для линейной системы допустимо использование принципа суперпозиции, поэтому уравнение (1.13) можно записать, как:

(1.15)

Допустим, что:

(1.16)

тогда после подстановки допущения (1.16) в уравнение (1.15) получаем:

(1.17)

в эквивалентной форме можно записать, как:

(1.18)

Для определения постоянных  $C_1$  и  $C_2$  предположим, что при  $t=0$ :  $q = q_0$  и  $\dot{q} = \dot{q}_0$ ; подставляя эти значения в уравнение (1.18), найдем:

$$C_1 = q_0 ,$$

$$C_2 = (\dot{q}_0 + hq_0)/\tilde{\omega} .$$

(1.19)

Таким образом уравнение (1.18) приобретает вид:

(1.22)

Таким образом, выражение (1.19) представляет затухающие колебания (рис. 1.2), которые характеризуют работу идеального амортизатора.

Рисунок 1.2 – Осциллограмма затухающих, свободных колебаний

Промежуток времени между двумя прохождениями равновесия в одну сторону принимаем за условный период:

$$\tilde{T} = \frac{2\pi}{\tilde{\omega}} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1-(h^2/\omega_0^2)}} = \frac{T}{\sqrt{1-(h^2/\omega_0^2)}} \cong T, \quad (1.23)$$

где  $T$  – период свободных колебаний системы при отсутствии сопротивления.

В моменты  $t_i$  (точки касания кривых (1.22) и  $\pm Ae^{-ht}$ ) когда отклонения от положения равновесия почти максимальны. Отношение двух последовательных максимальных отклонений остается постоянным:

$$(1.24)$$

Логарифмический декремент колебаний системы определяется по формуле:

$$\Delta = \ln \frac{A_i}{A_{i+1}} \cong hT = h \frac{2\pi}{\omega_0}.$$

**Логарифмический декремент колебаний** – это безразмерная физическая величина, описывающая уменьшение амплитуды колебательного процесса системы и равная натуральному логарифму отношения двух последовательных амплитуд колеблющейся величины в одну и ту же сторону.

### 1.3. Технология проверки амортизаторов

#### 1.3.1. Неисправности амортизаторов

Амортизатор – достаточно сложная, с технической точки зрения, деталь автомобиля. Если диагностику большинства элементов подвески можно провести “с помощью монтировки”, то для определения неисправностей амортизаторов, а тем более выявления причин этих неисправностей, часто необходимо тестирование на специальных стендах.

Опыт эксплуатации амортизаторов показывает, что основной причиной выхода амортизаторов из строя является их непрофессиональная установка или нарушение условий эксплуатации.

Практика показывает, что заводской брак в амортизаторах иностранного производства редко превышает 0,5%. Тем не менее, при возникновении дефекта амортизатора, даже в случае доказанной вины установщика, у потребителя обычно складывается негативный имидж и магазина, продавшего амортизаторы, и самой марки амортизаторов. Поэтому для позитивного имиджа своей компании очень важно стараться исключить возможность возникновения любых случаев преждевременного выхода амортизаторов из строя.

Наиболее распространенные дефекты амортизаторов:

1. Разрыв сальника штока амортизатора.
2. Внутренние повреждения амортизатора: разрушение, выход из строя или естественный износ клапанного узла или поршня.
3. Механическое повреждение амортизатора: трещина, вмятина в корпусе, искривление штока.
4. Разрушение амортизатора: облом штока, отрыв крепежной проушины, деградация или разрушение сайлентблоков.
5. Несоответствие свойств или деградация амортизаторной жидкости.
6. Отсутствие газа в амортизаторе.

Причины возникновения тех или иных дефектов могут быть различными.

Например, разрыв сальника штока может быть вызван и нарушением технологии установки (повреждением хромого покрытия штока), и износом пыльника амортизатора (коррозия штока при попадании влаги).

Существует несколько способов оценки работоспособности амортизаторов. Они различны по сложности и, соответственно, предполагают разную степень точности диагностики. Обычно, чем проще сам метод, тем менее точные результаты он дает. В последующих разделах приведены наиболее распространенные способы диагностики амортизаторов, ранжированные по точности результата, указаны дефекты, которые можно установить с их помощью, и причины возникновения этих дефектов.

### **1.3.2. Диагностика по изменению устойчивости, управляемости и жесткости подвески автомобиля**

Амортизатор, как и любая деталь автомобиля, подвержен износу. Со временем характеристики амортизатора постепенно ухудшаются, но водитель не всегда сразу замечает это, так как приспособливает свой стиль вождения под возможности автомобиля. Данный метод диагностики предполагает субъективную оценку степени износа амортизаторов экспертом. Оценка производится по ухудшению эксплуатационных характеристик автомобиля.

Автомобили различных марок и моделей имеют и различные параметры устойчивости, управляемости, жесткости подвески, которые закладываются в них еще на этапе конструкторской разработки. Также и у каждого водителя собственный стиль вождения и свои представления о необходимой жесткости подвески. Поэтому данные понятия всегда относительны и в каждом конкретном случае носят индивидуальный характер.

Таким образом, предлагаемый метод диагностики, хотя и позволяет оценить основные проблемы, связанные с амортизаторами, является достаточно субъективным. Большинство производителей амортизаторов в своих рекомендациях по диагностике неисправностей этих деталей советуют при использовании данного метода сравнивать “поведение” автомобиля с неким образцом, тот есть с абсолютно идентичным автомобилем, оснащенным исправными амортизаторами. Естественно, на практике это далеко не всегда представляется возможным.

В таблице 2.1 указаны дефекты, которые можно диагностировать с помощью данного метода. Обычно данный метод диагностики дополняется визуальным осмотром амортизаторов.

Таблица 1.1

Ощущения при езде	Возможные причины
Подвеска автомобиля слишком мягкая (машина неустойчива в повороте, “плавает” на дороге, либо машину раскачивает)	Установлены амортизаторы, не соответствующие данному автомобилю
	Субъективные ощущения водителя
	Отсутствие амортизаторной жидкости в рабочей камере амортизатора
	Изношен клапанный узел амортизатора
	Внутренние повреждения амортизатора
Подвеска автомобиля слишком жесткая (автомобиль “прыгает” даже на мелких неровностях, неровности дороги передаются на кузов)	Оторвано крепление амортизатора
	Субъективные ощущения водителя
	Установлены несоответствующие амортизаторы или пружины
	Амортизатор “заклинило” Амортизатор “замерз”

Стук в подвеске	Люфт в крепежных узлах амортизатора
	Внутренний дефект амортизатора
	Дефект связан с другими элементами подвески
	Оторвано крепление амортизатора

### 1.3.3. Диагностика при помощи раскачивания стоящего на месте автомобиля

Данный метод заключается в раскачивании кузова стоящего автомобиля и оценке состояния амортизаторов по количеству колебательных движений кузова до момента полной остановки.

Данный метод позволяет определить только два “крайних” состояния амортизатора: либо амортизатор полностью вышел из строя (сломана проушина или шток, износился клапанный узел, отсутствует амортизаторная жидкость в рабочей камере), либо амортизатор “подклинивает” или “заклинило” полностью. Попытки определить степень износа амортизатора, в этом случае, обречены на провал, так как усилие, развиваемое амортизатором, зависит от скорости движения штока. Кроме того, в различных автомобилях, как уже отмечалось выше, конструктивно заложены разные параметры жесткости подвески. У некоторых моделей автомобилей подвеска изначально достаточно “мягкая”.

При движении автомобиля скорость движения штока амортизатора значительно выше, чем та, которую Вам удастся достичь при раскачивании авто. Поэтому и определить степень износа амортизатора в данном случае невозможно.

Обычно такой способ выявления причин неисправностей амортизаторов дополняется еще и визуальным методом их диагностики.

Следует учитывать, что существуют амортизатор с регрессивной и прогрессивной характеристиками гашения колебаний. Регрессивные хорошо гасят боковые(при прохождении поворотов) и продольные(при торможении) крены, и плохо поглощают мелкие дорожные неровности. Прогрессивные хорошо гасят мелкие неровности, но плохо себя чувствуют в поворотах и при торможении. Замена амортизаторов с регрессивной на амортизаторы, с прогрессивной характеристикой, может привести к повреждению элементов подвески автомобиля.

Проверка раскачиванием кузова малоэффективна из-за того, что шарниры подвески после длительной эксплуатации могут перемещаться с большим сопротивлением, которого будет достаточно для быстрого гашения раскачивания. И наоборот, амортизаторы с прогрессивной характеристикой, по причине малого сопротивления на небольших скоростях перемещения кузова, будут медленно гасить колебания даже в исправном состоянии.

#### **1.3.4. Визуальный метод диагностики амортизаторов**

Это наиболее распространенный метод, который, в совокупности с первыми двумя способами диагностики, позволяет, в большинстве случаев, выяснить истинные причины выхода амортизатора из строя. С помощью данного метода невозможно точно установить только причины повреждений и разрушений внутренних частей амортизатора. Важно знать, что одним из наиболее часто встречающихся дефектов внутренних частей амортизатора является их естественный износ.

При использовании визуального метода диагностики часто приходится снимать установленный на автомобиль амортизатор, что, как правило, влечет за собой значительные трудозатраты, а следовательно, и расходы. Необходимо отметить, что при работе амортизатора масляный “туман” на



его корпусе и штоке, считается нормой. При этом капель и подтеков масла на корпусе или штоке быть не должно.

В таблице 1.2 указаны дефекты, которые могут быть определены с помощью данного метода.

Таблица 1.2

Дефект 1	Дефект 2	Причина	Действия
Масло на корпусе и штоке амортизатора. Видны капли и подтеки	Не обнаружено	Естественный износ уплотнения	Замена амортизатора
	Коррозия штока амортизатора. Разрыв уплотнителя штока амортизатора	Коррозия вызвана износом пыльника амортизатора и связана с попаданием воды и грязи на шток	Замена амортизатора
	Царапины на штоке амортизатора. Разрыв уплотнителя штока амортизатора	Повреждение штока амортизатора в связи нарушением технологии установки	Замена амортизатора

Продолжение табл. 1.2

Масло на корпусе и штоке амортизатора. Видны капли и подтеки	Протерто хромовое покрытие штока амортизатора. Разрыв уплотнителя штока амортизатора	Шток амортизатора работает на излом. Не соблюдена технология установки амортизатора или нарушена геометрия кузова автомобиля вследствие аварии или удара	Замена амортизатора
	Корпус амортизатора обработан антикоррозийной	Износ уплотнителя амортизатора из-за перегрева	Замена амортизатора

	мастикой	амортизатора	
Оторвано крепление амортизатора	-	Усталостное разрушение амортизатора в связи с длительной эксплуатацией	Замена амортизатора
	-	Экстремальная нагрузка на амортизатор (удар)	Замена амортизатора
Амортизатор при движении автомобиля слишком “мягкий”	Износ, разрушение клапанов	Естественный износ или экстремальные нагрузки (удар подвески)	Замена амортизатора
Шток амортизатора погнут или сломан	Сильное механическое воздействие на амортизатор	Сильный удар подвески, нарушение геометрии кузова автомобиля в результате аварии	Замена амортизатора
	Чрезмерное усилие при креплении штока амортизатора	Несоблюдение технологии монтажа	Замена амортизатора

Продолжение табл. 1.2

Шток амортизатора погнут или сломан	Допущен перекос при установке амортизатора	Несоблюдение технологии монтажа или нарушение геометрии кузова	Замена амортизатора
Механическое повреждение корпуса, вмятина на корпусе амортизатора	Сильное механическое воздействие на амортизатор	Попадание камня, нарушение геометрии кузова автомобиля в результате аварии	Замена амортизатора
Амортизатор “заклинило”	Амортизатор не имеет внешних дефектов	Внутреннее повреждение амортизатора	Замена амортизатора

	Амортизатор "замерз" (в зимний период). Загустение амортизаторной жидкости	Результат попадания воды или применения некачественной амортизаторной жидкости	Отогреть амортизатор, при нагреве жидкость восстанавливает свои свойства
Не происходит автоматическое выдвижение штока газового амортизатора	-	Отсутствие газа в амортизаторе: результат повреждения уплотнения штока или естественный износ	Замена амортизатора
Большой свободный ход штока амортизатора	Нехватка амортизаторной жидкости	Утечка амортизаторной жидкости через уплотнение штока	Замена амортизатора
Стук в амортизаторе	Внутренние повреждения	Экстремальные нагрузки	Замена амортизатора
	Потертости картриджа в амортизаторной стойке	Картридж не был жестко закреплен к стойке	Разобрать стойку и заново собрать ее, соблюдая технологию сборки

Продолжение табл. 1.2

Стук в амортизаторе	Износ и разрушение резиновых втулок в крепежных проушинах амортизатора	Не соблюдены моменты затяжки при установке амортизаторов. Используются амортизаторы, не подходящие к данному автомобилю. Естественный износ втулок	Замена втулок
---------------------	--	--	---------------

## **2. Технологический расчет предприятия автосервиса**

### **2.1. Обоснование исходных данных**

Одним из главнейших факторов, определяющих мощность, размер и тип СТО (специализированная, универсальная), является число заездов на СТО, которое зависит от большого количества случайных факторов и носит вероятностный характер. На формирование количества заездов и

объема работ на городских станциях влияют: количество автомобилей в городе, годовые пробеги и состояние парка автомобилей, условия эксплуатации, количество и суммарная мощность СТОА, расположение в городе и многое другое.

При определении обслуживаемого СТО парка автомобилей необходимо учитывать следующие особенности:

1. Входящий поток требований (автомобиле - заездов) на СТО характеризуется различной частотой спроса на те или иные виды работ и трудоемкостью их выполнения. При этом на величину трудовых затрат, как известно, влияет «возраст» автомобиля, который имеет значительный разброс.

2. Легковые автомобили могут обслуживаться на различных предприятиях автосервиса, т.е. они, как правило, не закреплены за определенными СТО, и заезды их на станцию носят случайный характер.

Часть владельцев автомобилей выполняют ТО и ТР собственными силами или привлечением других лиц и т.д., т.е. не все автомобили, которым необходимо ТО и ТР, заезжают на СТО, а только часть из них.

Согласно данным [1] население г. Казань Советского района составляет 297,198 жителей на начало 2018 года. Учитывая данные по автомобилизации населения в среднем по Республике Татарстан – 246,6 автомобилей на 1000 человек [2], можно рассчитать парк условно обслуживаемых на СТО автомобилей [2]:

Для расчета может быть использована другая формула:

$$N_{\text{СТО}} = \frac{An}{1000} k_M k_T k_C = \frac{297198 \cdot 264}{1000} \cdot 0,6 \cdot 0,2 \cdot 0,5 = 4707 \text{ ед.}$$

где  $A$  – число жителей района, населенного пункта и т.п.;

$n$  – число автомобилей на 1000 жителей;

$k_M = 0,6 \div 0,8$  – коэффициент учета доли автомобилей, которые могут обслуживаться на СТО, от всего числа автомобилей района, населенного пункта и т.п.;

$k_T = 0,2 \div 0,6$  – коэффициент учета доли объема работ по обслуживанию автомобилей района, населенного пункта и т.п., приходящейся на проектируемую СТО;

$k_C$  – коэффициент обращаемости, учитывающий число владельцев автомобилей, пользующихся услугами СТО. По оценке экспертов, для отечественных автомобилей  $k_C = 0,45 \div 0,50$ , для автомобилей иностранного производства  $k_C = 0,75 \div 0,85$ .

Более точной оценкой числа обслуживаемых автомобилей являются данные, полученные при непосредственном опытным исследовании транспортных потоков и причин появления неисправностей автомобилей.

## 2.2. Расчет годовой программы СТОА

Годовой объем работ городских станций обслуживания включает ТО, ТР, уборочно-моечные работы, предпродажную подготовку автомобилей и т.д.

Годовой объем работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту (в человеко-часах):

$$T_{\text{ТО} - \text{ТР}} = \frac{N_{\text{СТО}} * L_r * t}{1000} = \frac{4707 * 15000 * 2,3}{1000} = 162391 \text{ чел} * \text{час}$$

Где  $N_{\text{СТО}}$  - число автомобилей, обслуживаемых проектируемой СТО в год;

$L_r$  - среднегодовой пробег автомобиля, км;

$t$  - удельная трудоемкость работ по ТО и ТР, чел. ч/1000км.

В соответствии с ОНТП удельная трудоемкость ТО и ТР, выполняемых на городских СТО, установлена в зависимости от класса автомобилей. Указанная трудоемкость может быть скорректирована при соответствующем обосновании в зависимости от размера СТО (числа рабочих постов) и климатических условий района.

Мойка автомобиля составляет примерно 15-25 минут, в зависимости от качества и количества элементов.

$$T_{\text{мойка}} = \frac{240 \text{ авто} * 20 \text{ минут} * 350 \text{ дней}}{60 \text{ минут}} = 5833 \text{ чел. ч}$$

Для остальных видов услуг:

$$T = \frac{T_{\text{ТО-ТР}} * K_{\text{раб}}}{100}$$

$$T_{\text{агрегатн}} = \frac{162291 * 10}{100} = 16229 \text{ чел. ч}$$

$$T_{\text{кузов}} = \frac{162291 \cdot 6}{100} = 9737 \text{ чел. ч.}$$

$$T_{\text{покp}} = \frac{162291 \cdot 6}{100} = 9737 \text{ чел. ч.,}$$

где  $K_{\text{раб}}$  - процентное соотношение данного вида работ в общем объеме ТО и ТР.

### 2.3. Расчет необходимого количества постов на СТОА

$$X = \frac{T * \varphi}{D_{\text{раб}} * T_{\text{см}} * C * P_n * \eta_n},$$

где  $T$  - трудоемкость;

$\varphi$  - коэффициент неравномерной нагрузки (1...1,15. Большее число принимают для станций с меньшим количеством постов);

$D_{\text{раб}}$  - количество рабочих дней в году;

$T_{\text{см}}$  - время смены в часах;

$C$  - количество смен;

$P_n$  - среднее число рабочих, одновременно работающих на посту (0,9...1,1);

$\eta_n$  - коэффициент использования рабочего времени поста (0,85...0,9);

$$X_{\text{мойка}} = \frac{5833 * 1,0}{350 * 8 * 3 * 1,1 * 0,9} = 0,7 \text{ принимаем 1 пост}$$

$$X_{\text{агрегатн}} = \frac{16229 * 1,0}{350 * 8 * 3 * 1,1 * 0,9} = 1,97 \text{ принимаем 2 поста}$$

$$X_{\text{кузов}} = \frac{9737 * 1,0}{350 * 8 * 3 * 1,1 * 0,9} = 1,17 \text{ принимаем 1 пост}$$

$$X_{\text{покp}} = \frac{9737 * 1,0}{350 * 8 * 3 * 1,1 * 0,9} = 1,17 \text{ принимаем 1 пост}$$

### 2.4. Расчет числа производственных рабочих

Расчет потребности производственных рабочих основывается на планируемом годовом объеме работ по техническому обслуживанию и

текущему ремонту и на нормативном годовом фонде времени рабочего в соответствии с его специальностью. При расчете различают технологически необходимое (явочное) и штатное количество производственных рабочих.

Технологически необходимое количество рабочих для выполнения работ на постах и участках рассчитывается по формуле:

$$P_T = \frac{T_{\Gamma}}{\Phi_T}$$

где  $T_{\Gamma}$  - годовой объем работ на посту или участке, чел.ч;

$\Phi_T$  - годовой фонд времени рабочего места, ч.

Штатное количество производственных рабочих:

$$P_{\text{шт}} = \frac{T_{\Gamma}}{\Phi_{\text{шт}}}$$

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

Годовой фонд времени штатного рабочего меньше фонда времени технологически необходимого рабочего за счет предоставления отпусков и невыходов по уважительным причинам.

$$\Phi_T = (350 * 8 \text{ч}) = 2800 \text{ ч.}$$

$$P_{\text{т мойка}} = \frac{5833}{2800} = 2$$

$$P_{\text{т агрегатн}} = \frac{16229}{2800} = 5,87$$

$$P_{\text{т кузов}} = \frac{9737}{2800} = 3,4$$

$$P_{\text{т покр}} = \frac{9737}{2800} = 3,4$$

$$\Phi_{\text{шт}} = (D_{\kappa} - D_{\text{в}} - D_{\text{н}} - D_{\text{отп}} - D_{\text{ув}}) * T_{\text{см}}$$

$$\Phi_{\text{шт}} = (365 - 50 - 9 - 25 - 19) * 8 = 2096$$



$$P_{ш. мойка} = \frac{5833}{2096} = 2,8$$

$$P_{ш. агрегатн} = \frac{16229}{2096} = 7,87$$

$$P_{ш. кузов} = \frac{9737}{2096} = 4,4$$

$$P_{ш. покр} = \frac{9737}{2096} = 4,4$$

Из вышеперечисленных выражений определяем количество персонала

Таблица 2.1. Численность производственных рабочих

Виды технологического воз- действ. и работ	Годовой объем работ, Т <sub>г</sub> (ч.)	Р <sub>т</sub> (чел)		Р <sub>ш</sub> (чел)	
		Расчетное	Принятое	Расчетное	Принятое
Мойка	5833	2	2	3	3
Агрегатный	16229	5,87	6	7,8	8
Кузовной	9737	3,4	3	4,4	4
Покраски	9737	3,4	3	4,4	4
			14		19

Кроме производственного персонала также необходимы и другие специалисты, которые будут контролировать, и взаимодействовать со структурами других ведомств.

Таблица 2.2. Общее количество персонала

	Кол. человек
Директор	1
Бухгалтер кассир	1
Мастер-приемщик(гл. инженер)	1
Охрана - сигнализация	3
Пост мойки	3
Агрегатный	12
Диагностика	4
Итого	25

## 2.5. Определение площадей помещений

Площади производственных участков рассчитываются по площади помещения, занимаемой оборудованием в плане, и коэффициенту плотности его расстановки, т.е.:

$$F_{\text{пр}}^{\text{об}} = (\sum F_{\text{об}} + \sum F_{\text{авт}} * n) * K_n \quad \text{где:}$$

$\sum F_{\text{об}}$  - суммарная площадь оборудования;

$\sum F_{\text{авт}}$  - суммарная площадь по габаритным размерам проекции автомобиля;

$n$  - количество постов;

$K_n$  - коэффициент плотности оборудования.

Таблица 2.3. Рекомендуемые коэффициенты плотности оборудования.

№ п/п	Производственные зоны, цеха, участки	Коэффициент плотности
1	Слесарно-механический, медницкий, аккумуляторный, электротехнический, ремонта приборов системы питания, обойный, малярный.	3...4
2	Агрегатный, шиномонтажный, ремонта оборудования и инструмента	3,5...4,5
3	Сварочный, жестяницкий, арматурный, зона ТО и ТР	4...5
4	Кузнечно-рессорный	4,5...5,5
5	Складские помещения	2,5

Рассчитанная величина площади уточняется по фактической расстановке оборудования в плане с учетом рекомендуемых расстояний.

Мойка будет использоваться не только для машин, заезжающих на ремонт. Услуги мойки, полировки, химчистки салона, нанесение покрытий, полировки салона будут предоставлены всем желающим. Для оказания этих услуг помимо аппарата высокого давления необходим пылесос для влажной и сухой уборки и полировальную машину.

Для определения площади участков необходимо подобрать оборудование и привести в таблицу.

Таблица 2.4. Перечень основного производственного оборудования.

2.4.1. Пост мойки.

№	Наименование и тип оборудования	Кол-во, шт.	Стоим., руб.
1	Очистные сооружения для автомоек АРОС 2. Мак. количество постов 2, производительность 2 м3/ч, 2,1квт, объём буферной емкости 220 л, масса сухая/рабочая 145/345, габаритные размеры (1,95 х 0,73 х 2,1 )	1	82500
2	Накопительная ёмкость на 3000 литров	1	30 000
3	Насосная станция для УКО-1, УКО-2	1	8500
4	Прямоук для АРОС 2, объём 5000 л. Рекомендуемые размеры под прямоук: (5 х 0,8 х 1,2)	1	50000
5	Пылесос SALTIX 10 (0,5 х 0,5 х 0,6) Технические данные Поток воздуха, м3/час430 Емкость бака, л78 Тип уборкисухая + влажная Вес, кг 24	1	9800
6	Пеногенератор IDROSYSTEM LTs 24	1	11700
7	Установка для мойки автомобилей ROYAL PRESS DSPL 2880 T ( 0.77 х 0.51 х 0.87 ) Технические данные Поток воды, л/час650-1300 Емкость бака для химии, л 5 Длина шланга высокого давления, м8 Рабочее давление, Бар30-170 Длина электрического кабеля, м 6 вес 61 кг	1	54000
4	Пистолет стандартный моющий 61 AC	1	2800

	Технические данные Рабочее давление, Атм 2-6 Шланг для подключения подачи воды, дюйм 1/2 Соединение быстросъем		
5	Пистолет для продувки замков AQUARITAPAS 5	1	3000

#### 2.4.2. Пост агрегатный с участком кузовного ремонта.

№	Наименование и тип оборудования	Кол-во, шт.	Стоимость, руб.
1	УЗ-3 - Стационарный наждачный станок [круг 350 мм] Габариты: 520х680х1150 мм	2	75000
2	Р-177 - Электродрель притирки клапанов [мощность 0,18 кВт] Габариты: 360х80х180 мм	1	55000
3	Установка контактной точечной сварки MIDIsport 9000T	1	65000
4	Полуавтомат для сварки ВІМАХ 152	1	18000
5	А240М2 - Подъемник [г/п 4 т]	2	80000
6	Платформенный стапель Стапель AS-8	1	180000
7	Т61212 - Пресс гидравлический [усилие 12 т] Габариты: 1320х220х210	1	15000
8	Устройство для правки кузовов БС-71	2	10000
9	Динамометрический ключ 3/8 DR 19-110 НМ JONNESWAY T04080 ( 19 – 110 Н*м)	3	2200
10	Тележка инструментальная с 5 ящиками и центральным замком (670*450*770)	3	6000
11	Верстак одностумбовый с 2 ящиками (1500*700*855)	3	4000
12	Набор инструментов HAZET 0 – 2500/100 (100 предметов)	7	17000
13	Набор угловых ключей TORX T10 – T50, 8шт.,	3	580

	JONNESWAY		
14	Тиски (длина губок 100 мм), FORCE	2	4600
15	AODE065 Установка для сбора отработанного масла [бак 65л, воронка 18л.] (450x400)	2	25000
16	Плоскошлифовальная машинка Peugeot	2	324000

#### 2.4.3. Пост покраски.

№	Наименование и тип оборудования	Количество, шт.	Стоимость, руб.
1	Окрасочно-сушильная камера СК-2	1	559000
2	Шкаф для инструментов (0,616 x 0.33 x 0.68)	1	11000
3	Стол с тумбой (1500 x 500x 1000)	1	8900

$$F_{\text{пр мойки}}^{\text{об}} = (4,5 + 12 * 1) * 3 = 49,5 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пр агрегати}}^{\text{об}} = (11,8 + 12 * 2) * 3,5 = 107,3 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пр кузов}}^{\text{об}} = (3,3 + 12 * 1) * 4 = 61,2 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{пр покр}}^{\text{об}} = (3,3 + 12 * 1) * 4 = 61,2 \text{ м}^2$$

#### Определение площади складов и других помещений СТОА.

Расчёт площади складских помещений ведется на каждые 1000 комплексно обслуживаемых автомобилей.

Площадь склада для хранения запчастей и автопринадлежностей, снятых с автомобиля на период обслуживания и принимается из расчёта 1,5-1,75 на один пост.

Расчет площади склада:

$$F_{\text{скл.}} = n * (1,5 \div 1,7) = 5 * 1,6 = 8 \text{ м}^2$$

Минимальная площадь для бытовых помещений выбирается исходя из санитарных норм и правил (СНиП 11-92-76) примерно 4,5 м<sup>2</sup> на 1 человека.

- 1) Площадь кабинета директора:

$$F_{\text{дир}} = n * S = 1 * 10 = 10 \text{ м}^2$$

- 2) Площадь кабинета бухгалтера:

$$F_{\text{бух}} = n * S = 1 * 7 = 7 \text{ м}^2$$

Т.к. необходимо вести наблюдение за работой и безопасностью, необходим максимальный обзор. Следовательно расположить кабинет на высоте более 2 метров.

- 3) Площадь кабинета мастера-приемщика (главный инженер):

$$F_{\text{мастер}} = n * S = 1 * 8 = 8 \text{ м}^2$$

- 5) Туалет, душевая, раздевалка:

Туалет 2\*2,5 м<sup>2</sup>, душевая 6м<sup>2</sup>, раздевалка 12 м<sup>2</sup> по СНиП 11-92-76, увеличиваем до 25 м<sup>2</sup>.

- 6) Зона ожидания клиентов 12 м<sup>2</sup>.

Находим общую площадь здания, учитывая внутренние проезды и проходы:

$$F_{\text{зд}} = \left( \sum F_{\text{п}} + \sum F_{\text{адм}} \right) * K_{\text{пр}} = (278 + 65) * 1,25 = 428 \text{ м}^2$$

где  $F_{\text{п}}$  - сумма площадей производственных зон;  $F_{\text{адм}}$  - сумма площадей административно-бытовых, клиентских и складских помещений;  $K_{\text{пр}}$  - коэффициент, учитывающий внутренние проезды и проходы СТОА.

### 3. Конструкторская часть

#### 3.1 Элементы патентного поиска

Патент на полезную модель RU 9962 G01M17/04

Заявка: 98109632/20, 28.05.1998

Дата публикации заявки: 16.05.1999

Заявитель: 9 Центральный автомобильный ремонтный завод (RU)

Авторы: Стебеньков С.Б., Попов А.А., Корнев С.Ю. (RU)

#### УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Полезная модель относится к испытательному оборудованию, в частности, к установкам для испытания амортизаторов транспортных средств, а также она может быть использована для испытания гидравлических гасителей колебаний.

Задачей, на решение которой направлена предлагаемая полезная модель, является повышение точности измерений тормозных усилий амортизатора и расширение функциональных возможностей установки.

Для решения указанной задачи в установку для испытания амортизаторов транспортных средств, содержащую нагружающий амортизатор привод в виде кривошипно-шатунного механизма, датчик сопротивлений и регистрирующий прибор, дополнительно введен датчик перемещений, при этом датчик сопротивлений выполнен S-образной формы, а регистрирующий прибор – в виде жидкокристаллического дисплея, причем датчик перемещений подсоединен к верхнему и нижнему концам амортизатора, а выходы датчика сопротивлений и датчика перемещений подсоединены через дифференцирующее устройство к соответствующим входам регистрирующего прибора.

Отличительными признаками предлагаемой установки для испытания амортизаторов транспортных средств от прототипа являются введение датчика перемещений, подсоединенного к верхнему и нижнему концам амортизатора, выполнение датчика сопротивлений S-образной формы, а регистрирующего прибора – в виде жидкокристаллического дисплея.

					ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ АМОРТИЗАТОРОВ</b>		
Разраб.		Галицкий И.А.					
Руковод.		Халиуллин Ф.Х.					
Консульт.							
Зам. каф.		Хафизов К.А.					
Н. контр.		Халиуллин Ф.Х.			КГАУ каф. ТАиЭУ		

Введение датчика перемещений, подсоединенного к верхнему и нижнему концам амортизатора, позволяет построить полную характеристику амортизатора за счет постоянного поступления сигналов с датчика перемещений на регистрирующий прибор.

Замена же датчика сопротивлений консольной конструкции на датчик сопротивлений S-образной формы исключает прогиб свободного конца датчика сопротивлений, что повышает точность определения усилий сопротивления амортизатора.

А выполнение регистрирующего прибора в виде жидкокристаллического дисплея позволяет расширить функциональные возможности установки за счет отображения полной характеристики амортизатора как в графическом, так и/или числовом виде.

На рис. 3.1 схематически изображена установка для испытания амортизаторов транспортных средств.

Установка состоит из основания (не указано), в верхней части которого жестко зафиксирован датчик сопротивлений S-образной формы 1. Свободный конец датчика сопротивлений 1 шарнирно связан с верхним концом испытуемого амортизатора 2, нижний конец которого шарнирно крепится к ползуну 3, соединенному шарнирно с шатуном 4. Шатун 4 другим концом шарнирно соединен с пальцем 5, эксцентрично установленным на маховике 6. Маховик 6 закреплен с возможностью свободного вращения на оси 7, прикрепленной к основанию установки. К верхнему и нижнему концам амортизатора 2 подсоединен датчик перемещений 8. Выходы с датчика сопротивлений 1 и датчика перемещений 8 подсоединены через дифференцирующее устройство 9 к соответствующим входам регистрирующего прибора 10, который отображает полученные данные в графическом и числовом виде и/или передает их на печатающее устройство 11.



Установка работает следующим образом.

При вращении с помощью электродвигателя маховика 6 нижний конец амортизатора 2 посредством ползуна 3 и шатуна 4 совершает возвратно-поступательное движение со скоростью, изменяющейся по синусоидальному закону. Второй конец амортизатора 2, преодолевая силы его сопротивления, передает их на датчик сопротивлений 1. Перемещение, совершаемое нижним концом амортизатора 2, воспринимается датчиком перемещений 8. Сигналы, воспринимаемые датчиком сопротивлений 1 и датчиком перемещений 8, постоянно передаются через дифференцирующее устройство 9 на регистрирующий прибор 10. При этом на регистрирующем приборе 10 графически отображается полная характеристика амортизатора 2 и фиксируются численные значения усилий сопротивления амортизатора 2.

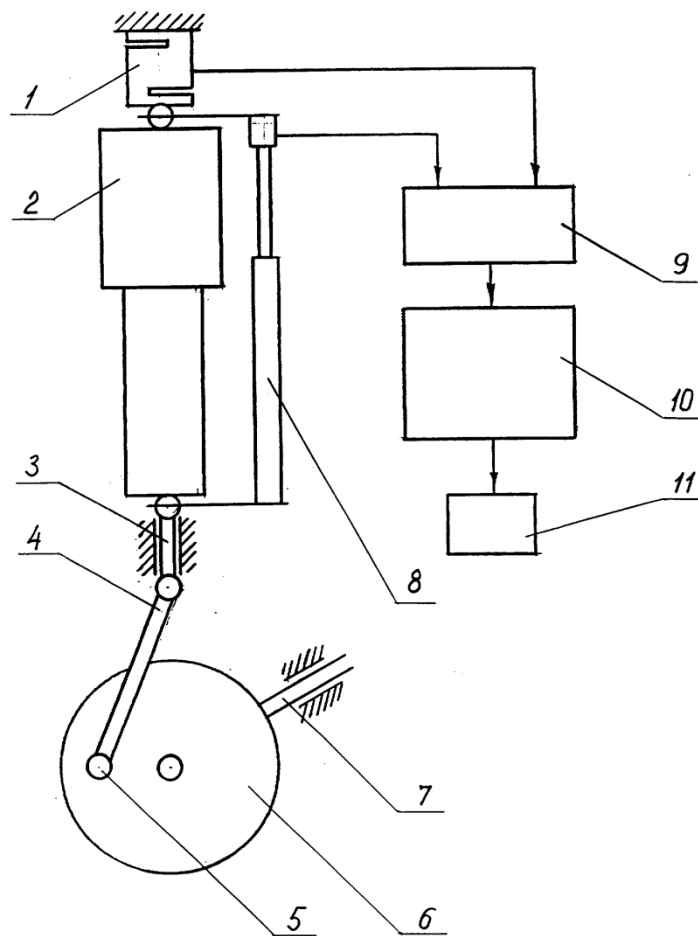


Рисунок 3.1 – Установка для испытания амортизаторов

Заявка: 98112045/20, 22.06.1998

Дата публикации заявки: 16.03.1999

Заявитель:

Товарищество с ограниченной ответственностью "НПЦ-Лада" (RU)

Авторы: Хвостов Е.Д., Алексеев Н.И., Подин С.В., Львов В.Г., Сизов М.П.,  
Сметанин В.П., Музюкин М.В., Аравин А.И. (RU)

## **УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

### **Реферат**

Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является повышение точности измерения скорости перемещения поршня амортизатора, определение его скоростной характеристики с получением за один рабочий цикл параметров испытания амортизатора и автоматизация процесса контроля режима испытания амортизатора.

Поставленная задача решается тем, что в установке, содержащей датчик перемещения, соединенный с нагружающим амортизатор приводом, датчики сопротивления и регистрирующий прибор, нагружающий амортизатор привод выполнен в виде кривошипно-шатунного механизма, а датчик перемещения снабжен несколькими выходами: счетным и направления перемещения ползуна. При этом выходы датчика перемещения и датчиков сопротивления подсоединены к соответствующим входам регистрирующего прибора, выполненного в виде электронно-вычислительной машины.

Выполнение привода в виде кривошипно-шатунного механизма обеспечивает гармоничное воздействие на испытываемый амортизатор по закону, близкому к синусоидальному. А это приводит к повышению

стабильности скорости перемещения поршня амортизатора, то есть к повышению точности ее измерения.

Введение же датчика перемещения с несколькими выходами: счетным и направления перемещения позволяет определить действительное перемещение поршня амортизатора, частоту воздействия привода установки и подавать на регистрирующий прибор сигналы о достижении ползуном определенных положений, соответствующих определенным скоростям перемещения поршня амортизатора. Процессы испытания амортизатора, включающие построение скоростной характеристики, регистрацию усилий сопротивления, вывод параметра сопротивления и режимов испытания амортизатора, автоматизированы за счет разработанных в ТОО "НПЦ-Лада" программных средств и использования ЭВМ.

На рис. 3.2 схематически изображена установка для испытания амортизаторов.

Установка состоит из основания 1, в верхней части которого жёстко закреплено силоизмерительное устройство 2, на котором размещены тензометрические датчики сопротивления 3.

Силоизмерительное устройство 2 соединено с верхним концом испытуемого амортизатора 4. Нижний конец амортизатора 4 крепится к ползуну 5, соединённому шарнирно с шатуном 6, который соединён с пальцем 7, эксцентрично расположенным на маховике 8, жёстко закреплённым на оси 9, установленной на основании 1 с возможностью свободного вращения. Датчик перемещения состоит из двух частей 10 и 11. Часть 10 датчика перемещения жестко закреплена на основании 1, а часть 11 – на ползуне 5.

Датчик перемещения 10,11 имеет несколько выходов: счетный 12 и направления перемещения 13. Выходы датчиков сопротивления 3 и выходы 12, 13 датчика перемещения 10,11 подсоединены к

соответствующим входам электронного устройства 14, которое обрабатывает полученные сигналы и выдаёт информацию на монитор 15 о результатах испытания амортизатора 4 и работе привода (на фиг. не показан).

Установка работает следующим образом.

При вращении с помощью электродвигателя (на фиг. не показан) маховика 8 нижний конец испытуемого амортизатора 4 посредством ползуна 5 и шатуна 6 совершает возвратно-поступательное движение с переменной скоростью. Второй конец амортизатора 4 воздействует на силоизмерительное устройство 2 и деформирует его. Величина деформации фиксируется тензометрическими датчиками сопротивления 3, а её значение постоянно подаётся на соответствующий вход электронного устройства 14. В момент, когда шатун 6 займет положение, например, верхней "мертвой" точки, на выходе 13 датчика перемещения 10,11 появится сигнал об изменении направления движения, что послужит командой начала регистрации усилий сопротивления амортизатора 4. При этом на электронное устройство 14 с выхода 12 датчика перемещения 10,11 начинают поступать сигналы, соответствующие определенному положению ползуна 5, то есть скорости перемещения поршня амортизатора 4. В каждый момент поступления сигнала со счетного выхода 12 датчика перемещения 10,11 будет регистрироваться усилие сопротивления амортизатора 4, выдаваемое силоизмерительным устройством 2. При достижении шатуном 6 положения нижней "мертвой" точки, когда на выходе 13 датчика перемещения 10,11 вновь появится сигнал об изменении направления движения, произведется регистрация величины перемещения поршня амортизатора 4. После совершения одного оборота маховиком 8, когда шатун 6 вновь займет положение верхней "мертвой" точки, зарегистрируется время совершения одного цикла работы амортизатора 4. При этом на мониторе 15 отобразятся

истинные значения перемещения поршня амортизатора 4, частоты воздействия привода и скоростная характеристика испытываемого амортизатора 4 (рис. 3.3).

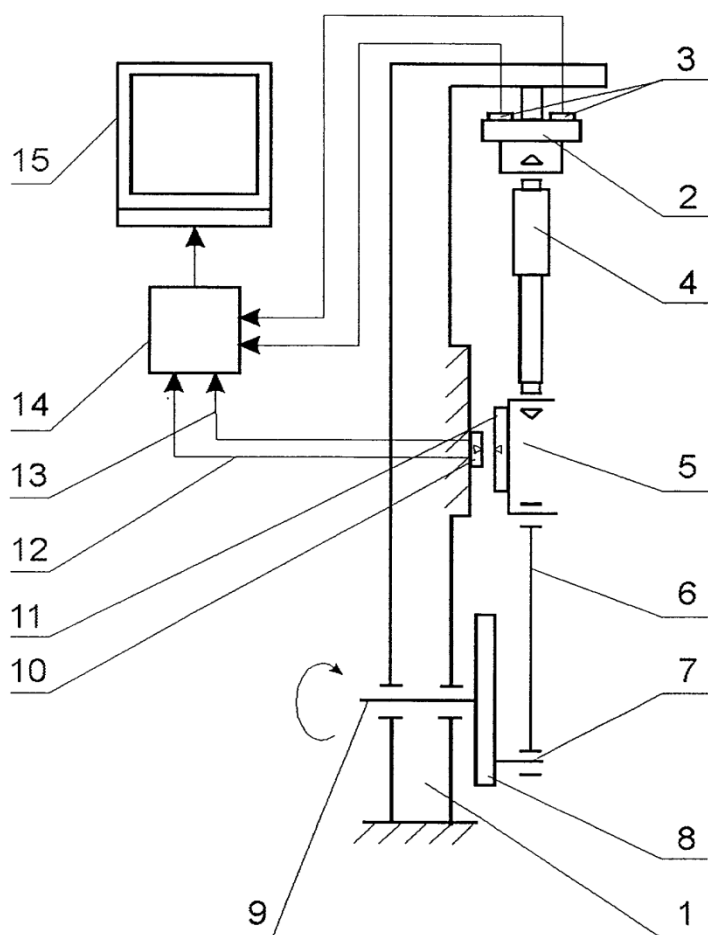


Рисунок 3.2 – Установка для испытания амортизаторов

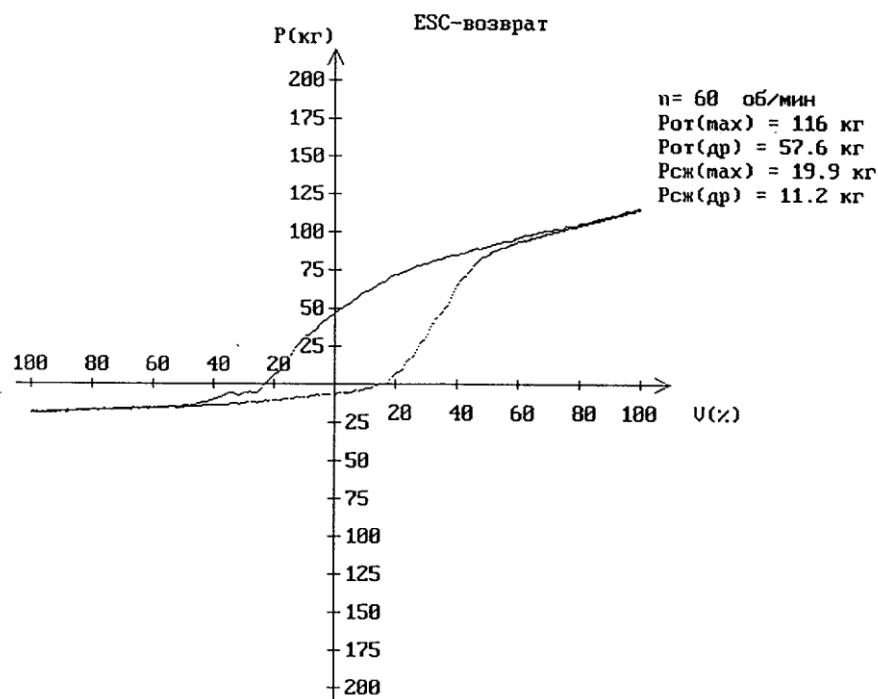


Рисунок 3.3 – Характеристика испытуемого амортизатора

#### Патент на полезную модель RU 36524 G01M17/04

Заявка: 2003135052/20, 08.12.2003

Дата публикации заявки: 10.03.2004

Заявитель: Общество с ограниченной ответственностью "НПЦ-ЛАДА" (RU)

Авторы: Хвостов Е.Д., Аравин А.И., Музюкин М.В., Львов В.Г., Любимов И.И., Ветров В.В., Кульков И.В. (RU)

### УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ АМОРТИЗАТОРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

#### Реферат

Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является упрощение и удешевление установки.

Для достижения указанного технического результата в установке для испытания амортизаторов транспортных средств, содержащей датчик перемещения, соединенный с нагружающим амортизатор приводом в виде

кривошипно-шатунного механизма, датчики сопротивления и регистрирующий прибор, в качестве датчика перемещения выбран преобразователь угловых перемещений, установленный соосно с кривошипно-шатунным механизмом.

Отличительными признаками предлагаемой установки от вышеуказанной известной, наиболее близкой к ней, являются выбор, вместо линейного датчика перемещения, преобразователя угловых перемещений и установка его соосно с кривошипно-шатунным механизмом

Выбор в качестве датчика перемещения преобразователя угловых перемещений и размещение его соосно с кривошипно-шатунным механизмом позволяет упростить и удешевить установку за счет уменьшения (по сравнению с линейным датчиком перемещения, используемым в прототипе) количества используемых элементов.

На рис. 3.4 схематически изображена установка для испытания амортизаторов.

Установка состоит из рамы portalного типа 1, в верхней части которого жёстко закреплено тензометрическое силоизмерительное устройство 2.

Силоизмерительное устройство 2 соединено с верхним концом испытуемого амортизатора 3. Нижний конец амортизатора 3 крепится к ползуну 4, соединённому шарнирно с шатуном 5, который соединён с пальцем 6, эксцентрично расположенным относительно оси 7, установленной на раме 1 с возможностью свободного вращения. Преобразователь угловых перемещений 8 (например, типа ЛИР-158А) установлен соосно оси 7 и имеет выходы: счетный 9 и строба 10. Выходы силоизмерительного устройства 2 и выходы 9, 10 преобразователя угловых перемещений 8 подсоединены к соответствующим входам электронного устройства 11, которое обрабатывает полученные сигналы и выдаёт на

монитор 12 информацию о результатах испытания амортизатора 3 и работе привода (на фиг. не показан).

Установка работает следующим образом.

При вращении с помощью электродвигателя (на фиг. не показан) оси 7 нижний конец испытуемого амортизатора 3 посредством ползуна 4 и шатуна 5 совершает возвратно-поступательное движение с переменной скоростью. Второй конец амортизатора 3 воздействует на силоизмерительное устройство 2 и деформирует его.

Сигнал от силоизмерительного устройства 2 постоянно подаётся на соответствующий вход электронного устройства 11. В момент, когда шатун 5 займет положение, например, верхней "мертвой" точки, на выходе 9 преобразователя угловых перемещений 8 появится сигнал, служащий командой для начала регистрации усилий сопротивления амортизатора 3. При этом на электронное устройство 11 с выхода 10 преобразователя угловых перемещений 8 . начинают поступать сигналы, соответствующие определенному положению ползуна 4, то есть скорости перемещения поршня амортизатора 3.

В каждый момент поступления сигнала с выхода 10 преобразователя угловых перемещений 8 регистрируется усилие сопротивления амортизатора 3, выдаваемое силоизмерительным устройством 2. При достижении шатуном 5 положения нижней "мертвой" точки, когда на выходе 9 преобразователя угловых перемещений 8 вновь появится сигнал, регистрируется величина числа оборотов привода. При этом на мониторе 12 отобразятся истинные значения частоты вращения привода и скоростная характеристика испытываемого амортизатора 3.

Заявляемая установка для испытания амортизаторов транспортных средств, разработана в ООО "НПЦ-ЛАДА" и в настоящее время готовится к производству.



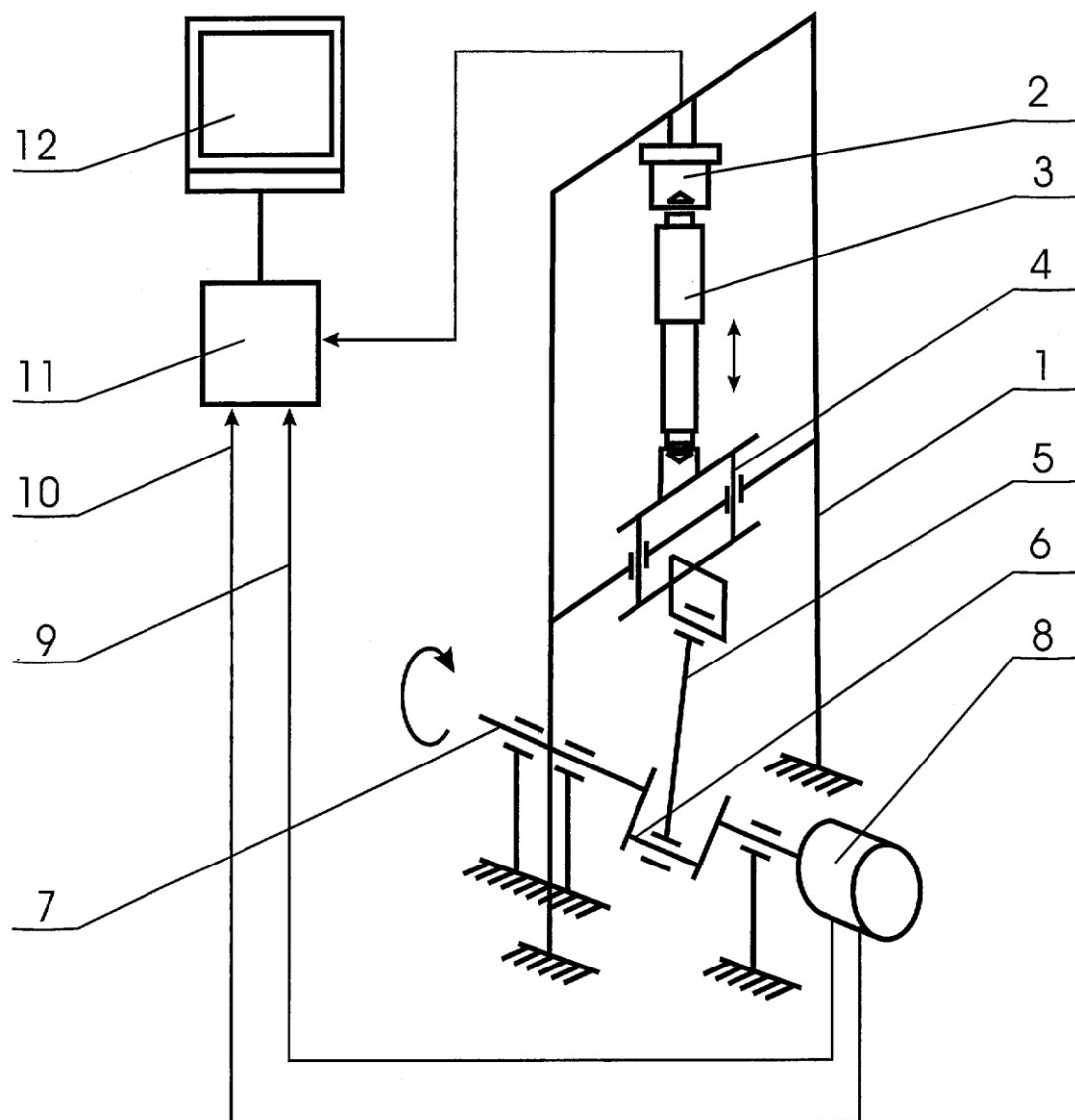


Рисунок 3.4 – Установка для испытания амортизаторов

**Патент на изобретение RU 2409807 C4 G01M17/04**

Заявка: 2010105873/11, 18.02.2010

Дата публикации заявки: 20.01.2011

Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина" (RU)

Авторы: Сливинский Евгений Васильевич (RU), Савин Леонид Алексеевич (RU), Радин Сергей Юрьевич (RU), Пестерев Валерий Геннадьевич (RU)

# СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ

## Реферат

Предлагаемое изобретение относится к области устройств и приспособлений и может быть использовано при исследовании работоспособности гидравлических амортизаторов различной транспортной техники.

Целью предлагаемого изобретения является создание стенда для испытания гидравлических амортизаторов, условия работы которого позволяют осуществлять колебания штоков и силовое нагружение их элементной базы в условиях, приближенных к эксплуатационным.

Поставленная цель достигается тем, что гидравлический амортизатор с одной стороны своим корпусом шарнирно закреплен на горизонтально расположенной планшайбе, снабженной приводом ее управления при помощи конической передачи, а с другой - штоком также шарнирно на дугообразной формы балке, жестко присоединенной к стойкам, установленным подвижно в направляющих упомянутой планшайбы, причем дугообразной формы балка снабжена валом, подвижно расположенным в подшипниковой опоре рамы стенда, и подпружинена пружиной сжатия относительно последней, а сам вал снабжен гайкой, взаимодействующей с горизонтально размещенным винтом, несущим опорный каток, контактирующий со съёмными имитационными неровностями, закрепленными на раме стенда.

На чертеже (рис. 3.5) показана принципиальная схема стенда.

Стенд для испытания гидравлических амортизаторов состоит из рамы 1, на которой с помощью подшипников 2 установлена планшайба 3, снабженная коническим колесом 4, взаимосвязанным с конической шестерней 5, присоединенной к приводу их управления, состоящему из

передаточного механизма 6 и электродвигателя 7. На планшайбе 3 закреплены направляющие 8, на которых подвижно установлены стойки 9, жестко присоединенные к дугообразной формы балке 10, снабженной технологическими отверстиями 11. К планшайбе 3 шарнирно присоединен корпус 12 гидравлического амортизатора, а его шток 13 - к одному из технологических отверстий 11. К дугообразной формы балке 10 жестко присоединен вал 14, размещенный в опоре 15 рамы 1 и подпружиненный пружиной сжатия 16. На валу 14 закреплена гайка 17 с винтом 18, несущим на себе опорный каток 19 и рукоятку 20. Рама 1 стенда снабжена съемными имитационными неровностями 21.

Работает стенд для испытания гидравлических амортизаторов следующим образом. В зависимости от заданного режима работы гидравлического амортизатора, характерного для эксплуатационных условий, например, его корпус 12 совместно со штоком 13 устанавливают вертикально так, как это показано на чертеже, и присоединяют к дугообразной формы балке 10 через соответствующее технологическое отверстие 11 и к планшайбе 3. Затем, вращая рукоятку 20, перемещают по стрелке А опорный каток 19 так, чтобы он занял положение соответствующим контактам его с одним из видов имитационных неровностей 21, имитирующих определенное дорожное покрытие. Высота имитационных неровностей и характер их изменения по высоте могут быть различными (плавный, ступенчатый, прерывистый и т.д.) в зависимости, как от условий эксплуатации, так и от форсированного режима нагружения гидравлического амортизатора при испытаниях его на долговечность. Сами имитационные неровности 21 могут быть выполнены различными по профилю, то есть синусоидальными, с уступом, трапецеидального типа и так далее. После этого гидравлический амортизатор может быть подключен к регистрирующей тензометрической (не показано) или другого вида аппаратуре для снятия характеристик,

интересующих исследователя, и после этого подается напряжение на электродвигатель 7, который передает вращающий момент на коническое колесо 4 через коническую шестерню 5 и передаточный механизм 6 (передаточный механизм позволяет в широких пределах изменять частоту вращения конического колеса 4). Но так как планшайба 3 жестко соединена с коническим колесом 4, то и оно начинает вращаться, например, по стрелке В. Такое вращение передается и стойкам 9 за счет того, что они находятся в соединении с направляющими 8, выполненными, например, в виде цилиндрических пальцев. Но так как дугообразной формы балка 10 жестко присоединена к стойкам 9 и валу 14, то и последний передает вращающий момент опорному катку 19, также действующий по стрелке В. Опорное колесо 19, перекатываясь по имитационным неровностям 21, которые по окружности верхней части стенда 1 выполнены, например, волнообразными, передает подобные перемещения валу 14 по стрелке С, сжимая и разжимая пружину сжатия 16. Такие перемещения способствуют возвратно-поступательному движению штока 13, что и создает силовое нагружение гидравлического амортизатора. В процессе испытаний гидравлического амортизатора можно менять не только высоту имитационных неровностей 21 и их профиль, и пружину сжатия 16, имеющую различную жесткость, но и наклон его, изменяя угол в правую или левую сторону, используя технологические отверстия 11 дугообразной формы балки 10. В итоге можно получить широкий спектр изменения нагрузок, воспринимаемых амортизатором от имитационных неровностей 21 и положения гидравлического амортизатора относительно его вертикальной оси симметрии.

Технико-экономическое преимущество предложенного технического решения в сравнении с известными очевидно, так как оно позволяет

получить данные испытаний, приближенные к эксплуатационным условиям работы амортизатора.

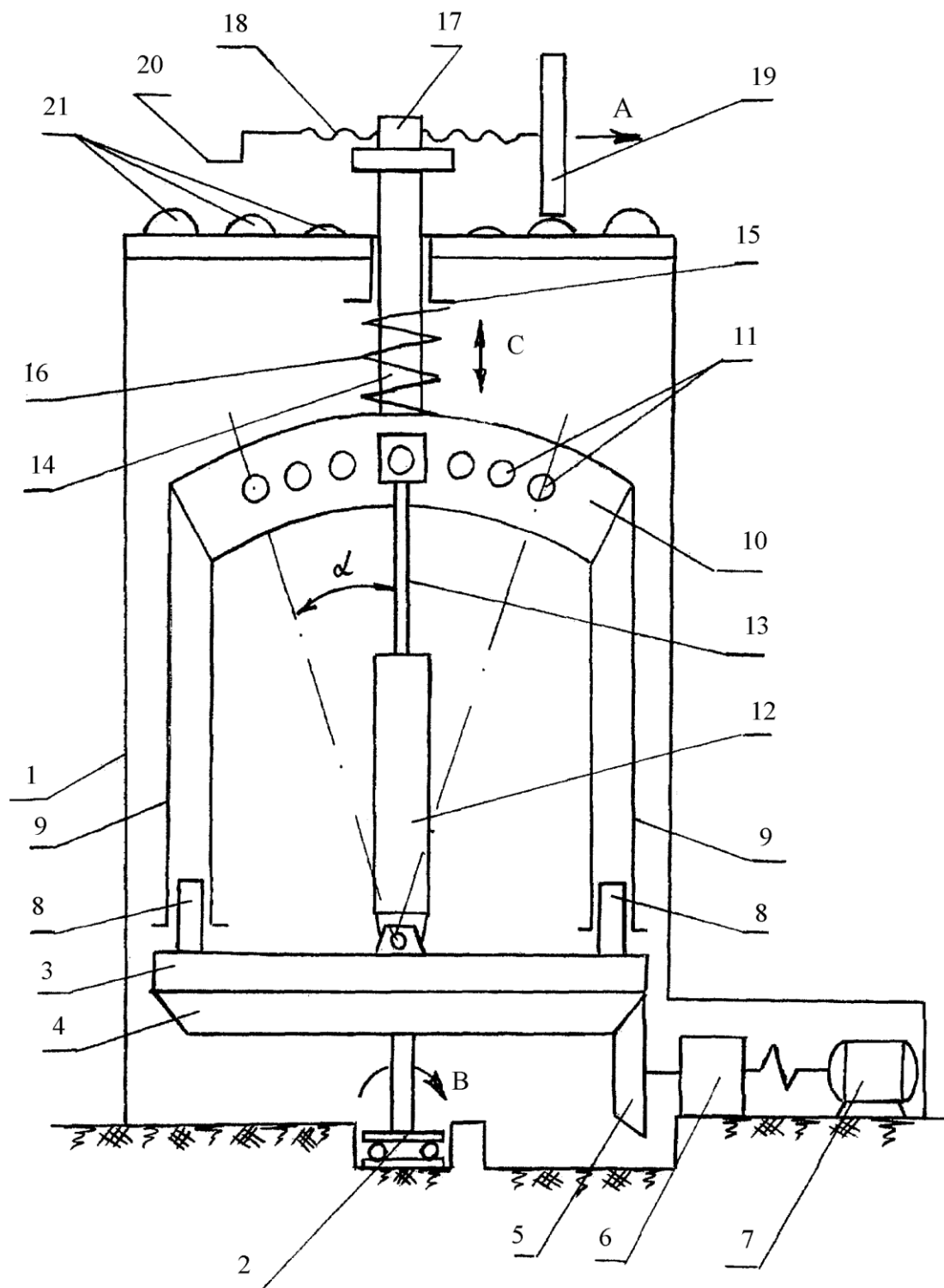


Рисунок 3.5 – Стенд для испытания амортизаторов

## **3.2 Стенд для испытания амортизаторов**

### **3.2.1 Описание конструкции стенда**

Стенд для испытания амортизаторов автомобилей (рис. 3.6), состоит из: стойки с основанием; верхнего узла крепления амортизатора, с регулировкой под его размер; площадки с нижним узлом крепления амортизатора и колебателем, приводимым во вращение от электродвигателя; тензодатчиков, следящих за амплитудой колебания, и усилием на штоке амортизатора, подключенными к линии диагностирования; пульта управления с блоком, задающим частоту и амплитуду колебаний. Линия диагностирования подключена к персональный компьютер (ноутбук) через преобразователь сигнала из аналогового в цифровой.

Испытуемый амортизатор помещается в сменный стакан нижнего узла крепления, расположенный на колебательной площадке. Шток амортизатора крепится к верхнему узлу, опускающемуся, в зависимости от длины амортизатора, с помощью винтовой передачи.

## **3.3 Колебатель стенда для испытания амортизаторов**

### **3.3.1 Описание конструкции и принцип действия колебателя**

Самобалансный колебатель (рис. 3.7), имеет два дебаланса, вращающихся в закрытом корпусе на одном валу. Центры масс дебалансов расположены в трех плоскостях, перпендикулярных оси вращения.

Поворачивая среднее коническое зубчатое колесо вокруг горизонтальной оси, можно изменять положение общего центра масс десбалансов и таким образом изменять направление колебаний корпуса. Положение оси, вокруг которой вращается зубчатое колесо, фиксируется винтом.

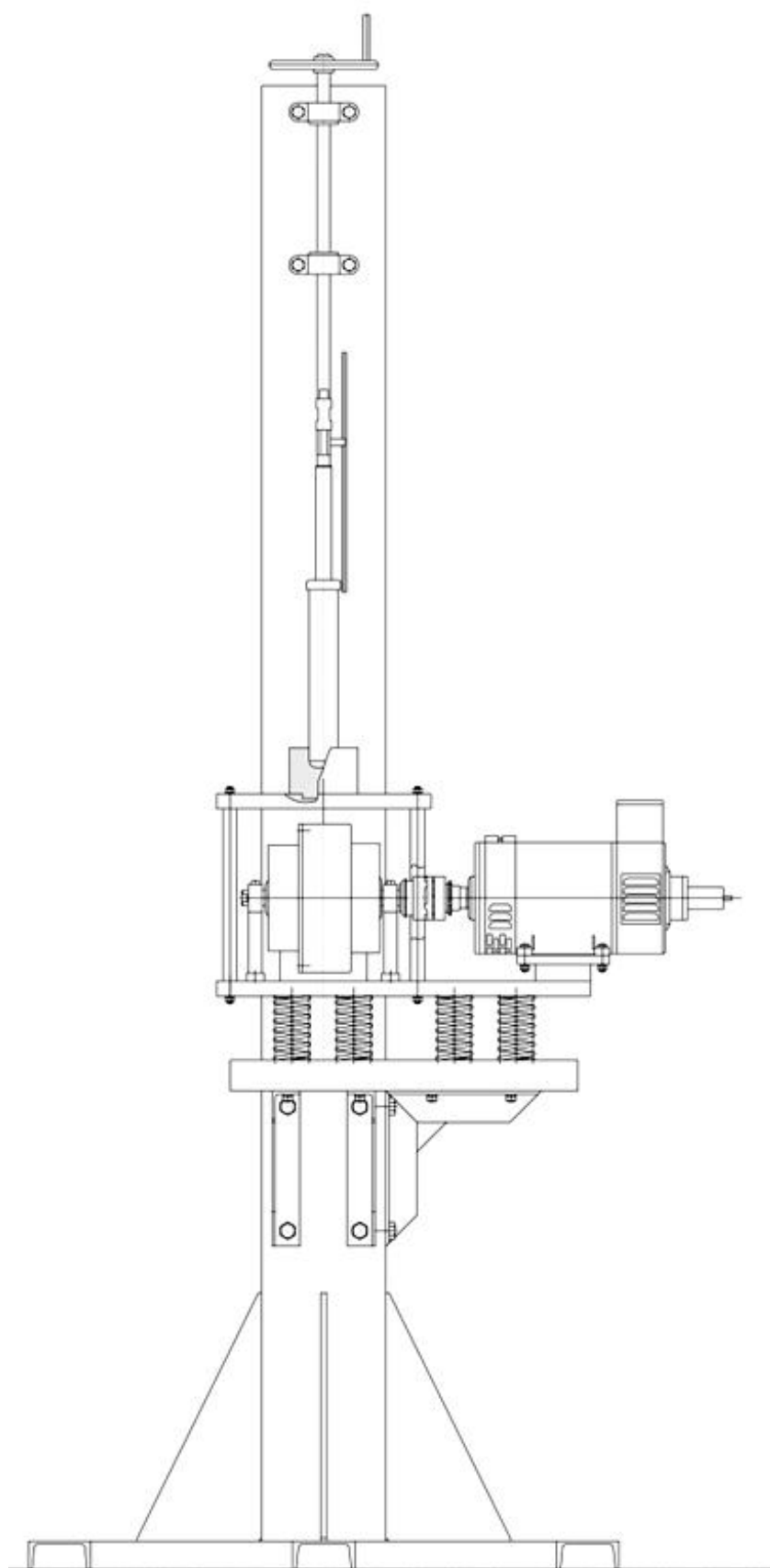


Рисунок 3.6 – Стенд для испытания амортизаторов



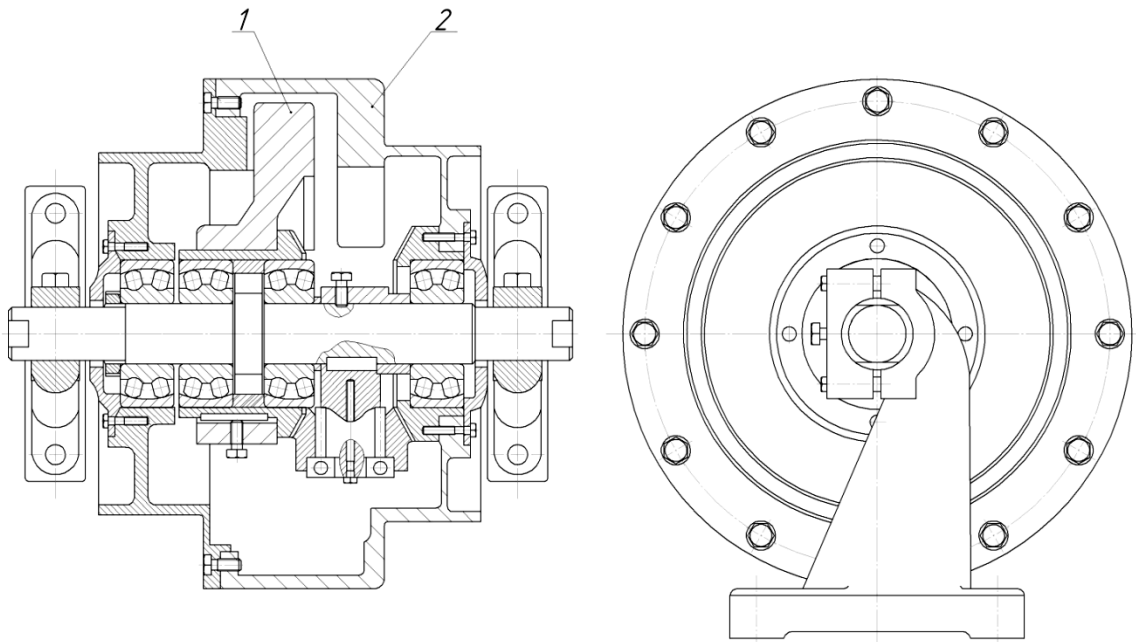


Рисунок 3.7 – Колебатель

1 – дебаланс внутренний; 2 – дебаланс наружный.

### 3.3.2 Расчеты вала колебателя

Определим силы инерции:

Число оборотов:  $n = 240 \text{ мин}^{-1} = 25,12 \text{ с}^{-1}$ .

Так как вал вращается равномерно ( $\omega = \text{const}$ ), то дебалансы 1 и 2 имеют только нормальные ускорения, направленные к оси вращения (к оси  $y$ )  $a_1$  и  $a_2$ :

$$a_1 = \omega^2 \cdot h_1 \text{ и } a_2 = \omega^2 \cdot h_2. \quad (3.1)$$

Тогда по второму закону Ньютона  $F = -m \cdot a$  силы инерции  $F_1^{ин}$  и  $F_2^{ин}$  будут направлены в противоположную сторону:

$$F_1^{ин} = m_1 \cdot a_1 = m_1 \cdot \omega^2 \cdot h_1 = 5 \cdot 25,12^2 \cdot 0,13 = 410, H; \quad (3.2)$$

$$F_2^{ин} = m_2 \cdot a_2 = m_2 \cdot \omega^2 \cdot h_2 = 3 \cdot 25,12^2 \cdot 0,16 = 302,8, H.$$

Составим расчетную схему вала для определения реакции (рис. 6.8):

Согласно принципу Даламбера, все внешние вилы и силы инерции образуют уравновешенную систему. Составим три уравнения статического равновесия для плоской системы сил, действующих на вал:

$$\sum X_i = 0, \quad X_A = 0; \quad (3.3)$$

$$\sum Y_i = 0, \quad F_1^{uh} + F_2^{uh} - Y_A - G_1 - G_2 - R_B = 0; \quad (3.4)$$

$$\sum m_A(\overline{F_k}) = 0, \quad (3.5)$$

$$-R_B \cdot (l - (a + b)) - G_2 \cdot (l - (a + b)) + F_2^{uh} \cdot (l - (a + b)) = 0 \quad (3.6)$$

Решим систему двух линейных уравнений относительно двух неизвестных  $\overline{Y}_A$  и  $\overline{R}_B$ .

Из уравнения (6.6) находим:

$$R_B = \frac{-G_2 \cdot (l - (a + b)) + F_2^{uh} \cdot (l - (a + b))}{l - (a + b)}$$

$$R_B = \frac{-49 \cdot (380 - (90 + 160)) - 302,8 \cdot (380 - (90 + 160))}{(380 - (90 + 160))}$$

$$R_B = \frac{-6370 - 39364}{130} = -352, H$$

Знак «-» означает, что направление  $\overline{R}_B$  противоположно показанному на рис. 3.8.

Из уравнения находим:

$$Y_A = F_1^{uh} + F_2^{uh} - G_1 - G_2 - R_B = 410 + 302,8 - 49 - 29,4 - (-352) = 906, H \quad (3.7)$$

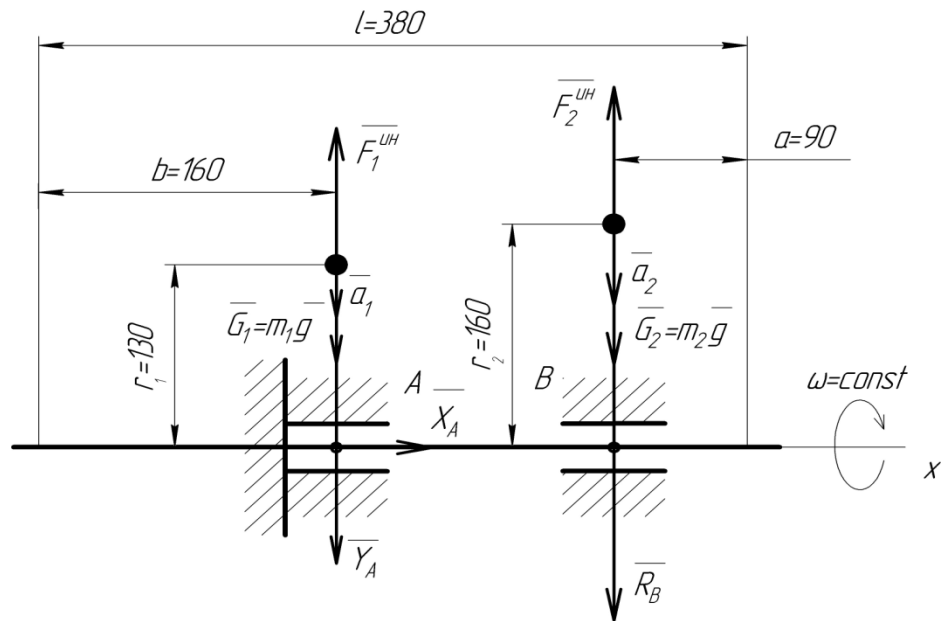


Рисунок 3.8 – Расчетная схема для определения реакции

Составим расчетную схему вала для проверочных расчетов на прочность (рис. 3.8):

Пользуясь правилами теоретической механики, приведем силы тяжести  $\bar{G}_1$  и  $\bar{G}_2$  дебалансов 1 и 2 к оси вала, тогда:

$$M_1^{u_{32}} = G_1 \cdot h_1 = m_1 \cdot g \cdot h_1 = 5 \cdot 9,81 \cdot 0,13 = 6,4, H \cdot m; \quad (3.8)$$

$$M_2^{u_{32}} = G_2 \cdot h_2 = m_2 \cdot g \cdot h_2 = 3 \cdot 9,81 \cdot 0,16 = 3,8, H \cdot m.$$

Определим значения изгибающего момента  $M$  в характерных сечениях вала. Для изгибающего момента применяется следующее правило знаков: момент считается положительным, если он создает сжатие в верхних волокнах балки (стержня).

Проведя линию, параллельную оси балки, величину  $M$ , действующую в соответствующих сечениях, получим эпюру изгибающих моментов. Эпюра позволяет определить, наиболее нагруженные сечения.

$$M_1 = 0;$$

$$M_2 = 0;$$

$$M_3 = M_2^{u_{32}} = 3,8, H \cdot m;$$

$$M_4 = M_2^{u_{32}} + F_2^{UH} \cdot (l - (a + b)) + R_B \cdot (l - (a + b)) - G_2 \cdot (l - (a + b))$$

$$M_4 = 3,8 + 302,8 \cdot (0,380 - (0,090 + 0,160)) + 352 \cdot (0,380 - (0,090 + 0,160)) - 29,4 \cdot (0,380 - (0,090 + 0,160)) = 85, H \cdot m;$$

$$M_5 = M_4 + M_1^{u_{32}} = 85 + 6,4 = 91,4, H \cdot m;$$

$$M_6 = M_1^{u_{32}} + F_1^{un} \cdot b - Y_A \cdot b - G_1 \cdot b$$

$$M_6 = 6,4 + 410 \cdot 0,16 - 906 \cdot 0,16 - 49 \cdot 0,16 = -80,8, H \cdot m$$

Эпюру изгибающего момента  $M$  строим со стороны сжатых волокон вала.

Выполним проверочный расчет вала на прочность.

Прочность — способность детали сопротивляться разрушению. Условие прочности детали по допускаемому напряжению имеет вид:

$$\sigma \leq [\sigma],$$

где  $[\sigma]$  — допускаемое напряжение.

В поперечных сечениях балки действуют нормальные и касательные напряжения. Нормальным напряжением  $\sigma$  называется составляющая напряжения, направленная по нормали к площадке. Касательным напряжением называется составляющая напряжения, действующая в плоскости площадки.

Основное значение имеют нормальные напряжения, распределяющиеся в сечении по линейному закону. Это является следствием закона Гука и гипотезы плоских сечений, согласно которой плоское поперечное сечение при деформации изгиба остается плоским и перпендикулярным к деформированной оси балки.

В точках, лежащих на нейтральной оси, которая проходит через центр тяжести сечения, нормальные напряжения отсутствуют. Наибольшей величины напряжения достигают в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси, причем

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}, W = \frac{I}{h_{\max}}, \quad (3.9)$$

где  $I$  — момент инерции сечения,  $\text{см}^4$ ;

$h_{max}$ . – расстояние от оси до наиболее удаленной точки.

Для круглого сечения диаметром  $d$ :

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}. \quad (3.10)$$

Вычислим:

$$\max \sigma_{M_z} = \frac{M_z}{W_z^d} = \frac{M_z}{(\pi \cdot d^3)/32}. \quad (3.11)$$

В сечении  $A$  вала:

$$\begin{aligned} \max \sigma_{M_z} &= \frac{91,4}{(3,14 \cdot 0,04^3)/32} \\ \max \sigma_{M_z} &= 14,554 \cdot 10^6, \frac{H}{м^2} = 14,544, МПа. \end{aligned}$$

В сечении  $B$  вала:

$$\max \sigma_{M_z} = \frac{3,8}{(3,14 \cdot 0,04^3)/32} = 0,6 \cdot 10^6, \frac{H}{м^2} = 0,6, МПа.$$

Условия прочности  $\sigma \leq [\sigma]$  в этих сечениях вала выполняются, так как для стали  $[\sigma] = 160, МПа$ .

### **3.4 Требования безопасности к конструкции стенда по диагностики подвески**

1. Все оборудование, имеющее электроприводы, а также щиты управления, должны быть присоединены к заземляющей сети предприятия.
2. Все защитные кожухи ограждения, имеющиеся на оборудовании, во время работы должны находиться на своих местах.
3. Рабочее место должно содержаться в чистоте и быть свободным от посторонних предметов.

Инструкция по безопасности труда для оператора  
при работе на участке ремонте двигателей автомобилей

#### **Общие требования требований безопасности**

1. Оператор допускается к работе, пройдя инструктаж по технике безопасности и медицинский осмотр, хорошо изучивший устройство и принцип работы оборудования используемых на участке. Так же получает специальную одежду и средства индивидуальной защиты. К работе допускаются лица старше 18 лет.

2. Опасными факторами при выполнении работ являются: скользкие поверхности, повышенная влажность, загрязнение химическими веществами и пестицидами, повышенная или пониженная температура машин, оборудования, моющих растворов.

3. Запрещается распивать спиртные напитки при выполнении работ, курить в не отведенном для этого места.

#### **Требования безопасности перед началом работы**

4. Надеть спецодежду и другие установленные для данного вида работ средства индивидуальной защиты. Одежда должна быть застегнута на все пуговицы и заправлена, брюки должны быть поверх обуви, застегните обшлага рукава.

5. Проверить, что применяемый при работе инструмент и приспособления были исправны, неизношенны и отвечали безопасным условиям труда. А так же проверить состояние моечной установки (машины), плотность крепления трубопроводов, сальников, подогревательных устройств, вентиляции, заземления. Проверить состояние фильтрационных решеток, сливных систем, отстойников.

#### **Требования безопасности во время работы**

6. Категорически запрещается находиться на рабочем месте в нетрезвом состоянии;

7. Запрещается работать без специальной одежды и средств индивидуальной защиты;

8. Не допускать посторонних лиц на участок во время работы, и отлучаться;

9. Избегать попадания струи воды открытых токоведущих проводников и оборудования;

10. Мойку автомобилей производить только при выключенном двигателе, наличии упоров под колесами, закрытых стеклах и дверях кабины и после выхода водителя из кабины.

### **Требования безопасности при аварийных ситуациях**

11. При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к несчастным случаям, принять все меры по устранению и ликвидации. Сообщить об аварии бригадиру, инженеру, руководителю хозяйства.

12. При наличии пострадавших, оказать доврачебную помощь, при необходимости принять меры к доставке его в медицинское учреждение, о случившемся сообщить бригадиру, инженеру, руководителю хозяйства, по возможности сохранить обстоятельства случая.

### **Требования безопасности по окончании работы**

13. После работы произвести уборку рабочего места. Все оборудование, которое имеет электропривод, должен быть выключены от сети. Все инструменты должны быть сложены в шкаф или выделенное для них место.

14. Снимите спецодежду и другие средства индивидуальной защиты, уберите их в шкаф закрытого типа, если спецодежда требует стирки или ремонта, сдайте ее в кладовую. Вымойте лицо и руки теплой водой с мылом.

15. Обо всех неисправностях сообщить администрации и старшему по участку.

### **Ответственность за нарушение требований безопасности**

16. За нарушение инструкции ответственные лица несут материальную и дисциплинарную ответственность.

17. При нанесении материального вреда ответственный за нарушение инструкции, повлекшие причинение вреда, обязан возместить материальный вред в полной мере.

Разработал: главный инженер

Согласовано: специалист по ТБ

### **3.5 Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях**

Безопасность жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях представляет собой систему мероприятий по обеспечению защиты населения и повышению устойчивой работы промышленности при возникновении сложных условий, угрожающих жизни человека.



## **Заключение**

В первом разделе дан краткий анализ состояния вопроса, разработаны мероприятия по оценке состояния амортизаторов транспортных средств и их влияния на эффективность использования, в результате которого был предложен проектируемый стенд для проверки амортизаторов.

Во втором разделе произведен технологический расчет СТО

В третьем разделе производятся необходимые конструктивные расчеты размеров деталей стенда, а также проведен расчет прочности деталей, дан общий обзор состояния охраны труда, спроектированы правила по технике безопасности и инструктаж по установке и эксплуатации стенда.

## Список использованной литературы

1. Афанасьев Л.Л. и др. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей (Альбом чертежей). - М.: Транспорт, 1999. - 192 с.
2. Бачурин А.А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных организаций, 2003.-152с.
3. Ведомственные строительные нормы. Предприятия по обслуживанию автомобилей: ВСН 01-89 / Минавтотранс РСФСР. - М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. - 52с.
4. Грибков В.М., Карпекин П.А. Справочник по оборудованию для ТО и ТР автомобилей. - М.: Россельхозиздат, 1984. - 223с.
5. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. - М.: Госстандарт, 1991. - 6с.
6. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно-допустимые сбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. - М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. - 12с.
7. Методические указания к расчёту коммуникаций СТОА составитель: Зимина Л.А., 2006.-13с.
8. Иванов В.Б. Справочник по нормированию труда на автомобильном транспорте. - Киев: Техника, 1991.-321с.
9. Колесник П. А., Шейнин В. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. М: Транспорт, 1995.- 325с.
10. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер с англ. – М.: Прогресс, 2000. - 736 с.
11. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Г. В. Крамаренко. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1993. - 488с.
12. Кузнецов Е.С. Управление техническими системами: Учебное пособие / МАДИ(ТУ) - М, 1998. - 177с.

13. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд. перераб. и дополн. /Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. - М.: Наука: 2004. – 535 с.
14. Лудченко А.А., Сова И.П. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – Киев, изд. об. «Выщая школа», 2007, 312с
15. Маслов Н.Н. Эффективность и качество ремонта автомобилей. - М: Транспорт, 1991. - 311с.
16. Стальные конструкции. Справочник конструктора. Изд. 2-е, перераб. и доп. Под ред. Н.П. Мельникова. М., Стройиздат, 2002. - 328с.
17. Мозгов Н.Н. Маркетинг: Учебное пособие. Тамбов: Изд-во ТГТУ-2000г. 256 с.
18. Методика планирования и учета объемов реализации бытовых услуг по ремонту и ТО транспортных средств, принадлежащих гражданам. Минавтопром СССР. Филиал НАМИ. – М.: НАМИ, 1983. – 40с.
19. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 271с.
20. Напольский Г.М., Солнцев А.А. Технологический расчет и планировка станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта»/МАДИ(ГТУ) – М.: 2003. – 53с.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A1			ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.00.СБ			
						Детали		
		A3	1		ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.01	Плита	1	
		A3	2		ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.02	Стойка	2	
		A3	3		ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.03	Сухарь	2	
		A3	4		ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.04	Уголок	2	
			5					
						Стандартные изделия		
			8			Болт М20-10g*100.66.029 ГОСТ7808-70	4	
			7			Болт М16-8g*100.66.029 ГОСТ7808-70	6	
			8			Болт М16-10g*100.66.029ГОСТ7808-70	2	
			9			Болт М14-6g*100.66.029ГОСТ7808-70	4	
			10			Гайка М120-10Н.5ГОСТ5915-70	4	
			11			Гайка М16-10Н.5ГОСТ5915-70	2	
			12			Шайба 20.65Г.029ГОСТ6402-70	4	
			13			Шайба 16.65Г.029ГОСТ6402-70	6	
			14			Шайба 16.65Г.029ГОСТ6402-70	2	
					ВКР 23.03.03.455.20.СДА.00.00.00.СП			
Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.	Изм. № подл.
Разработ.	Галиаскаров И.А.	Провер.	Халиуллин Ф.К.	Н.контр.	Халиуллин Ф.К.	Утв.	Хафизов Р.Н.	Дата
Стенд ДП						Лист	Лист	Листов
						Д\П	1	2
						КГАУ каф. ТАиЗУ		

Копировал

Формат А4

