

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему: «Модернизация стенда для испытания на крутильную жесткость
задней полунезависимой подвески переднеприводного автомобиля»

Студент

Е.М. Живаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Л.А. Черепанов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук Е.А. Боргардт

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. техн. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте произведена модернизация стенда для испытания крутильной жёсткости полунезависимой задней подвески переднеприводного автомобиля. В дипломном проекте, проведен анализ существующих конструкций стендов для испытаний подвески автомобиля.

Спроектированное устройство отличается простотой и технологичностью конструкции, высокой эффективностью и надежностью в работе, удобством обслуживания и ремонта, минимальной массой и небольшими габаритами. К вопросу об улучшения подвески автомобиля, подходят с большим вниманием, поэтому работа выполненная в данном направлении актуальна на сегодняшний день. Таким образом, конструкция подвески и ее узлов в частности — играют огромную роль в обеспечении безопасности дорожного движения. Имея необходимые технические характеристики конструкции, стенд так же подходит для использования студентами. Проводимые на стенде лабораторные работы, являются важными и необходимыми при прохождении курса «Теория автомобиля».

При оценивании данного проекта проведено технико-экономическое обоснование проекта, тягово-динамические и прочностные расчеты.

В экономической части проведена оценка конструкторских показателей надежности и долговечности, оценка коммерческой значимости проекта и определена производственная стоимость стенда.

В проекте разработан технологические процессы сборки и модернизации стенда, мероприятия по промышленной безопасности и экологии.

Пояснительная записка содержит 90 листов печатного текста включающая в себя 6 разделов, введение, заключение и список источников и приложения, 8 листов формата А1, 24 таблиц.

ABSTRACT

In this diploma thesis, the stand for testing the torsional rigidity of the semi-independent rear suspension of a front-wheel drive car was modernized. In the diploma project, the analysis of existing designs of stands for testing car suspension was conducted.

The designed device is characterized by simplicity and technological design, high efficiency and reliability in operation, ease of maintenance and repair, minimal weight and small dimensions. The issue of improving the suspension of the car is approached with great attention, so the work done in this direction is relevant today. Thus, the suspension structure and its components in particular play a huge role in ensuring road safety. Having the necessary technical characteristics of the structure, the stand is also suitable for use by students. It allows to carry out laboratory work more effectively when studying such disciplines as «Theory of Cars».

To evaluate the presented design, a feasibility study of the project, traction-dynamic and strength calculations were carried out.

In the economic part, the design indicators of reliability and durability were evaluated, the commercial significance of the project was assessed, and the production cost of the stand was determined.

The project developed technological processes for Assembly and modernization of the stand, industrial safety and environmental measures.

The explanatory note contains 90 sheets of printed text including 6 sections, introduction, conclusion and list of sources and appendices, 8 sheets of A1 format, 24 tables.

Содержание

Введение.....	6
1. Основные понятие и определения.....	8
1.1. Назначение системы поддрессоривания автомобиля.....	8
1.2. Требования, предъявляемые к конструкции стенда и подвеске	10
1.3. Классификация стендов.....	13
1.4 Обзор тенденции развития стендов.....	14
1.5 Автотранспортные средства.....	22
1.6 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции.....	36
1.7 Описание стенда.....	41
1.8 Электрическая схема стенда.....	42
1.9 Принцип работы стенда.....	43
1.10 Описание приспособления.....	44
2. Проведение испытаний на крутильную жесткость	46
2.1 Методика проведения испытаний.....	46
2.2 Тарирование тензоэлементов	47
2.3 Проведение испытания	49
3. Конструкторская часть	52
3.1. Тягово-динамический расчет переднеприводного автомобиля	52
4. Технологическая часть	73
4.1 Анализ технологичности конструкции изделия.....	73
4.2. Разработка технологической схемы сборки.....	74
4.3 Составление перечня сборочных работ.....	75
4.4 Выбор организационной формы сборки	76
4.5 Составление маршрутной технологии.....	76
4.6 Проектирование сборочной операции	77
5. Экономическая часть	78
5.1. Маркетинговые исследования.....	78
5.2. Определение ожидаемой трудоемкости.....	79
5.3. Определение суммарной длительности нир.....	81

5.4. Расчет сметы затрат на НИР	84
5.5. Расчет амортизационных отчислений	88
5.6. Определение капитальных затрат.....	90
5.7. Анализ порога безубыточности.....	91
5.8. Расчет коммерческой эффективности	95
6. Безопасность и экологичность объекта	103
6.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций.....	103
6.2 Меры безопасности при работе на стенде для измерения крутильной жесткости.....	104
6.3 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на организм работающих.....	106
6.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда.....	107
6.5 Обеспечение электробезопасности	111
6.6 Обеспечение пожарной безопасности	112
6.7 Экологическая экспертиза проекта.....	114
6.8 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях.....	114
Заключение	116
Список используемой литературы	117
Приложения	119

Введение

Конструкции современных автомобилей непрерывно совершенствуются, повышается их надежность в эксплуатации, удобство обслуживания, улучшаются экономические и технические параметры. Как следствие этого, повышается скорость движения, а вместе с постоянно увеличивающимся выпуском автомобилей растет и плотность транспортного потока на дорогах. В настоящее время в мире насчитывается около 500 млн. автомобилей, из них примерно 75 % приходится на легковые. В результате всего этого усложняются условия дорожного движения, возрастает число дорожно-транспортных происшествий, из которых только 8 % обходится без пострадавших. Эти данные говорят о том, что автомобильный транспорт является одним из самых опасных.

Таким образом, со внедрением автомобиля в нашу жизнь возникают и проблемы безопасности автомобиля, сохранения жизни водителя и пассажиров, уменьшения травматизма при авариях. Решение этой проблемы заложено в повышении активной и пассивной безопасности автомобиля. Важным шагом в решении этой проблемы является совершенствование конструкции автомобиля, в частности, средств активной безопасности.

Активная безопасность автомобиля, это свойство транспортного средства, которое снижает вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия, предотвращает опасность, возникшую при совершении дорожно-транспортного происшествия, которое определяет эксплуатационные, а так же конструктивные качества авто, проявляющиеся при эксплуатации транспортного средства и аварийных ситуациях. Этому виду безопасности характерны - обзорность, освещенность, управляемость, эргономические условия рабочего места водителя, устойчивость, маневренность, скоростными и тормозными свойствами. Таким образом, конструкция автомобиля и, в частности, средств его активной безопасности

— играют огромную роль в обеспечении безопасности дорожного движения, снижения тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий.

Одним из перспективных направлений повышения активной безопасности автомобиля является — улучшение устойчивости и управляемости автомобиля. Для этого необходимо совершенствовать подвеску автомобиля. Для исследования крена кузова нужна информация о крутильной жёсткости подвесок, которую можно получить с помощью стендовых испытаний.

Целью дипломного проекта является модернизация стенда для испытания на крутильную жёсткость задней полунезависимой подвески переднеприводного автомобиля.

1. Основные понятие и определения

1.1. Назначение системы поддресоривания автомобиля

Подвеска - играет главную роль в работе автомобиля. Подвеска автомобиля напрямую связана с комфортом, который испытывают водитель и пассажиры при вождении автомобиля. Подвеска также гарантирует, что автомобиль будет устойчив на дороге и сможет управляться легко и эффективно. Таким образом, даже если производительность автомобиля с точки зрения его мощности и пробега находится на должном уровне, плохая подвеска в этом случае приведет к плохим впечатлениям.

Основная цель подвески автомобиля - поглощать неровности, которые неизменно встречаются на дорогах, по которым мы движемся. Если эти неровности не будут поглощены подвеской и ее составляющими, автомобиль может потерять связь с дорогой при прохождении неровности, что приведет к потере контроля. Таким образом, возникает необходимость в подвесной системе. Работа автомобильной подвески состоит в том, чтобы максимизировать трение между шинами и поверхностью дороги, обеспечить стабильность рулевого управления при хорошей управляемости и обеспечить комфорт пассажиров.

Система подвески, очень важна для функционирования автомобиля, которая часто не получает такого внимания, как другие части автомобиля.

В целом, большинство автомобильных систем подвески имеют одинаковые базовые компоненты и работают аналогично. Компоненты, встречающиеся в любой системе подвески, включают в себя пружины, амортизаторы, торсионы, резинометаллические шарниры и другие детали.

«По назначению детали подвески делятся на упругий элемент, направляющее устройство и гасящее устройство. Упругий элемент передает вертикальные нагрузки и снижает уровень динамических нагрузок,

возникающих при движении автомобиля по неровностям поверхности дороги, обеспечивая при этом необходимую плавность хода автомобиля.

Направляющее устройство подвески передает несущей системе автомобиля силы и моменты между колесом и кузовом и определяет характер перемещения колес относительно несущей системы автомобиля. В зависимости от конструкции направляющее устройство полностью или частично освобождает упругий элемент от дополнительных нагрузок, передаваемых колесами раме (кузову) автомобиля»[6].

«Гасящее устройство, а также трение в подвеске обеспечивают затухание колебаний кузова и колес автомобиля, при котором механическая энергия колебаний переходит в тепловую. Подвески по типу упругого элемента подразделяются на рессорные, пружинные, торсионные, резиновые, пневматические, гидравлические и комбинированные.

В зависимости от типа направляющего устройства все подвески делятся на зависимые и независимые. Особенностью зависимой подвески колес является наличие жесткой балки, связывающей левое и правое колеса, поэтому перемещение одного колеса в поперечной плоскости передается другому. При независимой подвеске отсутствует непосредственная связь между колесами, каждое колесо данного моста перемещается независимо одно от другого»[6].

«Независимые подвески по характеру перемещений, сопутствующих вертикальному подъему колеса, подразделяются на подвески перемещением колеса в поперечной, продольной плоскости или в двух плоскостях (поперечной и продольной) и свечные.

Гасящее действие в подвеске обеспечивается главным образом амортизатором»[6]. Поэтому важным компонентом подвески является амортизатор. Амортизатор предназначен для демпфирования при управлении движением автомобиля. При отсутствии амортизаторов, пружины продолжают растягиваться и сжиматься после удара, пока вся энергия дорожного удара не будет поглощена.

Физика амортизатора довольно сложна, амортизатор берет механическую энергию пружины и преобразует ее в тепловую энергию. Это достигается за счет сопротивления пружинам - растягивание и сжатие пружины напрямую связаны с амортизатором. Сопротивление обусловлено наличием масла в амортизаторе, которое, двигаясь под давлением через узкое сечение клапанов трудно сжать.

«В настоящее время более распространены гидравлические амортизаторы. По характеру работы различают амортизаторы одностороннего и двустороннего действия.

Амортизаторы одностороннего действия создают сопротивление и гасят колебания только при ходе отбоя, а двустороннего действия — как при ходе отбоя, так и при ходе сжатия. По конструктивному признаку различаются амортизаторы телескопические и рычажные»[6].

1.2. Требования, предъявляемые к конструкции стэнда и подвеске

«Одним из основных методов, применяемых при модернизации или оценке пригодности автомобилей, их узлов и деталей к нормальной эксплуатации, являются испытания подвесок. Наиболее качественные результаты предоставляют натурные испытания автомобилей на испытательных полигонах в условиях, приближённых к эксплуатационным»[4].

«Однако их проведение требует существенных затрат времени, материальных и трудовых ресурсов, жёсткой привязки к погодным условиям и несёт недостаточную стабильность повторяемости входных воздействий от дороги (это обусловлено невозможностью обеспечения идентичных погодных условий и микро профиля дороги в повторных испытаниях), что приводит к невозможности применения этого вида испытаний в объёме, необходимом для полного обеспечения потребностей инженеров — конструкторов»[4].

«В данной работе, внимание обращается на стенд для исследования жёсткостей задней полунезависимой подвески автомобиля. Оборудование было создано специально для упрощения исследований задней подвески. Требования предъявляемые к стенду:

1. Рама должна быть изготовлена из жёсткого и прочного материала.

2. При нагружении рама не должна скручиваться для обеспечения точных показаний при снятии параметров»[4].

3. Все элементы подвески должны быть установлены и занимать свои посадочные места как в автомобиле.

4. Стенд должен позволять создавать крены, перегибы и скручивание подвески.

5. Все элементы подвески должны быть жёстко закреплены к раме.

«Основные требования, предъявляемые к подвескам, следующие:

1. Упругая характеристика подвески должна обеспечить высокую плавность хода, отсутствие ударов в ограничители хода, противодействовать кренам на повороте, «клевкам» при торможениях и «приседаниях» при разгоне автомобиля»[4].

2. «Кинематическая схема должна создать условия для возможного минимального изменения колеи и углов установки шкворней и управляемых колес; соответствие кинематики перемещения колес кинематике рулевого привода, исключая колебания управляемых колес вокруг шкворней»[4].

3. «Оптимальная величина затухания колебаний кузова и колес.

4. Надежная передача от колес кузову или раме продольных и поперечных усилий и их моментов.

5. Малая масса элементов подвески и особенно неподрессоренных частей.

6. Достаточная прочность и долговечность деталей подвески и особенно упругих элементов, относящихся к числу наиболее нагруженных деталей автомобиля»[4].

«На организм человека влияют амплитуда, частоты, ускорения и интенсивность ускорений колебательного движения. В практике оценки общей интенсивности колебаний подрессоренной массы автомобиля широко применяется дисперсия ускорения при движении по заданной дороге. Данный критерий является интегральным и учитывает весь спектр воздействующих колебаний»[4].

«Дисперсия является статистически хорошо определяемой величиной, что позволяет сравнительными испытаниями или соответствующими расчетами оценить влияние на ее величину самых незначительных изменений в конструкции автомобиля и его подвеске»[4].

«Международная организация по стандартизации (ИСО) разработала стандарт, устанавливающий допустимые средние квадратические ускорения в диапазоне 1—80 Гц при продолжительности воздействия, равной 8 ч (рисунок 1.1) »[4].

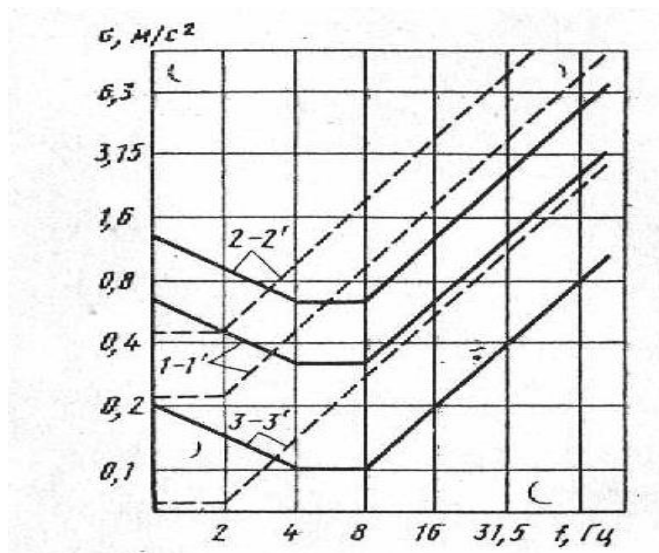


Рисунок 1.1. - Предельные средние квадратические ускорения (стандарт ИСО 2631) сплошные линии – вертикальные ускорения; штриховые – горизонтальные

«Показанные границы $1-1'$, см. рисунок 1.1 соответствуют предельным значениям, при превышении которых снижается производительность труда. Границы $2-2'$ обеспечивают безопасность для здоровья водителя, а границы $3-3'$ оценивают соответствующее нарушение комфорта. Колебание кузова при движении автомобиля по неровной дороге происходит не со случайно меняющимися частотами, а с частотами собственных колебаний. Снижение этих частот способствует понижению ускорений колебаний кузова при движении автомобиля по любой дороге и приводит к улучшению плавности хода автомобиля»[12].

«Физиологически наиболее привычными для человека являются колебания с частотами, свойственными нормальной ходьбе. При хорошем качестве подвески значение собственных частот составляет для легковых автомобилей 0,8—1,2 Гц, а для грузовых автомобилей и автобусов — 1,2—1,9 Гц. Если собственные частоты лежат в указанных выше пределах, человеческий организм хорошо переносит колебания. относительно земли в полностью груженном и снаряженном весовых состояниях.

Всем перечисленным требованиям должна удовлетворять задняя подвеска, которую необходимо выбрать и принять к испытанию на стенде»[12].

1.3. Классификация стендов

Существующее в настоящее время стенды квалифицируются:

- «Для бензиновых и дизельных двигателей. Для испытания топливной аппаратуры. Измерение мощностного баланса ДВС. Ресурсные испытания. Обкаточные. Универсальные, для применения более новых агрегатов или систем, устанавливаемых на двигателе»[7].

- «Для испытания сцеплений. Испытание ведомого диска. Испытания нажимного диска. Фрикционных накладок. Испытания на долговечность. Разомкнутыми и замкнутыми потоками мощности.
- Для испытания коробок передач. Ресурсные испытания.
- Для испытание приводных валов.
- Для испытания элементов подвески. Пружин, амортизаторов, балок, сален блоков, рулевых наконечников, шаровых опор и рычагов»[7].

1.4 Обзор тенденции развития стендов

Стенд для испытания торсионов

«Изобретение относится к испытательной технике и может быть использовано, в частности, при испытании торсионов. Стенд для испытания упругого элемента содержит раму. На раме смонтированы активный захват, связанный с силовым приводом, пассивный захват, индикатор угла закручивания упругого элемента, механизм выбора люфтов. Активный и пассивный захваты снабжены подшипниковыми опорами»[7].

«Подшипниковые опоры пассивного захвата установлены с возможностью поворота относительно своей продольной оси. Индикатор угла закручивания выполнен в виде двух датчиков углового положения, установленных неподвижно относительно рамы и соединенных с активным и пассивным захватами. Механизм выбора люфтов выполнен в виде коромысла, соединенного с пассивным захватом. На раме расположены упругие толкатели и жесткие упоры, взаимодействующие с коромыслом. Техническим результатом изобретения является возможность осуществления испытания торсионов на различные углы закручивания и повышение точности измерений (рисунок 1.2)»[7].

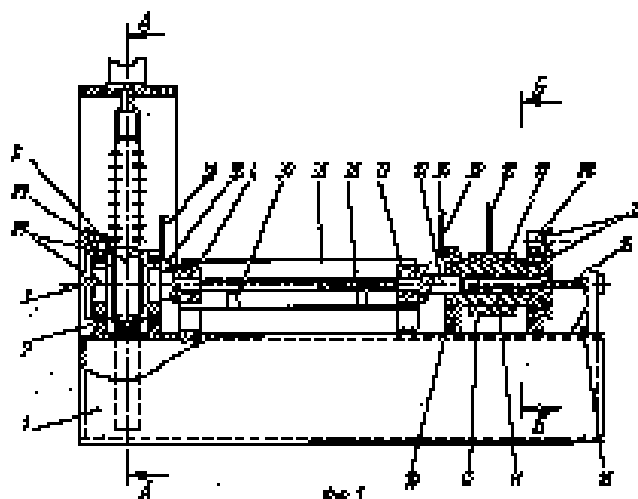


Рисунок 1.2. - Схема стенда для испытания торсионов

Стенд для испытания винтовых пружин сжатия

«Стенд для испытания винтовых пружин сжатия (рисунок 1.3), содержащий станину, разнесенные друг другу подвижные опоры для установления между ними испытываемой пружины, одна из которых (опора) соединена с приводом нагружения пружины, а другая выполнена качающейся, отличающийся тем, что станина снабжена рычагом, расположенным в зоне качающейся опоры, соединенным шарнирно со станиной через кронштейн, причем одно плечо рычага соединено с качающейся опорой с возможностью движения с ней в плоскости геометрической оси испытываемой пружины, а другое плечо снабжено противовесом, установленным с возможностью движения и фиксации относительно него (плеча)»[9].

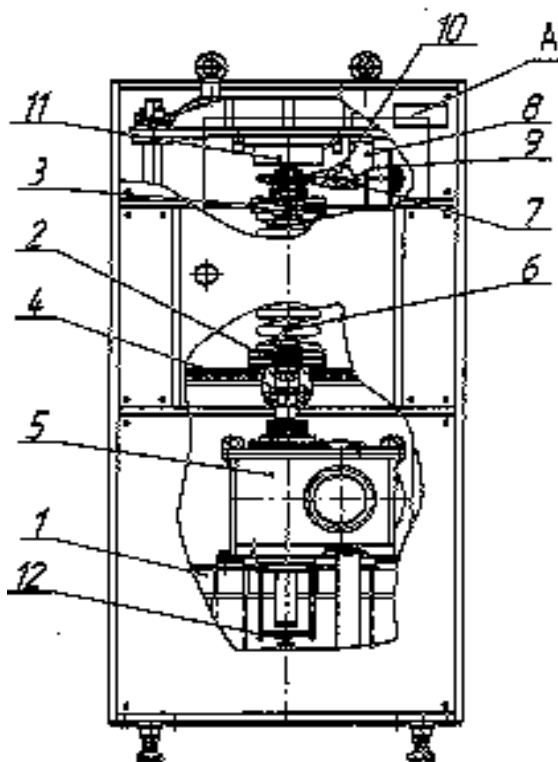


Рисунок 1.3. - Схема станда для испытания винтовых пружин на сжатие

Стенд для испытания амортизаторов

«**Назначение** станда: испытания гидравлических амортизаторов легковых автомобилей (рисунок 1.4).

Стенд обеспечивает:

- испытания амортизаторов и телескопических стоек легковых автомобилей (2101, 2121, 2108, 2110, 2123, 3102) в автоматическом режиме с использованием пневматических зажимов;
- вывод на экран монитора протокола испытаний с отображением рабочей диаграммы (скоростной характеристики), усилий сопротивления отбоя и сжатия, соответствующих дроссельной и максимальной скоростям перемещения поршня амортизатора, сведений о работе привода, ФИО оператора, даты и времени, типа амортизатора»[9].
- «клеямение амортизатора при соответствии его ТУ завода-изготовителя на испытание;
- возможность плавного регулирования частоты вращения привода;

- возможность изменения хода ползуна;
- выдачу заключения о соответствии амортизатора требованиям ТУ завода-изготовителя;

- выдачу заключения о неисправностях в работе амортизатора;
- ведение статистического анализа испытания амортизаторов;
- печать протоколов испытаний.

Особенности:

Стенд надежен, прост в обслуживании, в проведении метрологических проверок»[9].

Стенд защищен и защищается патентами Российской Федерации.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Контролируемое усилие, кг	0-200
Погрешность стенда, не более, %	2
Ход ползуна, мм	70
Частота привода. об/мин	10-105
Скорость испытания, м/с	0,04-0,39
Потребляемая мощность, не более, кВт	2,0



Рисунок. 1.4. - Стенд для испытания амортизаторов

Привод стенда	электромеханический
Крепление амортизатора	механическое
Максимальное контролируемое усилие, кг	200
Погрешность стенда, не более, %	2
Частота привода, об/мин:	
номинальная	82
с регулятором частоты	10-86
Скорость испытания (с регулятором частоты), м/с	0,03-0,314
Напряжение питания, В	380
Потребляемая мощность, не более, кВт	2,0

Дорожные испытания на управляемость автомобиля со стабилизатором и без стабилизатора

На дорогах России уже давно встречаются автомобили с задраным кузовом до внедорожных высот, колёса, выступающие за габариты автомобиля, а также различные аэродинамические компоненты. На переднеприводных моделях не редко встречаются детали, установленные на заднюю подвеску – стабилизатор поперечной устойчивости (рисунок 1.7). Деталь выкрашена в яркий цвет и монтируется, чаще на автомобилях с увеличенным дорожным просветом с помощью проставок – видимо, чтобы компенсировать увеличившийся крен кузова. Было принято решение провести дорожные испытания. Был приобретён задний стабилизатор поперечной устойчивости и специальные проставки, увеличивающие развал колёс задней оси в отрицательную сторону. Проставки – штампованные металлические шайбы, с рассверленными отверстиями для монтажа между ступицей автомобиля и рычага балки. Стабилизатор, применяемый на задней подвеске, имеет диаметр 20 мм. В снаряжённом состоянии на заднюю ось автомобиля приходится около 40% массы автомобиля. Связи стабилизатора с кузовом нет, поэтому влияние его на крен кузова отсутствует, поэтому влияние крутильной жесткости оказывает незначительное.



Рисунок 1.7 - Фото стабилизатора.

«ВАРИАНТ 1: СТАНДАРТНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ: в процессе доводки все же удалось заложить в нее необходимый запас надежности. Автомобиль устойчив на прямой, понятен и прогнозируем на высокой скорости. В целом автомобиль хорошо выполнил весь предложенный комплекс маневров, отягощая жизнь водителя лишь невысокой точностью управления в экстремальных ситуациях да чрезмерной недостаточной поворачиваемостью (рисунок 1.6)»[16].



Рисунок 1.6. - Эксперимент проводился без стабилизатора

«ВАРИАНТ 2: СТАВИМ СТАБИЛИЗАТОР: крены кузова уменьшились, но не настолько, чтобы говорить об этом всерьез. Тем не менее, в первом же быстром повороте автомобиль поехал не так, как раньше. Вначале он вроде бы упирался на входе в поворот, затем вдруг резко сорвал заднюю ось в скольжение. Занос особенно активно развивается при сбросе газа и требует очень быстрой коррекции - раньше такого не было. На первый взгляд, по горному серпантину стабилизатор позволяет ехать быстрее или, по крайней мере, активнее. Но стоит хоть немного переоценить свои возможности, ошибиться в выборе скорости или просто попасть в повороте на грязный участок, как овладеть машиной становится очень трудно: срыв задней оси, быстрый и резкий, возникает почти без предупреждения, а все

остальные реакции - на прежнем уровне. Результат со стабилизатором значительно хуже "стандарта" (рисунок 1.5)»[16].



Рисунок 1.5. - При применении стабилизатора заметно больший отрыв

«ВАРИАНТ 3: СТАВИМ ПРОСТАВКИ БЕЗ СТАБИЛИЗАТОРА: они позволили увеличить угол развала задних колес (на 50 минут каждое). На дороге этот вариант поведением очень напоминает стандартный, и лишь с ростом скорости ощущаешь, что увеличилась недостаточная поворачиваемость. автомобиль не так охотно заезжает в поворот, стремясь распрямить траекторию. Естественно, это не добавляет удовольствия от управления автомобилем. Оправданием послужил лишь более плавный срыв в скольжение (в сравнении с базовым вариантом) при выполнении специальных маневров»[16].

ВАРИАНТ 4: ПРОСТАВКИ ПЛЮС СТАБИЛИЗАТОР: автомобиль начинает активно управлять задней осью. Занос задней оси становится резче, чем в варианте 2, преодолевается сложнее. «Внешне эффектное поведение автомобиля становится опасным в обычных дорожных условиях. В нестандартных ситуациях боковое скольжение тут же переходит во вращение со всеми вытекающими последствиями.

Итак, мы в очередной раз убедились: автомобиль - это сбалансированная конструкция, вмешиваться в которую следует лишь очень аккуратно. Увы, ни один из рассмотренных вариантов не избежал посягательства на святая святых - активную безопасность. Да, ездить в чем-то интереснее, но автомобиль становится слишком агрессивным, легко выходит из под контроля»[16].

**1.5 Автотранспортные средства.
методы определения основных параметров,
влияющих на плавность хода**

ОСТ 37.001.252-82

Настоящий стандарт распространяется на автотранспортные средства (легковые и грузовые автомобили, автобусы, прицепы полуприцепы) и устанавливает методы определения:

- параметров характеристик вертикальной упругости подвески и шин;
- параметров характеристик поперечной угловой упругости подвески;
- масс и компоновочных параметров;
- параметров свободных колебаний поддресоренных и недресоренных масс;
- параметров амплитудно-частотных характеристик колебаний поддресоренных и недресоренных масс.

Стандарт не распространяется на автомобили с осевыми нагрузками свыше 100 кН и специальные колесные шасси.

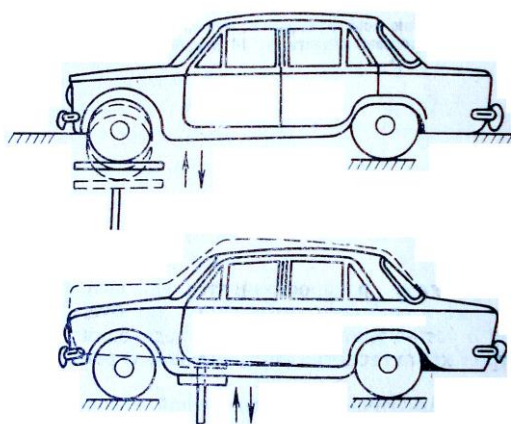
Методы определения параметров характеристик амортизаторов в соответствии с ОСТ 37.001.084—84.

**Методика определения параметров характеристик вертикальной
упругости подвески и шин**

1.1. Определение характеристик вертикальной упругости проводится на специальных установках, которые должны обеспечивать относительное перемещение по вертикали кузова (рамы) и колеи (оси).

1.1.1. Нагружение подвески осуществляется одним из представленных способов или их комбинацией (черт. 1):

Схемы установок для определения характеристик вертикальной упругости подвесок и шин



Черт.1- Схема установки для определения вертикальной упругости подвески

— При неподвижно закрепленном кузове перемещением вверх или вниз колес (оси) исследуемой подвески;

— При установленных на неподвижных в вертикальном направлении площадках колесах исследуемой подвески перемещением вверх или вниз кузова (рамы) автомобиля, закрепленного на подвижной опоре или прижатого к ней балластом.

1.1.2. Установка должна обеспечивать поджатие и разгрузку упругих элементов подвески и пределах от вывешенного состояния колес до двойной статической нагрузки на ось при полной массе автомобиля.

Скорость относительных перемещений подрессоренных и неподрессоренных масс не должна превышать 3 мм/с.

1.2. Установка для снятия характеристик вертикальной упругости подвесок должна включать:

1.2.1. Тензовесы для измерения вертикальных нагрузок G , действующих со стороны колес автомобиля на опорную поверхность,

1.2.2. Комплекс аппаратуры для измерения относительных перемещений подрессоренных и неподрессоренных масс h .

1.2.3. Комплекс аппаратуры для автоматической регистрации характеристик вертикальной упругости в координатах $h—G$, обеспечивающий регистрацию характеристик с относительными погрешностями по координатам до 3%.

1.2.4. Подвижные площадки под шины, обладающие движением шин в горизонтальной плоскости с трением, $<2\%$ от вертикальных нагрузок.

1.3. Порядок проведения экспериментального определения характеристики вертикальной упругости подвески

1.3.1. Автомобиль колесами исследуемой подвески устанавливается на тензовесах. В случае изменения колеи или базы автомобиля в процессе испытаний между колесами и тензовесами должны располагаться подвижные площадки по п. 1.2.4. При этом опорные поверхности всех колес автомобиля должны быть на одном уровне. В зависимости от способа нагружения подвески кузов автомобиля балластируется или закрепляется неподвижно на раме (фундаменте) установки. Крепление автомобиля должно обеспечить его надежную фиксацию в продольном направлении. На автомобиле закрепляется датчик относительных перемещений подрессоренных и неподрессоренных масс. Рычаг переключения передач ставится в нейтральное положение, колеса растормаживаются.

Примечание. Автомобиль, предъявляемый к испытаниям, должен быть в технически исправном состоянии и иметь пробег обкатки не менее рекомендуемого инструкцией по эксплуатации.

1.3.2. Предварительным нагружением и разгрузкой подвески определяется работоспособность измерительной и регистрирующей

аппаратура, устанавливаются размеры графика. Фиксируется положение кузова (рамы) автомобиля при нагрузке на колеса, соответствующей его полной массе.

1.3.3. При непрерывном изменении нагрузки на колесо (ось) от двойной статической $2 G_{0n-M}$ (для автомобиля полной массой) до отрыва колес от тензочувствительных датчиков и обратно записываются характеристики вертикальной упругости правой и левой подвесок. Повторным нагружением и разгрузкой подвески проверяется совпадение полученных характеристик упругости. При несовпадении (свыше 5% по любой координате) характеристики упругости должны быть получены заново, после выявления и устранения причин, вызывающих несовпадение.

В процессе определения нагрузочной ветви характеристики нагрузка должна изменяться только в направлении от меньшей к большей, при определении разгрузочной ветви - от большей к меньшей.

Примечания:

1. При анализе колебаний автомобиля с малыми амплитудами должны быть использованы характеристики вертикальной упругости подвесок, полученные при отклонениях кузова (колес) ± 1 , ± 2 и ± 4 см относительно положения, соответствующего нагрузке на колесо для автомобиля полной массой.

2. При оценке влияния амортизаторов и стабилизаторов на параметры характеристик вертикальной упругости подвески должны быть использованы характеристики вертикальной упругости подвески с отсоединенными амортизаторами и стабилизаторами.

3. При проведении испытаний на характеристике должны быть отмечены точки включения в работу ограничителей хода и дополнительных упругих элементов.

4. Если динамический ход подвески больше, чем ход при двойной статической нагрузке, максимальная нагрузка при испытаниях определяется деформацией ограничителя хода сжатия на $1/3$ его высоты.

5. Характеристики вертикальной упругости шин передней и задней подвесок должны регистрироваться аналогичным образом.

1.3.4. После окончания испытаний проводится тарировка аппаратуры для определения масштабов записи.

1.4. При отсутствии аппаратуры, обеспечивающей автоматическую регистрацию характеристик вертикальной упругости подвески, характеристика упругости может быть построена по отдельным точкам. При этом замеры относительных перемещений поддресоренных и неподдресоренных масс проводятся через интервалы нагрузок, составляющие 10—20% от статической нагрузки, либо через интервалы перемещений 10—20 мм.

1.5. Порядок графической обработки полученных характеристик вертикальной упругости (черт. 2)

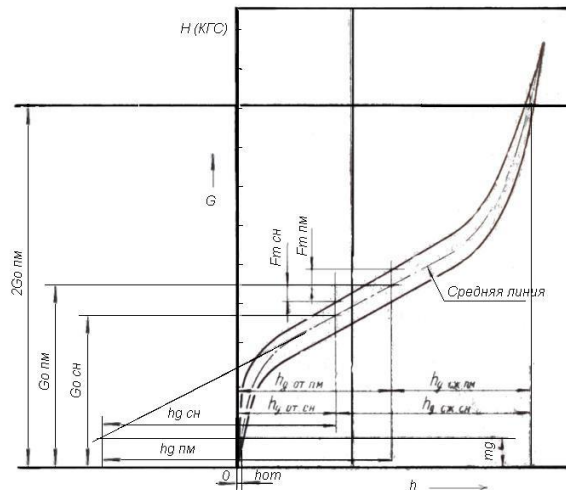
Наносится координатная сетка с учетом масштабов записи.

Проводится средняя линия ординат характеристики упругости, соответствующая характеристике при отсутствии сухого трения в подвеске.

Проводятся горизонтальные линии, соответствующие нагрузке на ось для двух весовых состояний автомобиля: полной массой $G_{\text{о.п.м}}$ в соответствии с утвержденной заводской технической характеристикой на автомобиль и массой $G_{\text{очн}}$ в снаряженном состоянии с частичной нагрузкой, состоящей: для легкового автомобиля — из водителя и пассажира на заднем правом сиденье, массой по 68 ± 5 кг и багажа массой 20 кг в багажнике; для грузового автомобиля и автобуса — из водителя массой 75 ± 5 кг.

Проводится горизонтальная линия на уровне, соответствующем силе тяжести $m'g$ неподдресоренных частей подвески (здесь t — величина неподдресоренных масс, g — ускорение силы тяжести).

2.1.2 Характеристика вертикальной упругости подвески (пример обработки)



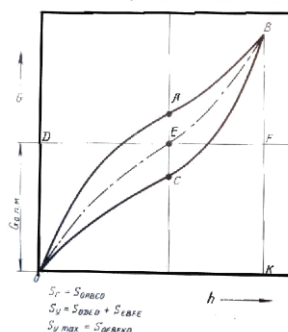
Черт. 2- Характеристика вертикальной упругости подвески

Определяются: площадь S_{Γ} петли гистерезиса характеристики, площадь S_y между средней линией характеристики и горизонтальной линией, проходящей на уровне нагрузки на ось автомобиля полной массой ($G_{0 \text{ П.М.}}$), и площадь $S_{y \text{ max}}$ между средней линией и осью абсцисс (черт. 3).

Определяются динамические хода подвески на отбое $h_{\text{д от}}$ и сжатии $h_{\text{д сж}}$ для снаряженного автомобиля и автомобиля полной массой.

Определяется эффективный статический прогиб подвески по проекции на ось абсцисс отрезка касательной к средней линии характеристики от точки касания к характеристике при статической нагрузке до точки пересечения с горизонтальной линией, проведенной на уровне величины неподрессоренных масс.

Пример определения площадей характеристик упругости



Черт. 3- Пример определения площадей характеристик упругости

1.6. В результате обработки полученных характеристик вертикальной упругости определяются следующие параметры:

— вертикальная жесткость подвески C_p , равная, с учетом масштабов по осям, тангенсу угла наклона касательной к средней линии характеристики в точках, соответствующих двум весовым состояниям;

— величина сухого трения в подвеске F_T , которая определяется при учёте масштаба, как расстояние от средней линии до нагрузочной вертикально;

— величина относительно сухого трения в подвеске η_T , равна отношению величины сухого трения в подвеске к статической нагрузке на подвеску при полной массе автомобиля:

$$\eta_T = \frac{F_{TП.М}}{G_{ОПМ} - mg}$$

— максимальная потенциальная энергия подвески Π_{max} , определяемая с учетом масштабов характеристики по площади $S_{y\ max}$;

— относительная величина поглощаемой энергии $\delta_T = \frac{S_T}{S_Y}$;

— коэффициент динамичности по прогибам для автомобиля полной массы:

$$K_D = \frac{h_{дсж} + h_{дом}}{h_{эом}}$$

Методика определения параметров характеристик поперечной угловой упругости подвески

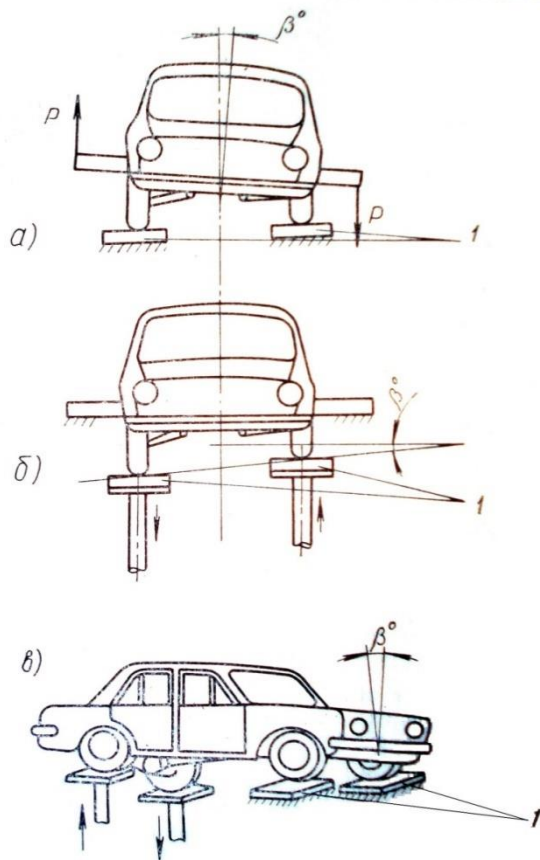
2.1. Определение характеристик поперечной угловой упругости проводится на специальных установках, которые должны обеспечить нагружение подвески моментом M_β , действующим в поперечной плоскости.

2.1.1. Нагружение подвески моментом должно осуществляться одним из следующих способов:

— при установленных на площадках колесах исследуемой подвески приложением момента или равных противоположно направленных сил к кузову (раме) непосредственно или через траверсу, соединенную с кузовом (рамой) (черт. 4,а);

— при неподвижно закрепленном кузове (раме) перемещением в противоположных направлениях по вертикали левых и правых колес исследуемой подвески (черт. 4,б);

2.2.1 Схемы установок для определения характеристик поперечной угловой упругости



1 – Неподвижные площадки

Черт. 4- Схемы установок для определения характеристик поперечной угловой упругости

— При установленных на неподвижных в вертикальном направлении площадках колесах исследуемой подвески перемещением вертикали колес другой подвески в противоположных направлениях (черт. 4,в).

2.1.2. Установка должна обеспечивать наклон кузова (рамы) автомобиля полной массой в поперечной плоскости в обе стороны от горизонтального положения, соответствующего статической нагрузке, на угол не менее $\pm 6^\circ$.

Скорость относительных перемещений поддресоренных и неподдресоренных масс, приведенная к колесам, не должна превышать 3 мм/с.

При испытаниях автоматически должна сохраняться постоянной суммарная нагрузка на колеса исследуемой подвески. Отклонение не более 5%.

2.2. Установка для снятия характеристик поперечной угловой упругости подвесок должна включать:

- тензвесы для измерения разности реакций ΔG под левыми и правыми колесами исследуемой подвески;

- комплекс аппаратуры для измерения угловых перемещений кузова (рамы) в поперечной плоскости;

- комплекс аппаратуры для автоматической регистрации характеристик поперечной угловой упругости (в координатах: угол крена β и момент крена M_β или разность реакций ΔG), обеспечивающий регистрацию характеристик с относительными погрешностями по координатам M_β (ΔG) и β — до 5%;

- подвижные площадки под колеса исследуемой подвески, обеспечивающие перемещения в горизонтальной плоскости с трением не более 2% от вертикальной нагрузки.

2.3. Порядок проведения экспериментального определения характеристик поперечной угловой упругости подвесок автомобиля и двух весовых состояниях по п. 1.5 при номинальном давлении и шинах

2.3.1. Автомобиль устанавливается колесами исследуемой подвески на тензовесах. Между тензовесами и колесами при этом должны быть расположены подвижные площадки. Опорные поверхности всех колес автомобиля перед испытаниями должны быть на одном уровне. В зависимости от способа нагружения подвески неподвижно закрепляются кузов (рама) либо колеса подвески, поперечная угловая характеристика упругости которой не определяется. Крепление автомобиля должно обеспечивать его надежную фиксацию в продольном направлении.

На кузове (раме) закрепляется датчик угловых перемещений, обеспечивающий на выходе электрический сигнал, пропорциональный углу поперечного наклона автомобиля над осью исследуемой подвески.

Рычаг переключения передач ставится в нейтральное положение, колеса растормаживаются.

Примечание. В качестве датчика угловых перемещений могут быть использованы либо приборы типа авиационных датчиков крена и гидровертикалей, либо чувствительные низкочастотные акселерометры, устанавливаемые перед испытаниями на кузове (раме) автомобиля над исследуемой осью таким образом, чтобы их ось чувствительности была горизонтальна и расположена в поперечной плоскости.

2.3.2. Предварительным угловым нагружением подвески влево и вправо определяется работоспособность измерительной и регистрирующей аппаратуры, устанавливаются размеры графика.

2.3.3. При горизонтальном положении кузова проводятся оси координат.

При отклонении кузова (рамы) из одного крайнего положения в другое и обратно (на 6° в обе стороны от положения статического равновесия) записывается характеристика поперечной угловой упругости подвески. Повторным нагружением подвески проверяется совпадение полученных характеристик упругости. При несовпадении свыше 5% по любой координате

характеристика упругости должна быть получена заново, после выявления и устранения причин, вызывающих несоответствие.

В процессе определения характеристики направление изменения угла крена должно изменяться только в крайних положениях кузова (рамы).

Примечания:

1. При анализе поперечно-угловых колебаний кузова с малыми углами крена должны быть использованы характеристики поперечной угловой упругости, полученные при отклонениях кузова (рамы) влево и вправо от горизонтального положения на ± 1 , ± 2 и $\pm 4^\circ$.

2. При оценке влияния стабилизатора на параметры характеристик упругости должны быть зарегистрированы характеристики поперечной угловой упругости подвески со снятым (отсоединенным) стабилизатором.

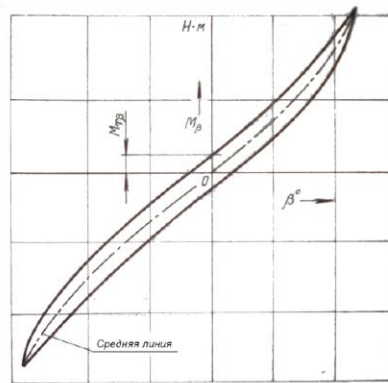
3. При проведении испытаний на характеристике должны быть отмечены точки включения в работу ограничителей хода и дополнительных упругих элементов.

2.3.4. После окончания испытаний проводится тарировка аппаратуры для определения масштабов записи.

2.4. При отсутствии аппаратуры, обеспечивающей автоматическую регистрацию характеристик поперечной угловой упругости подвески, характеристика упругости может быть построена по точкам с помощью весов и угломера - квадранта. Построение характеристики упругости проводится не менее чем по 20 замерам (по 10 на каждую ветвь характеристики) через равные интервалы разности вертикальных реакций на колесах.

2.5. Порядок графической обработки полученных характеристик поперечной угловой упругости (черт. 5)

2.2.2 Пример поперечной угловой характеристики упругости подвески



Черт. 5 -Пример поперечной угловой характеристики упругости подвески

Наносится координатная сетка с учетом масштабов записи и с учетом связи между моментом крена M_β , действующим на подвеску, и разностью вертикальных реакций ΔG на колесах исследуемой подвески:

$$M_\beta = \Delta GB,$$

где B — расстояние между колесами (колея).

Проводится средняя линия ординат характеристики упругости, соответствующая характеристике при отсутствии сухого трения в подвеске.

Определяются: площадь S_T петли гистерезиса характеристики; площадь S_y между средней линией характеристики и горизонтальной линией, соответствующей нулевому моменту крена (см. черт. 3).

2.6. В результате обработки полученных характерно ной угловой упругости подвески определяются следующие метры:

— поперечная угловая жесткость подвески G_β равняя, с учетом масштабов по осям, тангенсу угла наклона касательной к средней линии характеристики в точке, соответствующей горизонтальному положению кузова;

— момент трения в подвеске $M_{T\beta}$, определяемый с учетом масштаба как расстояние по вертикали от средней линии при горизонтальном положении кузова до верхней или нижней ветви характеристики;

— относительная величина поглощаемой энергии

$$\delta_{T\beta} = \frac{S_r}{S_y};$$

— относительная величина момента трения в подвеске

$$\eta_{T\beta} = \frac{2M_{T\beta}}{G_{опм} \cdot B}.$$

Подвеска, применяемая для испытания на крутильную жёсткость

Задняя подвеска представляет собой конструкцию по принципу подвески со связанными рычагами. В сущности, подвеска состоит из двух трубчатых рычагов, которые объединены с жестким на изгиб, но мягким на кручение соединителем, кронштейнов крепления рычагов и амортизаторов. Соединитель выполнен как U - образный профиль и расположен для оптимизации кинематики между кронштейнами крепления рычагов и цапфами колес. Крепление на стенде достигается через двухстороннее кинематически замкнутое крепление посредством следоисправляющих опор. Между U — профилем и трубчатыми рычагами установлен пространственно формованный клином усилитель, который приваривается к рычагам и соединителю. Усилитель обеспечивает хорошую жесткость угла при достаточном ограничении напряжений при кручении в переходе от открытого U — профиля к закрытому пространству рычага.

Амортизатор по отношению к колесу расположен таким образом, что при равностороннем прожатии получается передаточное отношение $i = 1$, а подвеска ведет себя как подвеска с продольными рычагами (ось вращения проходит через опоры рычагов). При разностороннем прожатии, т.е. когда одно колесо вывешено, подвеска ведет себя как с диагональными рычагами, при этом ось вращения проходит через опору рычага и среднюю точку соединителя. Таким образом при разностороннем прожатии соединитель скручивается и действует как стабилизатор. U — профиль соединителя обеспечивает ограниченные напряжения в сварных швах при кручении. Поперечный крен автомобиля должен находиться в допустимых пределах,

однако по субъективной оценке, которая, вероятно, вызвана комплексным восприятием автомобилей этого семейства, поперечный крен при повороте несколько великоват. С целью его уменьшения предлагается на задней подвеске использовать стабилизатор поперечной устойчивости, при котором уровень крена приблизится к зоне спортивных автомобилей. Использование стабилизатора на задней оси приводит также к увеличению максимальной скорости прохождения поворотов и улучшению управляемости и устойчивости автомобиля на скользком покрытии.

Опоры подвески являются решающей для ездовых свойств и комфорта связью между кузовом и колесами. Размещение точек опор должно быть компромиссом между безопасностью езды и ее комфортом. Точное держание дороги требует малой эластичности при воздействии боковых сил. Хорошая изоляция ходового шума, напротив, достижима только при податливом креплении подвески. При подвеске со связанными рычагами с ее изменяющейся осью вращения крепление должно быть создано таким образом, чтобы как и при равностороннем, так и при разностороннем прожатии не происходило смещение подвески в опорах. Для этой цели предлагается использовать вместо традиционных опор рычагов специальные асимметричные «следокорректирующие опоры» (см. рис. 1.8).

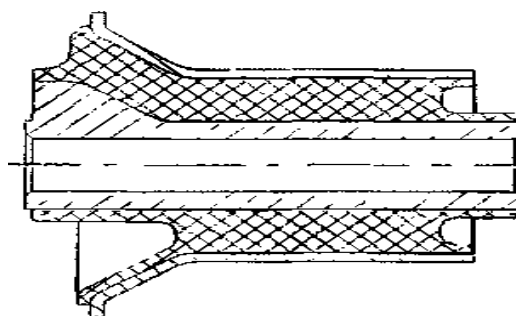


Рис.1.8. Схема «следокорректирующей опоры» задней подвески

Реакции на опорах, возникающие при движении автомобиля, можно разложить на продольную и поперечную силу. При этом величина продольной силы находится в той же пропорции с поперечной силой, что и

длина рычага с полурасстоянием между опорами подвески. При повороте автомобиля величины продольной силы оказывается достаточно, чтобы развернуть подвеску в направлении действия боковой силы и вывести колеса из колеи. Это дает при традиционных опорах нежелательный эффект избыточной поворачиваемости, который появляется из-за продольной податливости элементов опоры.

Предлагаемые к применению следокорректирующие опоры способны обеспечить безопасность и комфорт езды. Принципом действия такой опоры является использование поперечной силы для определенного смещения (но не перекоса) агрегата подвески через клинообразные элементы резиновой опоры. Подъем этих элементов выбирается таким образом, чтобы при боковых нагрузках не происходило собственных управляющих, т.е. поворачивающих, движений оси. При этой компенсации эффекта избыточной поворачиваемости, который несколько увеличивается при использовании стабилизатора поперечной устойчивости, новая опора обладает мягкой упругой характеристикой в продольном направлении для достижения хорошего комфорта езды. Выбранное водителем направление движения сохраняется при воздействии боковых сил благодаря автоматической коррекции опор.

1.6 Выбор и обоснование принятого варианта конструкции

Целью представленной работы, является модернизация учебного стенда для испытания задней подвески на крутильную жёсткость. Под модернизацией понимается оснащения стенда измерительной аппаратурой, которая позволяет измерить угол рычага балки, при проведении измерения крутильной жесткости задней полузависимой подвески переднеприводного автомобиля.

Описание усовершенствованного объекта.

На металлической раме установлена задняя полузависимая подвеска переднеприводного автомобиля в сборе. На каждой ступице прикреплена металлическая площадка, на которую прикручен тензоэлемент из упругой стали длиной 20см. На тензоэлемент наклеены 4 тензодатчика. Тензоэлементы закреплены и находятся в вертикальном положении. В верхней части тензоэлемента имеются две проушины. Через проставку к проушинам крепится верхняя левая (правая) торцевая часть домкрата. А в основании опорная площадка домкрата крепится к раме 2 – мя болтами

Для измерения угла поворота рычага балки подвески, используется техническое приспособление, прикрепленное к рычагу и к оси рычага.

При включении стенда приводятся в работу все элементы объекта. Поворачивая ручку домкрата, одно из плеч подвески будет подниматься, тензоэлемент будет деформироваться, изменяется сила тока выходящая из тензодатчиков в зависимости величины подъёма подвески и скручивания подвески.

Преимущества усовершенствованного объекта заключаются в том, что стенд занимает меньше места, поэтому удобен в работе, а также прост в обращении из-за небольшого количества приборов подключенных к нему, т.к. его будут использовать студенты в учебной аудитории для проведения цикла лабораторных работ.

1.7 Описание стенда

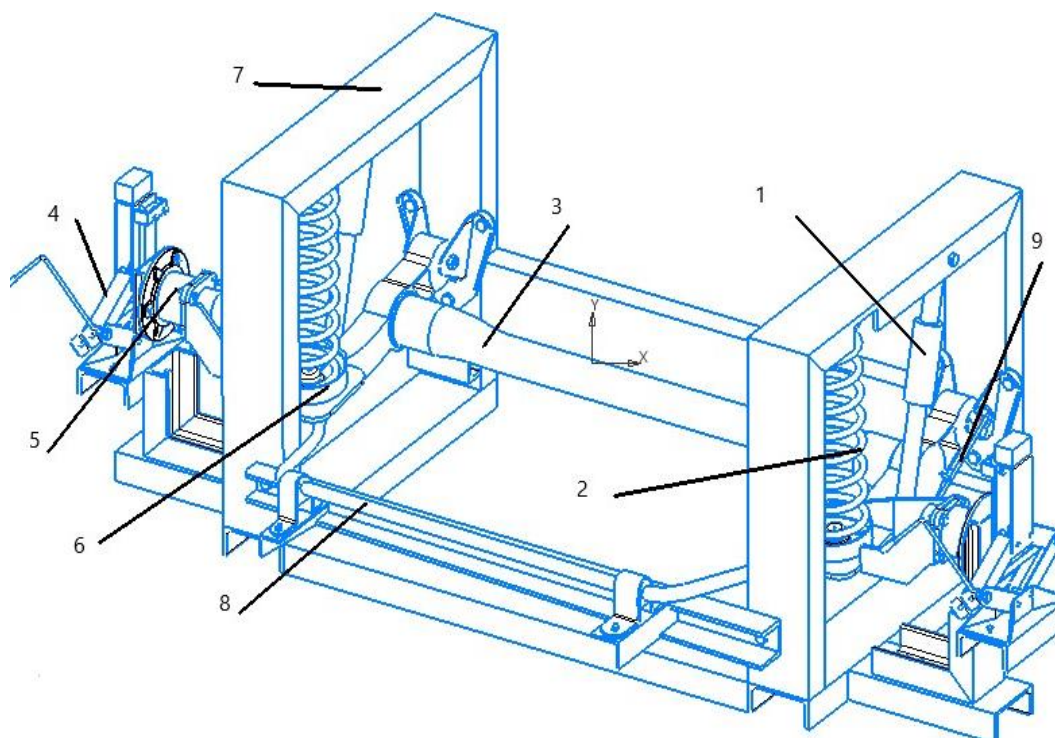


Рисунок 1.9. - Общий вид стенда: 1 – Амортизатор, 2 – пружина, 3 – балка, 4 – домкрат, 5 – ступица, 6 – пружинная чашка; 7 – рама (каркас), 8 – торсион, 9 – приспособление для измерения углов закрутки.

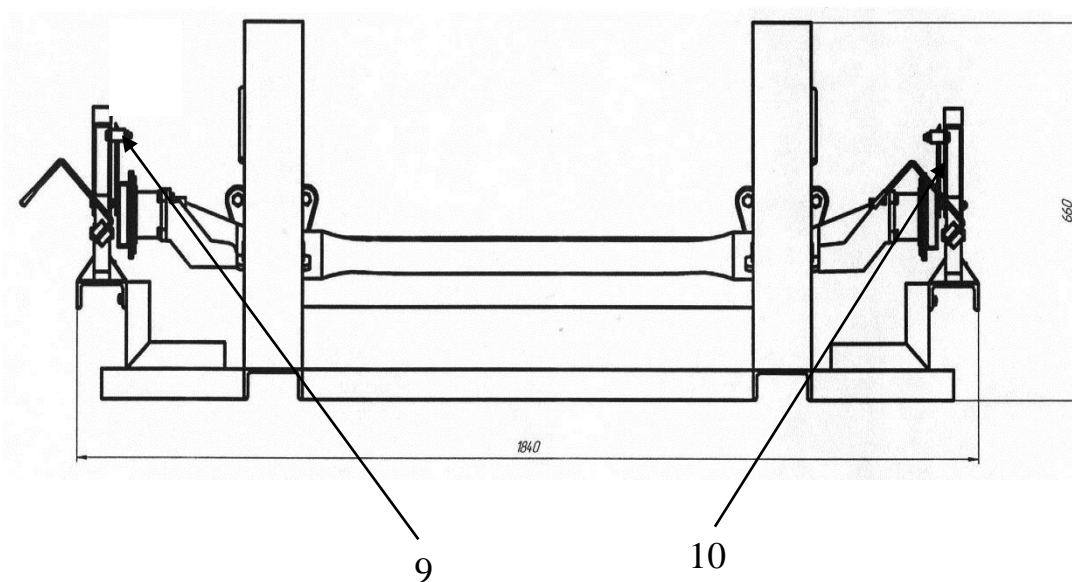


Рисунок 1.10. - Схема стенда вид спереди: 9 – проставка; 10 - тензоэлемент

Стенд для испытания крутильных жёсткостей задней полунезависимой подвески предназначен:

- 1) Проведения испытаний задней полунезависимой подвески на крутильную жесткость.
- 2) Проведения испытаний на крутильную жёсткость без амортизаторов и пружин.
- 3) Проведения испытаний на крутильную жёсткость со стабилизатором и без него.

Стенд для испытаний задней подвески на крутильную жёсткость состоит из следующих частей:

1. Рама, выполненная из балок швеллерного сечения, которая является остовом для всех узлов и механизмов подвески.
2. Элементы задней подвески легкового переднеприводного автомобиля крепятся к раме стенда.
3. Нагрузочные элементы, состоят: из домкратов, соединёнными с тензоэлементами из упругой стали, через проставки. С их помощью задается нагрузка на колеса.
4. Пружины установлены от ВАЗ – 21099.
5. Амортизаторы “Chevrolet Viva”.
6. Электрическая схема измерений. Состоит из блока питания, усилителя, измерительной – регистрирующей аппаратуры.
7. Домкраты «Скиф» грузоподъёмностью 1000 кг. Для автомобилей «Chevrolet Niva»
8. Стабилизатор поперечной устойчивости.

1.8 Электрическая схема стенда

На (рисунке 1.11) представлена электрическая схема стенда.

- Мультиметр
- Усилитель

- Левый тензомост
- Правый тензомост
- Соединительные провода

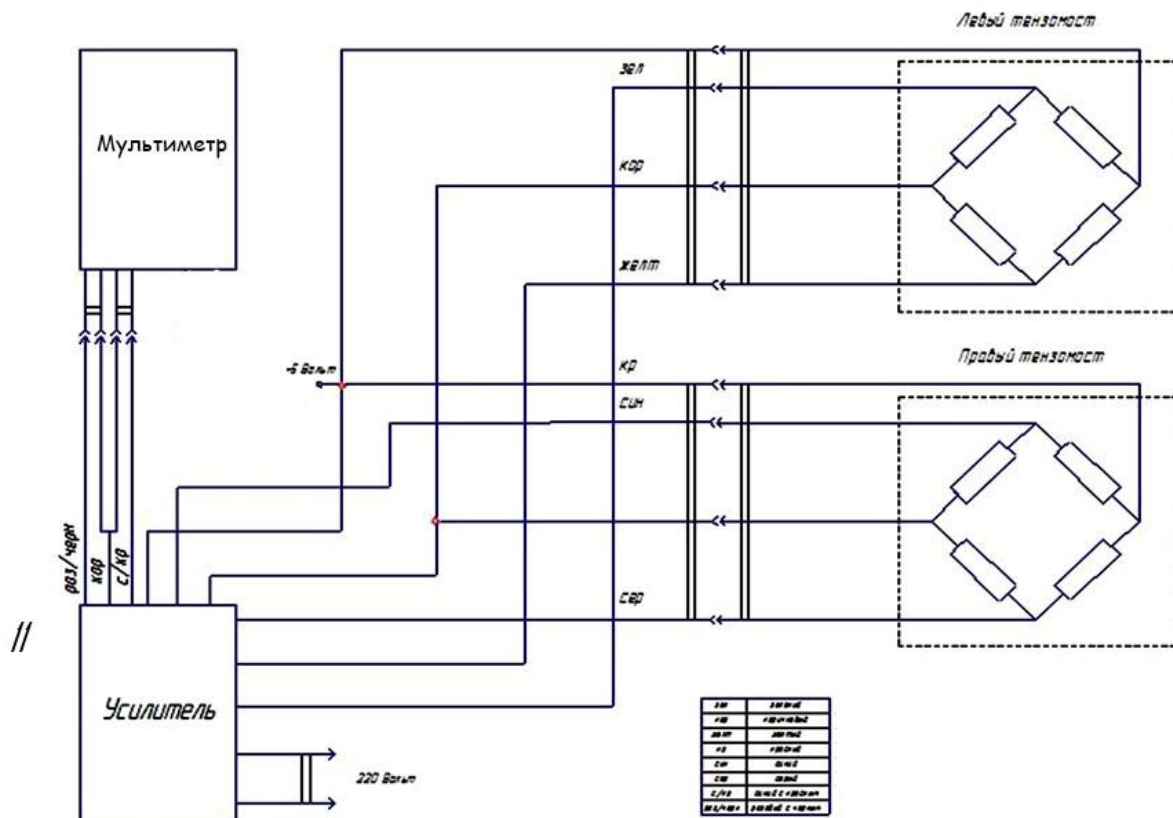


Рисунок 1.11. - Электрическая схема стенда

1.9 Принцип работы стенда

Нагрузка на один из рычагов подвески задается с помощью домкратов. Вращая ручки домкратов по часовой стрелке, подвеска поднимается. На мультиметре снимаем показания изменения напряжения, с помощью домкратов можно задавать различную нагрузку на подвеску и повторяем. При изменении положения подвески замеряем угол с помощью технического приспособления измерения углов. Затем нагружаем другую сторону подвески таким же образом и повторяем опыт.

Подвеску можно скручивать и при установленном стабилизаторе поперечной устойчивости, что повлияет на крутильную жёсткость подвески. Следовательно, при помощи данного стенда можно исследовать подвеску, как с амортизаторами и пружинами, так и без них. Т.е. можно производить универсальные испытания.

1.10 Описание приспособления

Техническое приспособление для измерения углов состоит из 2 частей, подвижной и неподвижной . Подвижная часть состоящая из уголков монтажных и линейки измерительной монтируется на рычаг балки. Линейка измерительная монтируется параллельно рычагу. Неподвижная часть состоит из удлиненной гайки , болта осевого и транспорта .

Удлиненная гайка наворачивается на болт крепления резинометаллического шарнира балки, затем на осевой болт крепится транспортер.

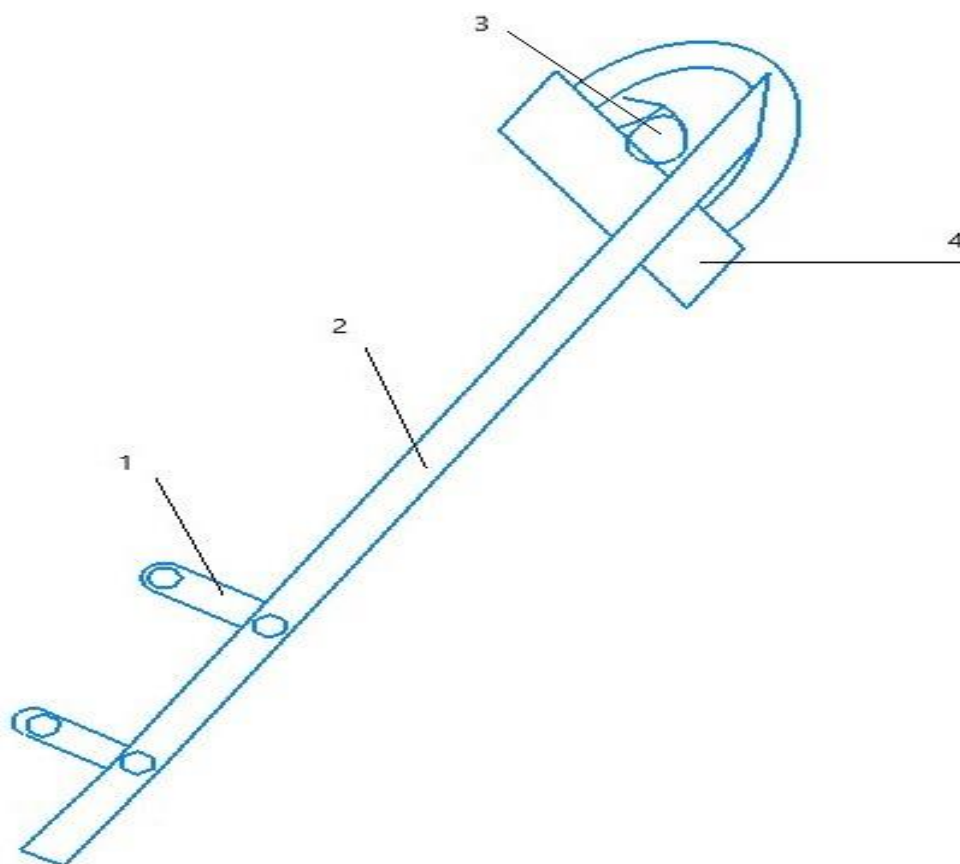


Рисунок 1.12. - Приспособления для измерения угла поворота рычага подвески: 1 – уголок монтажный, 2 – линейка измерительная, 3 – болт осевой, 4 – транспортир.

Вывод: В данной главе рассматривались вопросы по требованиям, предъявляемым к конструкциям стенов и подвеске, назначение систем поддресоривания автомобиля, методы определения параметров влияния на плавность хода автомобиля, описание и обзор стенов и приспособления, принципы работы и электрические схемы.

2. Проведение испытаний на крутильную жесткость

2.1 Методика проведения испытаний

Стенд для испытаний задней подвески предназначен для измерения крутильной жесткости при различных нагрузках на упругий элемент подвески. Вертикальная нагрузка на пружины измеряется тензодатчиками, наклеенными на соответствующие детали. «На данном стенде тензодатчики закреплены на тензоэлементы из упругой стали. то есть сравнивается усилие на левом и правом рычаге подвески в зависимости от загруженности подвески»[9]. Подготовка к испытаниям сводится к визуальной проверке элементов подвески. Испытания предпочтительнее начинать, когда подвеска находится в разгруженном состоянии, постепенно увеличивается нагрузка до номинального значения.

В начале испытаний нагружается определенной величиной правая сторона задней подвески с помощью домкрата. С мультиметра снимается показания величины нагружения подвески. Подвеска нагружается известным моментом, а угол закручивания подвески замеряется технологическим приспособлением измерения углов. Опыт повторяется несколько раз, в зависимости от нагружаемых величин. Аналогично такие же нагрузки повторяются с левой стороны.

По формулам рассчитывается:

$$C_{kp} = \frac{m\varphi}{\varphi} = \frac{\Delta R * B * B}{2\Delta h} = \frac{G_z * B^2}{2} \quad (2.1)$$

По формулам рассчитывается $\varphi = \frac{2\Delta h}{B}$, $\frac{\Delta R_z}{\Delta h} = G_z$, где G_z - вертикальная жесткость, Δh - ход подвески, ΔR_z - сопротивление на тензоэлементах, φ - угол закрутки балки, B - колея. Где G_z - вертикальная жесткость, Δh - ход подвески, ΔR_z - сопротивление на тензоэлементах, φ - угол закрутки балки, B - колея. «Определяются величины жесткости подвески.

После проведения испытания стенда демонтируется стабилизатор поперечной устойчивости и опыт повторяется»[9].

2.2 Тарирование тензоэлементов

Схема тарирования

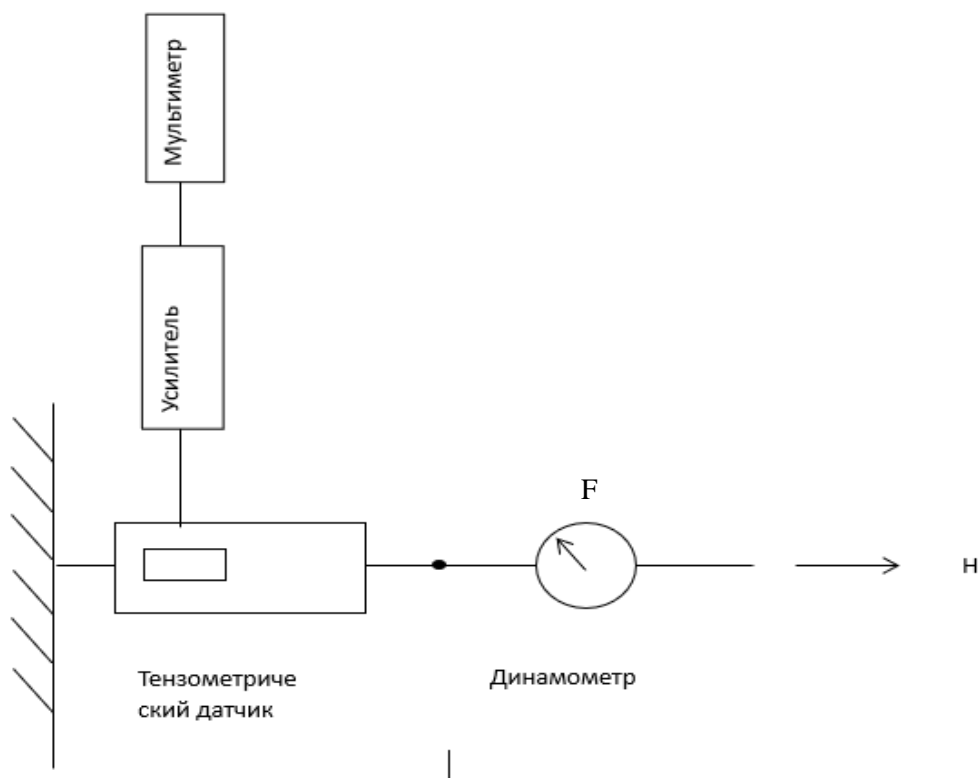


Рисунок 2.13. – Схема тарирования.

Результаты тарировки

Таблица 2.1

F(Н)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
mV(Левый)	410	405	398	396	392	387	382	379	376	373	368	362
mV(Правый)	135	139	144	147	150	153	157	167	170	174	183	188

На рисунках (2.14) и (2.15) представлены графики тарирования левого и правого тензоэлементов. Тарировочный коэффициент левого тензоэлемента $k_1=9.14(\text{H}*\text{mV})$. Тарировочный коэффициент правого тензоэлемента $k_2=7,1(\text{H}*\text{mV})$.

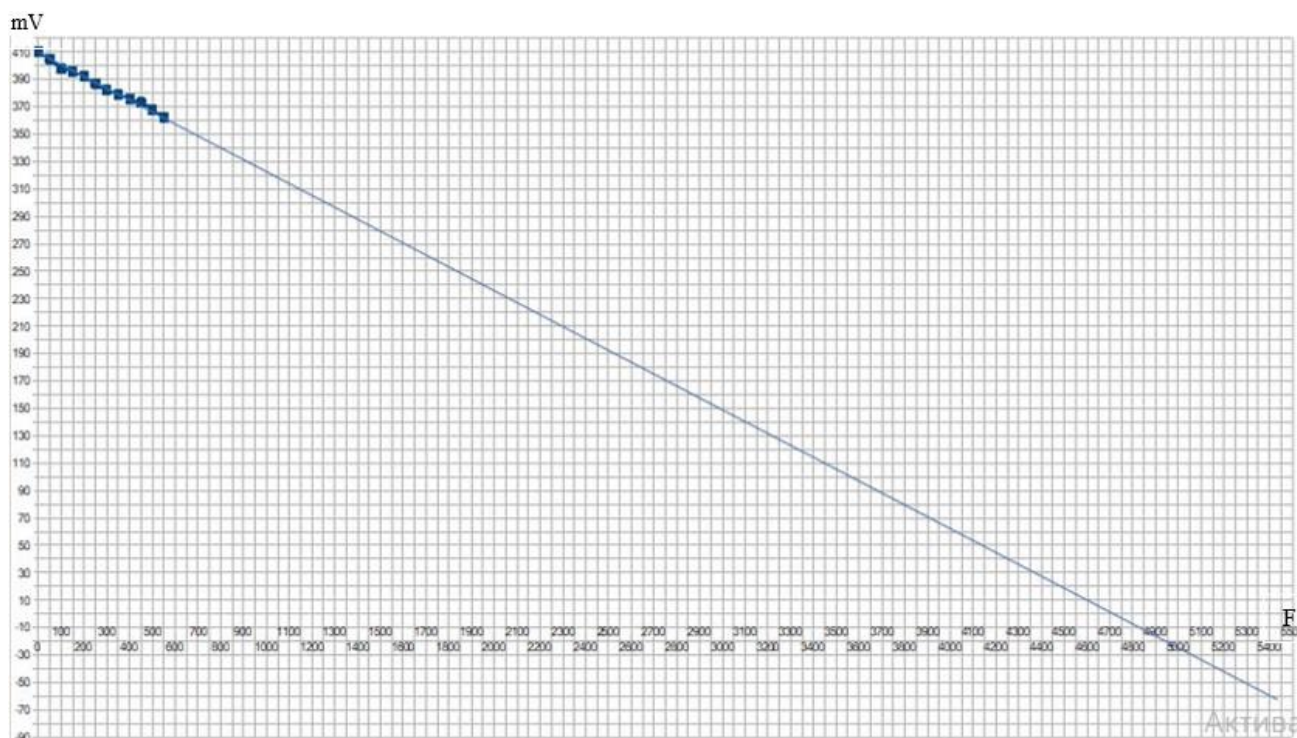
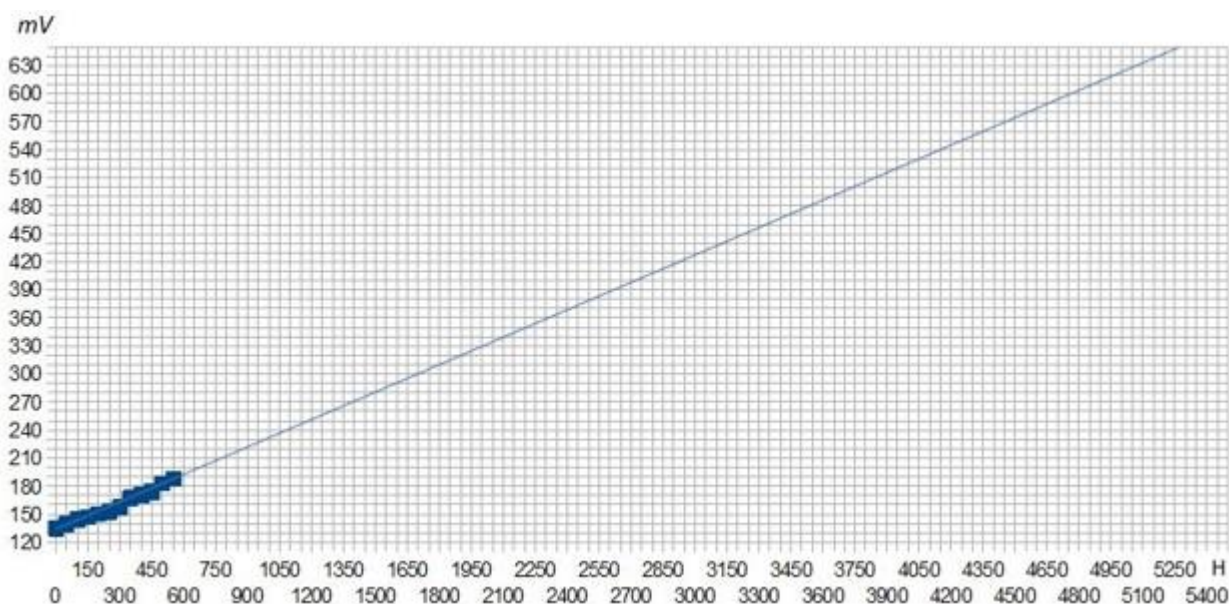


Рисунок 2.14 – График тарирования левого тензоэлемента.

Тарировочный коэффициент левого тензоэлемента $k_1=9.14(\text{H}*\text{mV})$.



Р

ису
нок
2.1
5 –
Гра
фи

к тарирования правого тензоэлемента. Тарировочный коэффициент правого тензоэлемента $k_2=7,1(\text{H}*\text{mV})$.

Тарирование тензодатчиков производится с помощью динамометра, сила в Н, прикладываемая к тензометрическому датчику, мультиметром снимается напряжение в (mV) выдаваемое тензометрическим датчиком. Усилие прикладывается от 0 до 550 Н, с шагом 50 Н, после каждого интервала снимаются показания мультиметра. При достижении максимального усилия в 550 Н, без сбрасывания усилия опыт проделывается в обратной последовательности с шагом в 50 Н. Опыт проделывается с каждым тензометрическим датчиком в количестве трех раз. Полученные измерения заносят в таблицу и строят графики.

2.3 Проведение испытания

Метод без использования приспособления

Для проведения испытания, подготавливаем рабочее место, подключаем усилитель в сеть, на мультиметре выставляем диапазон до 1000mV, домкратом создаем нагрузку на тензоэлементах, через каждые 0.005м подъема рычага балки, снимаются показания мультиметра , по полученным результатам строим график зависимости напряжения на тензоэлементах и высоты подъема рычага балки(график 2.1)

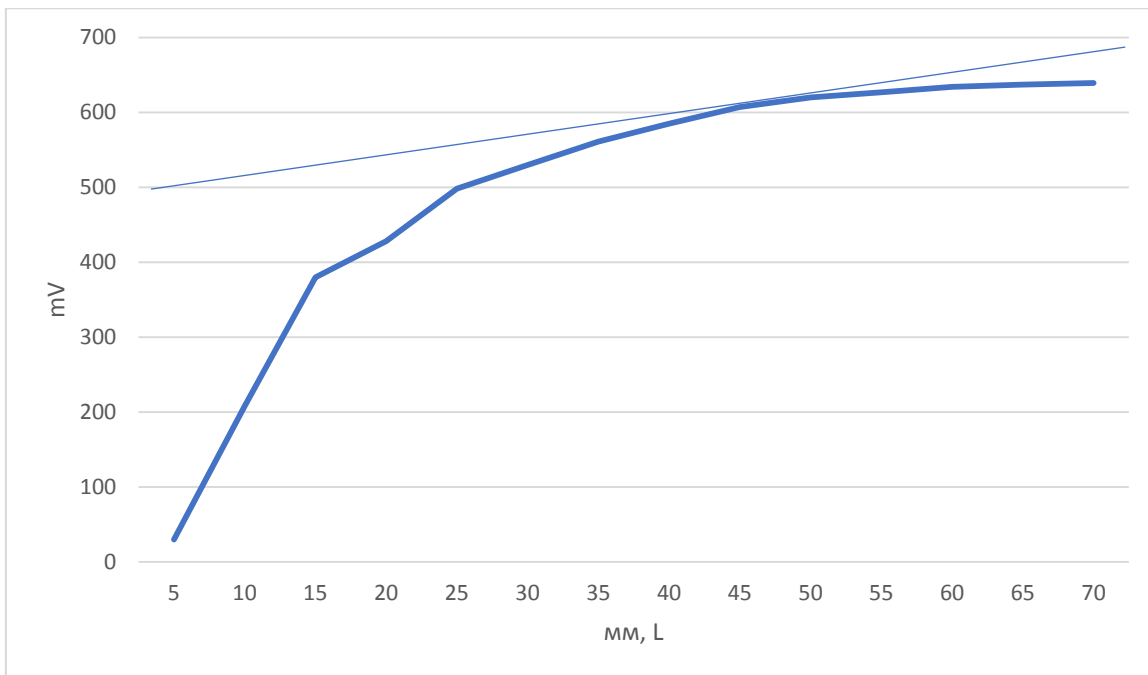


График 2.1 – Проведение испытания без приспособления.

Из графика 2.1 получаем, что при напряжении 630mV, высота подъема балки составляет L=0.05м.

При известном тарировочном коэффициенте k1=7.1, определяем приложенную силу :

$$630 * 7,1 = 4473()$$

Затем, определяем жесткость пружины, как:

$$C_{np} = \frac{H}{L} \tag{2.1.}$$

$$C_{np} = \frac{4473}{0,05} = 89460 \text{ (н*м)}$$

Далее определяем крутильную жесткость:

$$C_{кр} = \frac{m_{\alpha}}{\alpha} = \frac{\Delta R * B * B}{2 \Delta h} = \frac{G_z * B^2}{2} \tag{2.2.}$$

$$B = 1.5\text{м}; C_{np} = 89460(\text{н*м});$$

$$C_{кр} = \frac{89460 \times (1.5^2)}{2} = 100642(\text{н*м});$$

Получается, что крутильная жесткость подвески со стабилизатором составляет 100642 (н*м).

Метод с использованием приспособления

Для проведения испытания, подготавливаем рабочее место, домкратом создаем нагрузку на рычаг балки, через каждые 0.005м подъема рычага балки, снимается величина угла на техническом приспособлении и высота подъема балки:

Из опыта получаем: угол $\alpha=3^\circ$; $h=0.05\text{м}$; l (балки)=3м; тарировочный коэффициент $k_1=7.1$; приложенная сила к балке = 630Н; l (длина рычага)=0.39м:
 $3^\circ=0.052(\text{rad})$

По формуле находим крутильную жесткость:

$$C_{KP} = \frac{H \cdot k \cdot l}{\alpha} \quad (2.3.)$$

$$C_{KP} = \frac{630 \times 7,1 \times 0,39}{0,052} = 33547(\text{н*м})$$

Получаем, что крутильная жесткость подвески со стабилизатором составляет 33547(н*м).

Вывод: В работе проведено оснащение стенда измерительной аппаратурой и были проведены испытания задней полунезависимой подвески на крутильную жесткость. При определении крутильной жесткости задней подвески с использованием прибора для измерения угла закрутки, не учитывается колея транспортного средства, это приводит к большим погрешностям в расчетах.

3. Конструкторская часть

Тягово – динамический расчёт автомобиля

3.1. Тягово-динамический расчет переднеприводного автомобиля

Исходные данные

Исходные данные для проведения расчета тягово-динамических свойств и топливной экономичности автомобиля сведены в таблицу 3.2.

Исходные данные для проведения расчета

Таблица 3.2

№ п/п	Параметр	Значение
1	Компоновочная схема автомобиля	Переднеприводный
2	Длина, мм.	4350
3	Ширина, мм.	1680
4	Высота, мм.	1420
5	Масса в снаряженном состоянии, кг.	1088
6	Шины	175/65 R14
7	Коэффициент сопротивления качению f_0	0,014
8	Коэффициент аэродинамического сопротивления, C_x	0,3
9	Коэффициент уклона i	0,3
10	V_{max} , км/ч	180

Подготовка исходных данных для тягового расчёта

Полная масса автомобиля

$$m_a = m_o + m_{ч} \cdot (n + 1) + m_B \quad (3.1.)$$

где m_o – снаряжённая масса автомобиля (кг),

$m_{ч} = 75$ кг – масса человека,

n – число пассажиров,

m_B – вес багажа по 10 кг на 1 пассажира.

$$m_a = 1088 + 75 \cdot (5 + 1) + 5 \cdot 10 = 1588 \text{ кг}$$

Подбор шин

Зная размер шин, определяем статический радиус колеса:

$$r_{CT} = 0,5d + \lambda_z H \quad (3.2.)$$

где d – посадочный диаметр шины,

$\lambda_z=0,86$ – коэффициент вертикальной деформации для тороидных шин,

H – высота профиля шины.

$$\frac{H}{B} = 0,65$$

B – ширина профиля шины.

$$r_{CT} = 0,5 \cdot 14 \cdot 25,4 + 0,86 \cdot 113,75 = 276 \text{ (мм)}$$

На дорогах с твёрдым покрытием радиус качения колеса $r_k \approx r_{CT}$.

Параметры обтекаемости автомобиля

Коэффициент обтекаемости $k = C_x \cdot \rho / 2$,

где $\rho = 1,293 \text{ кг/м}^3$ – плотность воздуха в нормальных условиях.

$$k = 0,3 \cdot 1,293 / 2 = 0,19$$

Передаточное число главной передачи

$$u_0 = \frac{r_k}{u_k} \cdot \frac{w_{\max}}{V_{\max}}, \quad (3.3.)$$

«где w_{\max} – максимальная угловая скорость колен вала двигателя,

u_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля»[11].

$$u_0 = 4,07.$$

«Используем рассчитанные значения для определения передаточных чисел коробки передач, однако для дальнейших расчетов принимаем значение»[11]. серийной главной пары, $u_0 = 4,07$.

Расчёт ВСХ двигателя

Мощность двигателя при V_{\max} .

$$N_V = \frac{1}{\eta_{TP}} \left(G_a \psi_V V_{\max} + k F V_{\max}^3 \right), \quad (3.4.)$$

где ψ_V – коэффициент сопротивления дороги при V_{\max} ,

$G_a = m_a g$ – полный вес автомобиля.

$$G_a=15578,28 \text{ (Н)}$$

Максимальная мощность двигателя.

$$N_{\max} = \frac{N_V}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3} \quad (3.5.)$$

где a,b,c– эмпирические коэффициенты (a=b=c=1 для карбюраторного двигателя),

$$\lambda = w_{\max}/w_N$$

$$\lambda = 1,1.$$

$$N_{\max} = 75336,8 \text{ (Вт)}$$

Рассчитываем ВСХ двигателя по формуле:

$$N_e = N_{\max} \left[\frac{w_e}{w_N} + \left(\frac{w_e}{w_N} \right)^2 - \left(\frac{w_e}{w_N} \right)^3 \right], \quad (3.6.)$$

«где w_e – текущие значения угловой скорости колен вала (рад/с),

w_N – значения угловой скорости колен вала (рад/с) при максимальной мощности,

N_e – текущее значение эффективной мощности двигателя (Вт).

Для построения кривой эффективного момента M_e (в Н·м) применяем формулу»[11].

$$M_e = \frac{N_e}{w_e}.$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3

w_e , рад/с	N_e , Вт	M_e , Н·м
80	15334,68	158,28
160	32901,95	169,86
240	51009,42	175,19
320	67964,66	174,26

400	82075,26	167,09
460	89773,33	157,61
510	93723,77	147,02
550	94973,41	136,80
590	94295,48	125,01

Определение передаточных чисел коробки передач

«Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению ψ_{\max} .

Для обеспечения возможности движения автомобиля в этих условиях тяговая сила на ведущих колёсах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_d , т.е.»[11].

должно быть выполнено условие

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0 \cdot u_1}{r_k} \geq G_a \cdot \psi_{\max}, \text{ или } u_1 \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0} \quad (3.7.)$$

$$\psi_{\max} = f_0 + i$$

$$i = \operatorname{tg} \alpha_{\max} = \operatorname{tg} 0,3 = 0,309$$

$$\psi_{\max} = 0,014 + 0,309 = 0,323$$

$$M_{\max} = 175,19 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

u_0 принимаем рассчитанное нами значение $u_0 = 4,07$.

$$u_1 \geq 2,03$$

«Во избежание буксования ведущих колёс тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колёс с дорогой, другими словами»[11].

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0 \cdot u_1}{r_k} \leq G_{\text{сц}} \cdot \varphi, \text{ или } u_1 \leq \frac{G_{\text{сц}} \cdot \varphi \cdot r_k}{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot u_0} \quad (3.8.)$$

$\varphi=0,8$ – коэффициент сцепления ведущих колёс с дорогой,

$G_{\text{сц}}=m_1 G_1$ – сцепной вес автомобиля,

$m_1=0,90$ – коэффициент перераспределения нагрузки на передние колеса,

$G_1=0,60 \cdot 15578,28=9346,97$ (Н)– вес, приходящийся на переднюю ось автомобиля,

$$G_{\text{сц}}=8412,27 \text{ (Н)},$$

$$u_1 \leq 2,73$$

Выбираем передаточное число первой передачи $U_1=2,73$.

Передаточное число пятой передачи задаем равным $U_5=0,8$.

Передаточные числа остальных передач рассчитываем по закону геометрической прогрессии:

$$U_2 = \sqrt[4]{U_5 \cdot U_1^3} = 2,01$$

$$U_3 = \sqrt[4]{U_5^2 \cdot U_1^2} = 1,48$$

$$U_4 = \sqrt[4]{U_5^3 \cdot U_1} = 1,09$$

Тяговый баланс автомобиля

«Уравнение силового баланса: $P_T=P_d+P_v+P_{и}$,

где P_T – сила тяги ведущих колёс,

P_d – сила дорожного сопротивления,

P_v – сила сопротивления воздуха,

$P_{и}$ – сила сопротивления разгону автомобиля.

Силу тяги на разных передачах рассчитываем по формуле»[11].

$$P_T = \frac{u_k \cdot u_0 \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k}, \quad (3.9.)$$

«где u_k – передаточное число коробки передач;

u_0 – передаточное число главной передачи;

M_e – величина эффективного момента двигателя.

Пользуемся выбранными при расчёте ВСХ значениями w_e , приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах»[11].

$$V = \frac{r \cdot w_e}{u_k \cdot u_0}. \quad (3.10.)$$

Результаты расчётов заносим в таблицу 3.

Таблица 3.4

w_e , рад/с	M_e , Н·м	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача		5 передача	
		V_a , м/с	P_T , Н	V_a , м/с	P_T , Н	V_a , м/с	P_T , Н	V_a , м/с	P_T , Н	V_a , м/с	P_T , Н
80	158,28	1,99	6112,74	2,70	4498,57	3,67	3310,64	4,99	2436,41	6,78	1793,03
160	169,86	3,98	6559,78	5,40	4827,56	7,34	3552,76	9,98	2614,59	13,56	1924,16
240	175,19	5,97	6765,47	8,11	4978,93	11,02	3664,16	14,97	2696,57	20,34	1984,50
320	174,26	7,95	6729,82	10,81	4952,69	14,69	3644,85	19,96	2682,36	27,12	1974,04
400	167,09	9,94	6452,82	13,51	4748,84	18,36	3494,83	24,95	2571,96	33,90	1892,79
460	157,61	11,43	6086,69	15,54	4479,39	21,11	3296,53	28,69	2426,03	38,98	1785,39
510	147,02	12,68	5677,87	17,23	4178,53	23,41	3075,12	31,81	2263,08	43,22	1665,48
550	136,80	13,67	5282,94	18,58	3887,89	25,24	2861,23	34,30	2105,67	46,61	1549,63
590	125,01	14,67	4827,68	19,93	3552,85	27,08	2614,66	36,80	1924,21	50,00	1416,09

«Взаимодействие автомобиля и дороги сопровождается затратами энергии на подъём автомобиля при движении в гору и необратимые затраты на деформацию шин и дороги. В связи с этим применяется понятие о силе сопротивления дороги P_d , равной сумме силы сопротивления подъёму P_n и силы сопротивления качению P_f »[11].

$$\langle P_d = P_n + P_f.$$

При движении автомобиль преодолевает силу сопротивления воздуха P_B , которую определим по формуле:

$$P_B = k \cdot F \cdot V^2 \quad (3.11.)$$

Для построения силового баланса при движении автомобиля по горизонтальной дороге силу сопротивления дороги рассчитываем по формуле:

$$P_D = P_f = G_a \cdot f \quad (3.12.)$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 3.5.

Значения силы сопротивления воздуха P_B откладывают вверх от соответствующего значения силы P_d »[11].

Таблица 3.5

V_a , м/с	P_d , Н	P_B , Н
0	218,10	0
6,78	223,11	17,01
13,56	238,14	68,05
20,34	263,21	153,12
27,12	298,29	272,22
33,90	343,40	425,34
38,98	383,81	562,51
43,22	421,80	691,44
46,61	455,00	804,15
50,00	490,72	925,37

Чтобы учесть возможность буксования ведущих колёс, нужно определить силу сцепления $P_{сц} \approx G_{сц} \cdot \varphi = 8412,27 \cdot 0,8 = 6729,82$ (Н).

Динамическая характеристика автомобиля

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a} \quad (3.13.)$$

«По этой формуле и данным силового баланса рассчитываем и строим динамическую характеристику автомобиля, которая является графическим изображением зависимости динамического фактора D от скорости движения при различных передачах в коробке передач и при полной загрузке автомобиля. Данные расчёта заносим в таблицу 3.6»[11].

Чтобы учесть влияние буксования ведущих колёс, определяют динамический фактор по сцеплению: $D_{сц} \approx \frac{G_{сц} \cdot \varphi}{G_a} = 0,432.$

Таблица 3.6

1 передача		2 передача		3 передача		4 передача		5 передача	
V_a , м/с	D	V_a , м/с	D	V_a , м/с	D	V_a , м/с	D	V_a , м/с	D
1,99	0,595	2,70	0,289	3,67	0,212	4,99	0,156	6,78	0,114
3,98	0,421	5,40	0,309	7,34	0,227	9,98	0,165	13,56	0,119
5,97	0,433	8,11	0,318	11,02	0,232	14,97	0,168	20,34	0,118
7,95	0,430	10,81	0,315	14,69	0,229	19,96	0,163	27,12	0,109
9,94	0,412	13,51	0,300	18,36	0,216	24,95	0,150	33,90	0,094
11,43	0,388	15,54	0,282	21,11	0,201	28,69	0,136	38,98	0,078
12,68	0,361	17,23	0,261	23,41	0,184	31,81	0,121	43,22	0,063
13,67	0,335	18,58	0,241	25,24	0,169	34,30	0,107	46,61	0,048
14,67	0,305	19,93	0,219	27,08	0,150	36,80	0,091	50,00	0,032

Разгон автомобиля

«Ускорение во время разгона определяют для случая движения автомобиля по горизонтальной дороге с твёрдым покрытием хорошего качества при максимальном использовании мощности двигателя и отсутствии буксования ведущих колёс. Ускорение находят из выражения»[11].

$$J = \frac{(D-f) \cdot g}{\delta_{BP}}, \quad (3.14.)$$

где δ_{BP} - коэффициент учета вращающихся масс,

$$\delta_{BP} = 1 + \delta_1 + \delta_2 \cdot U_{\kappa}^2 \quad (3.15.)$$

где δ_1 – коэффициент учета вращающихся масс колес,

δ_2 – коэффициент учета вращающихся масс двигателя,

$$\delta_1 = 0,4$$

$$\delta_2 = 0,3$$

$$\delta_{BP}^1 = 1,263$$

$$\delta_{BP}^2 = 1,161$$

$$\delta_{BP}^3 = 1,105$$

$$\delta_{BP}^4 = 1,075$$

$$\delta_{BP}^5 = 1,059$$

«По приведенной выше формуле определяем ускорение разгона, вносим результаты в таблицу 6.

Затем требуется построить зависимость обратных ускорений ($1/j$) от скорости V . Поскольку при скоростях V , близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью $V=(0,8\dots0,9)V_{\max}$. Рассчитываем значения ($1/j$) и также заносим в таблицу 3.7»[11].

Таблица 3.7

1 передача			2 передача			3 передача			4 передача			5 передача		
$V_a, \text{ м/с}$	$j, \text{ м/с}^2$	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	$V_a, \text{ м/с}$	$j, \text{ м/с}^2$	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	$V_a, \text{ м/с}$	$j, \text{ м/с}^2$	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	$V_a, \text{ м/с}$	$j, \text{ м/с}^2$	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$	$V_a, \text{ м/с}$	$j, \text{ м/с}^2$	$1/j, \text{ с}^2/\text{м}$
1,99	2,94	0,34	2,70	2,32	0,43	3,67	1,76	0,57	4,99	1,29	0,77	6,78	0,92	1,08
3,98	3,16	0,32	5,40	2,49	0,40	7,34	1,88	0,53	9,98	1,38	0,73	13,56	0,96	1,04
5,97	3,26	0,31	8,11	2,57	0,39	11,02	1,93	0,52	14,97	1,39	0,72	20,34	0,93	1,07
7,95	3,23	0,31	10,81	2,54	0,39	14,69	1,89	0,53	19,96	1,33	0,75	27,12	0,83	1,20
9,94	3,08	0,32	13,51	2,41	0,41	18,36	1,77	0,56	24,95	1,20	0,83	33,90	0,67	1,50
11,43	2,89	0,35	15,54	2,25	0,44	21,11	1,63	0,61	28,69	1,06	0,94	38,98	0,50	2,00
12,68	2,68	0,37	17,23	2,07	0,48	23,41	1,48	0,68	31,81	0,91	1,09	43,22	0,33	3,05
13,67	2,48	0,40	18,58	1,90	0,53	25,24	1,33	0,75	34,30	0,78	1,29	46,61	0,17	5,79
14,67	2,25	0,45	19,93	1,71	0,59	27,08	1,17	0,86	36,80	0,62	1,62	50,00	0,00	-

Время и путь разгона

«Время и путь разгона автомобиля определяем графоаналитическим способом. Смысл этого способа в замене интегрирования суммой конечных величин»[11].

$$\Delta t = \int_{V_i}^{V_{i+1}} \frac{1}{j} dV \approx \left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_{i+1} \cdot (V_{i+1} - V_i). \quad (3.16.)$$

«С этой целью кривую обратных ускорений разбивают на интервалы и считают, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением $j = \text{const}$, которому соответствуют значения $(1/j) = \text{const}$. Эти величины можно определить следующим образом»[11].

$$\left(\frac{1}{j_{CP}} \right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}, \text{ где } k - \text{ порядковый номер интервала.}$$

«Заменяя точное значение площади под кривой $(1/j)$ в интервале ΔV_k на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{CP})_k$, переходим к приближённому интегрированию»[11].

$$\Delta t = (1/j_{CP})_k \cdot (V_k - V_{k-1}) \quad (3.17.)$$

$$t_1 = \Delta t_1, t_2 = \Delta t_1 + \Delta t_2, t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k. \quad (3.18.)$$

где t_1 – время разгона от скорости V_0 до скорости V_1 ,

t_2 – время разгона до скорости V_2 .

Результаты расчёта сводим в таблицу 3.8.

Таблица 3.8

Va, м/с	t, с
0	0
1,99	0,68
3,98	1,33
5,97	1,95
7,95	2,56

9,94	3,19
11,43	3,69
12,68	4,14
13,67	4,53
14,67	4,95
10,81	5,32
13,51	6,10
15,54	6,79
17,23	7,54
18,58	8,25
19,93	9,73
21,11	11,04
23,41	12,51
25,24	13,96
27,08	17,14
28,69	20,11
31,81	23,74
34,30	38,71
36,80	53,68

«Аналогичным образом проводится графическое интегрирование зависимости $t=f(V)$ для получения зависимости пути разгона S от скорости автомобиля.

В данном случае кривая $t=f(V)$ разбивается на интервалы по времени, для каждого из которых находятся соответствующие значения $V_{срк}$.

Площадь элементарного прямоугольника в интервале Δt_1 есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью V_{CPk} .

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом»[11].

$$\Delta S = V_{CPk} \cdot (t_k - t_{k-1}) = V_{CPk} \cdot \Delta t_k, \quad (3.20.)$$

где $k=1 \dots m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно.

Путь разгона от скорости V_0

до скорости V_1 : $S_1 = \Delta S_1$,

до скорости V_2 : $S_2 = \Delta S_1 + \Delta S_2$,

до скорости V_n : $S_n = \sum_{k=1}^m \Delta S_k$

Результаты расчёта заносим в таблицу 3.9.

Таблица 3.9

Va, м/с	S, м
0	0
1,99	0,67
3,98	2,62
5,97	5,71
7,95	9,97
9,94	15,61
11,43	20,95
12,68	26,33
13,67	31,41
14,67	37,39
10,81	43,04
13,51	55,88
15,54	68,08
17,23	82,54
18,58	97,11

19,93	130,05
21,11	161,92
23,41	200,57
25,24	240,95
27,08	336,99
28,69	435,32
31,81	564,15
34,30	1163,10
36,80	1835,79

Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и}, \quad (3.21.)$$

где N_T – тяговая мощность, подводимая к ведущим колёсам,

$N_{тр}$ – мощность, теряемая в агрегатах трансмиссии,

$N_f = P_f \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивлению качения колёс,

$N_{п} = P_{п} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления подъёму (в расчете не учитывается, $N_{п}=0$),

$N_{в} = P_{в} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление сил сопротивления воздуха,

$N_{и} = P_{и} \cdot V$ – мощность, затраченная на преодоление силы инерции автомобиля (в расчете не учитывается, $N_{и}=0$).

Рассчитываем значения мощностей баланса, заполняем таблицы 3.10,3.11.

Таблица 3.10

$V_a, \text{ м/с}$	$N_f, \text{ Вт}$	$N_{в}, \text{ Вт}$	$N_f + N_{в}, \text{ Вт}$
0	0	0	0

Продолжение таблицы 3.10

6,78	1512,60	115,35	1627,94
13,56	3229,08	922,77	4151,85
20,34	5353,35	3114,33	8467,68
27,12	8089,28	7382,12	15471,40
33,90	11640,76	14418,21	26058,97
38,98	14962,23	21928,30	36890,53
43,22	18230,22	29884,22	48114,44
46,61	21207,79	37481,71	58689,50
50,00	24535,79	46268,71	70804,50

Таблица 3.11

w_e , рад/с	M_e , Н·м	1 передача		2 передача		3 передача		4 передача		5 передача	
		V_a , м/с	N_T , Вт	V_a , м/с	N_T , Вт	V_a , м/с	N_T , Вт	V_a , м/с	N_T , Вт	V_a , м/с	N_T , Вт
80	158,28	1,99	12156,16	2,70	12156,16	3,67	12156,16	4,99	12156,16	6,78	12156,16
160	169,86	3,98	26090,34	5,40	26090,34	7,34	26090,34	9,98	26090,34	13,56	26090,34
240	175,19	5,97	40362,67	8,11	40362,67	11,02	40362,67	14,97	40362,67	20,34	40362,67
320	174,26	7,95	53533,28	10,81	53533,28	14,69	53533,28	19,96	53533,28	27,12	53533,28
400	167,09	9,94	64162,32	13,51	64162,32	18,36	64162,32	24,95	64162,32	33,90	64162,32
460	157,61	11,43	69600,02	15,54	69600,02	21,11	69600,02	28,69	69600,02	38,98	69600,02
510	147,02	12,68	71982,42	17,23	71982,42	23,41	71982,42	31,81	71982,42	43,22	71982,42
550	136,80	13,67	72228,61	18,58	72228,61	25,24	72228,61	34,30	72228,61	46,61	72228,61
590	125,01	14,67	70804,50	19,93	70804,50	27,08	70804,50	36,80	70804,50	50,00	70804,50

Расчёт топливно-экономической характеристики автомобиля

«Для получения топливно-экономической характеристики следует рассчитать расход топлива при движении автомобиля на высшей передаче по горизонтальной дороге с заданными постоянными скоростями от минимально устойчивой до максимальной»[11].

$$Q_S = \frac{1,1 \cdot g_{e \min} K_{II} \cdot K_E (N_f + N_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}} \quad (3.22.)$$

где Q_S – расход топлива в литрах на 100 км пройденного пути,

$g_{e \min} = 290$ г/(кВт·ч) – минимальный удельный эффективный расход топлива,

$\rho_T = 0,72$ кг/л – плотность топлива,

η_{TP} – КПД трансмиссии,

$K_{II} = 1,152 \cdot I^2 - 1,728 \cdot I + 1,523$ – коэффициент, учитывающий изменения величины удельного эффективного расхода топлива в зависимости от

степени использования мощности $N = \frac{N_f + N_B}{N_T}$, (3.23.)

$K_E = 0,53 \cdot E^2 - 0,753 \cdot E + 1,227$ – коэффициент, учитывающий изменения величины удельного эффективного расхода топлива в зависимости от w_e ,

$$E = \frac{w_e}{w_{eN}}, \quad (3.24.)$$

Результаты расчётов сводим в таблицу 3.12.

Таблица 3.12

V_a , м/с	I	E	K_{II}	K_E	Q_s , л/100 км
6,78	0,134	0,149	1,312	1,126	4,550
13,56	0,159	0,298	1,277	1,050	5,262
20,34	0,210	0,447	1,211	0,996	6,440

Продолжение таблицы 3.12

27,12	0,289	0,597	1,120	0,966	7,915
33,90	0,406	0,746	1,011	0,960	9,569
38,98	0,530	0,858	0,931	0,971	10,964
43,22	0,668	0,951	0,883	0,990	12,473
46,61	0,813	1,025	0,880	1,012	14,370
50,00	1,000	1,100	0,947	1,040	17,880

По полученным в результате проведенного расчета данным строим графики тягово-динамических свойств и топливной экономичности автомобиля (см. Приложение 1).

Вывод: В данной главе был рассмотрен тяговый расчет и были определены такие характеристики, как разгон, мощность, топливо – экономическая характеристика автомобиля, а так же внешне скоростная характеристика и передаточные числа коробки передач.

4. Технологическая часть

4.1 Анализ технологичности конструкции изделия

Оценка технологичности приспособления для измерения угла при испытании жёсткостей полунезависимой задней подвески автомобиля сводим в таблицу 4.1.

Технологичность конструкции

Таблица 4.13

№ п/п	Критерий	Учтён (+)	Не учтен (-)
1	2	3	4
1.	Конструкция узла должна допускать её сборку из предварительно собранных составных частей.	(+)	
2.	Минимальное количество составных частей.	(+)	
3.	Возможность одновременно и независимо присоединять к корпусу детали различных составных частей	(+)	
4.	Возможность применение автоматической и механической сборки.		(+)
5.	Наличие установочных меток, контрольных штифтов и других фиксирующих элементов, позволяющих добиваться взаимного расположения деталей.		(+)
6	Удобный доступ к местам, требующим контроля, регулировки, смазки.	(+)	
7.	Максимальное использование нормализованных и унифицированных узлов и деталей.	(+)	
8	Наличие устройств для захвата тяжёлых (свыше 16 кг) составных частей и изделие в целом.		(+)
9.	Возможность использования конструкторских баз в качестве технологических и измерительных.	(+)	
10.	Возможность сборки при измененном положении детали.	(+)	
11.	Наличие базовой составной части, удобной для установки на рабочем месте.	(+)	
12.	Отсутствие дополнительной обработки при сборки.	(+)	
13.	Предусмотрены ли в конструкции деталей соединяемых по посадкам направляющие пояски		(+)

	или фаски.		
--	------------	--	--

Продолжение таблицы 4.13

14.	Предусмотрено ли при сборке деталей по двум поверхностям их последовательно-параллельное соединение. В этом случае поверхности сопряжения делают ступенчатыми.		(+)
15.	Предусмотрена ли центровка детали большего диаметра по двум штифтам, а не по цилиндрическим поверхностям.		(+)
16.	Предусмотрено ли достаточно большое расстояние от оси резьбы элемента до стенки корпуса, чтобы можно было использовать торцевой ключ.		(+)
17.	Наличие сборочных базовых поверхностей, фиксируемых требуемое положение узлов деталей при сборке.		(+)
18.	Минимальное число поверхностей и мест сопряжения составных частей.	(+)	
19.	Возможность применение нескольких средств технологического оснащения (СТО.)		(+)
20.	Легкость составных частей с малым ресурсом.	(+)	
	Итого	11	9

Техническое приспособление для измерения углов закрутки состоит из двух частей крепящихся на раму стенда, на балку подвески с помощью уголков крепится линейка измерительная.

Вторая часть приспособления состоит из транспортера, который крепится на ось балки резинометаллического шарнира.

Делаем вывод, что модернизированная конструкция стенда для испытания жёсткостей задней полузависимой подвески технологична.

4.2. Разработка технологической схемы сборки

«Технологическая схема сборки показывает, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу и закреплять элементы, из которых собирается изделие. Такими элементами являются детали и сборочные единицы»[15].

Технологическую схему сборки составляем на основе сборочного чертежа изделия и показываем, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу элементы, из которых состоит изделие.

Каждый элемент изделия изображаем в виде прямоугольника, разделённого на три части (рис 3.1.). В его верхней части даём наименование элемента; в левой нижней – числовой индекс; в нижней правой – количество присоединяемых элементов. В качестве индекса для деталей применяем номер деталей по спецификации.

Подшипник	
25	1

Рисунок 4.16.

Изображение детали на технологической схеме сборки.

Принимаем раму стенда в качестве базового элемента.

4.3 Составление перечня сборочных работ

«Перечень выполняем в виде таблицы (таблица 3.2.) содержащей наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой сборки, и данные по нормированию всех необходимых видов работ»[15].

Перечень работ по сборке

Таблица 4.14

№	Наименование	Инструмент	Время
Рычаг балки			
1	Уголок передний, укоротить	УШМ	5 мин
2	Уголок задний, укоротить	УШМ	5 мин
3	Линейка измерительная, просверлить отверстие	Электродрель	5 мин
4	Транспортер, просверлить отверстие	Электродрель	5 мин
Сборка стенда			

Продолжение таблицы 4.14

1.	Уголок передний, надеть шайбу, наживить болт, затянуть	Ключ на 10	0,40
2.	Уголок задний, надеть шайбу, наживить болт, затянуть	Ключ на 10	0,40
3.	Линейка. Вставить болты, надеть шайбу, наживить гайку, затянуть	Ключ на 10	2 мин
4.	Транспортир, прикрутить гайку удлиненную, прикрутить транспортир	Ключ на 19	5 мин

После составления таблицы делаем вывод, что некоторые работы можно и даже целесообразно выполнять вне узловой сборки, а как подготовительные. К этим работам относим распаковку деталей, осмотр деталей на присутствие визуальных дефектов – те работы, которые не приводят к ухудшению качества поступающих на сборку деталей.

4.4 Выбор организационной формы сборки

Для того, чтобы выбрать форму организационной сборки, необходимо учесть параметры изделия такие как объем, сроки выпуска изделия, его масса и размеры. В единичном производстве применяем сборку вручную используются, как правило специальный или универсальный инструмент.

4.5 Составление маршрутной технологии

«Маршрутная технология включает установление последовательности и содержания технологических и вспомогательных операций узловой сборки. Последовательность сборки определяется на основе технологической схемы»[15]. Сборки узла и соответствующих агрегатов.

4.6 Проектирование сборочной операции

После определения норм времени на выполнение операций установим способ ее выполнения и выберем оборудование, приспособления и инструмент. «Основанием для выбора того или иного способа выполнения сборочной операции и типа оборудования для нее являются эффективность и рентабельность данного способа. Эффективность характеризуется количеством объектов сборки, выполняемых на данном рабочем месте в единицу времени»[15]. Под рентабельностью понимают стоимость выполнения операций при получении эффективности. Стоимость выполнения сборочной операции может быть определена как сумма заработной платы сборщику за выполнение операции, амортизации оборудования и накладных расходов, отнесенных к одной операции.

Модернизация станда не будет производиться при помощи специального оборудования. Стенд не имеет электрических приводов – это снижает травмоопасность при поражении электрическим током.

Детали для модернизации доставляются к сборочному станду в кассетах подсобными рабочими.

Для сокращения времени на модернизацию станда максимально упрощён. Простота конструкции позволяет рабочему модернизировать станда за короткий промежуток времени и также снижает трудоёмкость.

Вывод: В данной главе была произведена оценка приспособления для измерения угла при испытании жесткости задней полунезависимой подвески и сделан вывод о том, что модернизированная конструкция станда технологична.

5. Экономическая часть

5.1. Маркетинговые исследования

«При прогнозировании производства и продаж изделия на рынке необходимо оценить, с учетом конъюнктуры рынка, цену и объем продаж»[14].

Рассмотрим процесс закупки комплектующих для проекта на примере датчика неровной дороги.

Датчик неровной дороги участвует в управлении работой системы впрыска. Определение величины неравномерности крутящего момента при движении автомобиля по неровной дороге базируется на показаниях этого датчика. Результаты данной НИиОКР были использованы при адаптации на автомобиль и проведении функциональных испытаний датчика неровной дороги.

У ВАЗа существует две альтернативы при закупке датчика неровной дороги для производства автомобилей, отвечающим нормам токсичности Евро-4:

Закупка у западного поставщика (Bosch);

Закупка у отечественного поставщика.

В случае закупки датчиков у отечественного поставщика, следует затратить средства для проведения НИОКР с целью адаптации параметров изделия к автомобилю ВАЗ, оборудованного системой впрыска топлива.

При помощи экономических расчетов следует определить целесообразность покупки изделия у отечественного поставщика с учетом затрат на НИиОКР, точку безубыточности. Дальнейшие экономические расчеты будем проводить с целью реализации результатов НИиОКР при адаптации датчика на автомобиль и внедрению изделия в масштабах действующего производства. Объем закупок у отечественного производителя определен объемом выпуска автомобилей проекта Евро-3. Максимальный

объем выпуска определен исходя из политики ОАО АВТОВАЗ по сохранению позиций на мировом рынке продаж автомобилей и остается неизменным на протяжении всего срока реализации проекта. Расчетный срок действия проекта 3 года (см. приложение 15). Планируется постепенный переход на изделия отечественного производства, тем самым осуществляется уход от закупок по импорту в соответствии с приказом № 692 от 20.10.1999г. (см. приложение 16).

Объем закупок и цена изделия

Таблица

5.15

Год	Максимальный объем закупок	Цена-аналога	Цена-проекта
2020г.	15000 шт.	391,5 руб.	300 руб.
2021г.	15000 шт.	391,5 руб.	300 руб.
2022г.	15000 шт.	391,5 руб.	300 руб.

В 2006 году планируется введение экологических норм Евро-3 (ГОСТ Р41.83-03 или Правила ЕЭК ООН № 83-03В) в законодательном порядке. При этом объем выпуска автомобилей данного проекта увеличится до 300 тысяч автомобилей в год.

5.2. Определение ожидаемой трудоемкости

«Для проведения расчетов весь процесс осуществления НИОКР был разбит на последовательные этапы. В процессе реализации всех этапов проекта принимал участие инженерно-технический работник (ИТР) 3 категории, соответствующие расходы на оплату его труда были отражены в дальнейших расчетах»[14].

Этапы проведения НИиОКР

Таблица 5.16

№	Этап	Исполнитель	Кол-во человек	Разряд / Категор.
---	------	-------------	----------------	-------------------

Продолжение таблицы 5.16

1.	Маркетинговые исследования	ИТР	1	3к
2.	Переоборудование автомобиля	Слесарь / ИТР	1 / 1	5р / 3к
3.	Разработка схем и чертежей доп. оборудования	ИТР	1	3к
4.	Изготовление доп.оборудования	Монтажник / ИТР	1 / 1	5р / 3к
5.	Установка доп. оборудования	Слесарь / ИТР	1 / 1	5р / 3к
6.	Подключение измерительно-регистрирующей аппаратуры	Монтажник / ИТР	1 / 1	5р / 3к
7.	Измерения на спец. дороге	ИТР	2	3к
8.	Измерения на роликовом стенде	ИТР	2	3к
9.	Анализ полученных результатов	ИТР	1	3к
10.	Расчет ТЭО	ИТР	1	3к
11.	Отчет по проделанной работе	ИТР	1	3к
12.	Непредвиденные работы	ИТР	1	3к

Ожидаемая трудоемкость выполнения каждой работы и каждого этапа, чел-дн, рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

(6.1)

, где $t_{\min i}$ - минимальная трудоемкость i -го этапа,

$t_{\max i}$ - максимальная трудоемкость i -го этапа.

Результаты подсчета $t_{ожі}$ сведены в таблицу 6.3.

Ожидаемая трудоемкость
5.17

Таблица

Этап	$t_{min i}$	$t_{max i}$	$t_{ож i}$
1.	0,5	1	0,7
2.	2	3	2,4
3.	2	3	2,4

Продолжение таблицы 5.17

1.	0,5	1	0,7
2.	0,5	1	0,7
3.	0,5	1	0,7
4.	6	7	6,4
5.	6	7	6,4
6.	3	4	3,4
7.	2	3	2,4
8.	1	2	1,4
9.	1	2	1,4

5.3. Определение суммарной длительности нир

«Длительность каждого этапа, определяется по формуле:

$$T_{эti} = \frac{t_{ожi}}{\tau_i},$$

(6.2)

, где τ_i – численность исполнителей.

Суммарная длительность НИР (дн), определяется по формуле:

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m T_{эti}$$

(6.3)

Удельный вес каждого этапа определяется в %, принимая T_{Σ} за 100%:

$$У_{Д_{эti}} = \frac{T_{эti}}{T_{\Sigma}} \cdot 100\%$$

(6.4)

Следует отметить, что желательно изыскать возможности совмещения выполняемых этапов НИиОКР для оптимизации суммарной длительности НИР.

Принимая во внимание специфику выполняемых работ нельзя изыскать возможности совмещения выполняемых этапов НИР для оптимизации суммарной длительности НИР.

Исходные данные по численности исполнителей и результаты расчетов заносятся в таблицу 6.4, строится план-график.» [14]

Суммарная длительность НИиОКР

Таблица 5.18

Этап	Исполнители				$T_{эti}$	T_{Σ}	$У_{Д_{эti}}$	$\Delta\%$
	слесарь	монтажник	ИТР	всего				
1.	0	0	1	1	0,7	20,35	3,44%	3,44
2.	1	0	1	2	1,2		5,90%	9,34
3.	0	0	1	1	2,4		11,80%	21,14
4.	1	0	1	2	0,35		1,72%	22,86
5.	1	0	1	2	0,35		1,72%	24,58
6.	0	1	1	2	0,35		1,72%	26,3
7.	0	0	2	2	3,2		15,72%	42,02
8.	0	0	2	2	3,2		15,72%	57,74
9.	0	0	1	1	3,4		16,70%	74,44
10.	0	0	1	1	2,4		11,80%	86,24
11.	0	0	1	1	1,4	6,88%	93,12	
12.	0	0	1	1	1,4	6,88%	100	

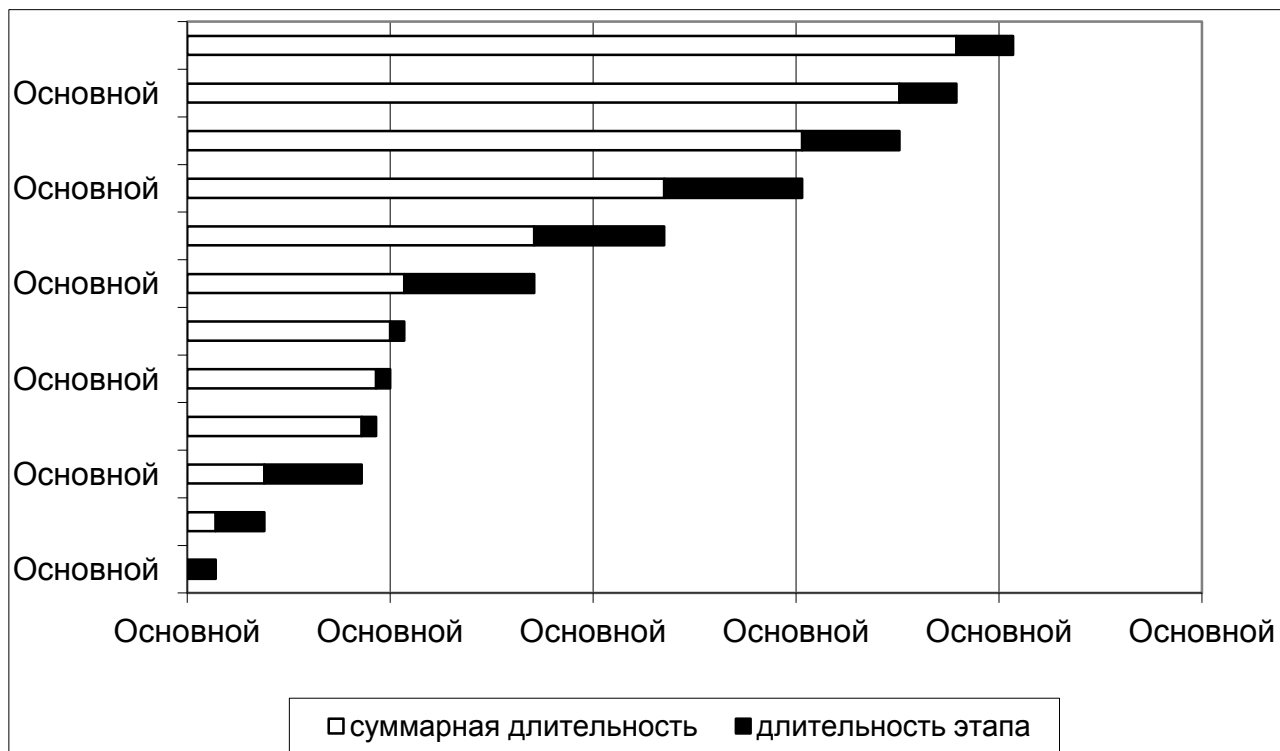


Рисунок 6.1. - План-график длительности этапов НИиОКР.

Табелирование работ НИиОКР

Таблица

5.19

Этап	Исполнители			
	Слесарь	Монтажник	ИТР 1	ИТР 2
1.	0	0	0	0,7
2.	1,2	0	0	1,2
3.	0	0	0	2,4
4.	0	0,35	0	0,35
5.	0,35	0	0	0,35
6.	0	0,35	0	0,35
7.	0	0	3,2	3,2
8.	0	0	3,2	3,2
9.	0	0	0	3,4
10.	0	0	0	2,4
11.	0	0	0	1,4
12.	0	0	0	1,4
Итого	1,55	0,7	6,4	20,35

5.4. Расчет сметы затрат на НИР

«Сметы затрат составляются для сравнения базовой и проектной технологии внедрения образца новой техники в производство.» [14]

Исходные данные для расчета текущих затрат

Таблица

5.20

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Значен.
1.	Годовая норма амортизационных отчислений, Нам.	%	10
2.	Коэффициент премий и доплат, Кпр.	%	30
3.	Коэффициент доплат за выполнение работ, Квып.	%	30
4.	Коэффициент тр.-загот. расходов, Ктзр.	%	3
5.	Коэффициент возвратных отходов, Квот.	%	1
6.	Коэффициент исп. по мощности станда $K_{исп.1}$	%	17
7.	Коэффициент загрузки станда, $K_{заг.1}$	%	90
8.	Коэффициент использования по мощности $K_{исп.2}$	%	34
9.	Коэффициент загрузки оборудования, $K_{заг.2}$	%	90
10.	Коэффициент накладных расходов, $K_{накл.}$	%	3
11.	Коэффициент отчислений на соц. нужды, $K_{соц.}$	%	35,6
12.	Нормативный коэффициент рентабельности, $K_{рент.}$	%	30
13.	Норма расхода провода ПВХ, $Вп1$	м	50
14.	Норма расхода контактов, $Вп2$	шт	300
15.	Цена 1м провода ПВХ, $Цп1$	Руб.	5
16.	Цена 1 контакта, $Цп2$	Руб.	2,4
17.	Стоимость станда, $Цпр1$	Руб.	17000000
18.	Стоимость аппаратуры, $Цпр2$	Руб.	591570
19.	Срок использования приобретенного обор., $Tг$	год	10
20.	Продолжительность рабочего дня, q	час	8
	Количество выходных дней в году, $В$	дни	104
2.	Количество праздничных дней в году, $П$	дни	11
3.	Количество нерабочих часов в предпр. дни, $Нпр.$	час	11
4.	Количество планируем. невыходов, $Н$	дни	5
5.	Среднемесячные оклады ИТР, $Окл.$	Руб.	6000
6.	Часовые тарифные ставки рабочих, $Сст.$	Руб.	35

7.	Стоимость 1 кВт электроэнергии, Сэл.	Руб.	0,8
8.	Стоимость изготовленного оборудования, Циз.і	Руб.	1500

Расчет эффективного годового фонда рабочего времени:

$$\langle F_{эф} = (365 - П - В - Н) * q - Нпр, \quad (6.5)$$

, где П - праздничные дни;

В - выходные дни;

Н - количество планируемых невыходов;

q - количество часов в смену;

Нпр - количество нерабочих часов в предпраздничные дни.

$$F_{эф} = (365 - 11 - 104 - 5) * 8 - 11 = 1949 \text{ часов;} \quad [14]$$

Расчет среднего количества рабочих дней в месяц:

$$\langle D = \frac{F_{эф}}{12q} \quad (6.6)$$

$$D = 1949 / 12 * 8 = 21 \text{ день;} \quad [14]$$

Расчет времени работы $i^{ог}$ исполнителя:

$$\langle K_{исп.i} = \frac{F_i}{D} \quad (6.7)$$

, где: F_i – количество отработанных дней i -м исполнителем» [14]

Исполнители	F_i , дней	Д, дней	Кисп., мес.
Слесарь	1,55	21	0,07
Монтажник	0,7	21	0,03
ИТР 1	6,4	21	0,3
ИТР 2	20,35	21	0,97

Расчет заработной платы исполнителей с окладами:

$$\langle Z_{итр} = K_{исп.i} * O_{кл.}, \quad (6.8)$$

, где $K_{исп.i}$ – время работы i -го исполнителя, мес.

Окл. – должностной оклад i -го исполнителя, руб.» [14]

Исполнители	Кисп., мес.	Окл., руб.	Зитр, руб.
ИТР 1	0,3	6000	1800
ИТР 2	0,97	6000	5820

Расчет заработной платы производственных рабочих:

$$\text{«Зпр.тар.} = \text{Ст}^* \text{q}^* \text{t}_i \text{»} \quad (6.9)$$

, где Ст - тарифная ставка;

q - продолжительность рабочего дня;

t_i - трудоемкость $i^{\text{ого}}$ рабочего.» [14]

Исполнители	t_i , дней	q, час	Ст, руб.	Зпр.тар., руб.
Слесарь	1,55	8	35	434
Монтажник	0,7	8	35	196

Расчет доп. заработной платы производственных рабочих:

$$\text{«Здоп.} = \text{Зпр.тар.} * K_{пр} \text{»} \quad (6.10)$$

, где: $K_{пр}$ - коэффициент премий, %»[14]

Исполнители	Зпр.тар, руб.	$K_{пр}$	Здоп, руб.
Слесарь	434	0,3	130,2
Монтажник	196	0,3	58,8

Расчет доп. заработной платы рабочих с должностными окладами:

$$\text{«Здоп.} = \text{Зпр.тар.} * K_{вып} \text{»} \quad (6.11)$$

, где: $K_{вып}$ - коэффициент премий за выполнение работ,» [20]

Исполнители	Зпр.тар, руб.	$K_{пр}$	Здоп., руб.
ИТР 1	1800	0,3	540

ИТР 2	5820	0,3	1746
-------	------	-----	------

Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Зисп. = Зитр. + Зтар. + Здоп.$$

(6.12)

$$Зисп = 1800 + 5820 + 130,2 + 58,8 + 540 + 1746 + 434 + 196 = 10725 \text{ руб.}$$

Расчет отчислений в единый социальный налог:

$$Ссоц. = Зисп. * Ксоц., = 10725 * 0,356 = 3818,1 \text{ руб.}$$

(6.13)

Заработная плата исполнителей

Таблица 5.21

№	Исполнитель	Основная	Доп - ая	Сумма
1.	Слесарь	434	130,2	564,2
2.	Монтажник	196	58,8	254,8
3.	ИТР1	1800	540	2340
4.	ИТР2	5820	1746	7566
Итого			10725 руб.	

Расчет затрат на электроэнергию:

Список используемого электрооборудования

Таблица 5.22

Этап	Наименование оборудования, приспособлений	Кол-во	Примечание
1.	ЭВМ	1	400 Вт/ч
2.	Отсутствует		
3.	ЭВМ	1	400 Вт/ч
4.	Отсутствует		
5.	Отсутствует		
6.	Отсутствует		
7.	ЭВМ	1	400 Вт/ч
8.	ЭВМ	1	400 Вт/ч

	Роликовый стенд ф. ZOLLNER	1	200000 Вт/ч
	Искусственное освещение	20	200 Вт/ч
	Вентиляция	3	3000 Вт/ч
9.	ЭВМ	1	400 Вт/ч
10.	ЭВМ	1	400 Вт/ч
11.	ЭВМ	1	400 Вт/ч
12.	Отсутствует		

$$\langle \text{Сэл.} = N_y * K_{исп.} * K_{загр.} * D_i * q * \text{Цэл.} \rangle$$

(6.14)

, где: N_y - мощность оборудования;

$K_{исп.}$ - коэффициент использования;

$K_{загр.}$ - коэффициент загрузки;

D_i - время работы $i^{ого}$ оборудования» [14].

Оборудование	Мощность, кВт/ч	Кисп	Кзаг	Дни	Цэл, руб.	Сэл., руб.
Освещение	4,0	0,15	0,9	20,35	1,1	70,32
Вентиляция	9,0	0,15	0,9			158,24
Р. стенд	200	0,15	0,9			3516,48
ЭВМ	2,8	0,82	0,9			269,12
Итого					4014,16	

5.5. Расчет амортизационных отчислений

Годовое эффективное время работы оборудования:

$$\langle F_{обор.} = (365 - П - В) * q * K_{загр.} \rangle$$

(6.15)

$$F_{обор} = (365 - 104 - 11) * 8 * 0,9 = 1800 \text{ ч.}$$

Общее время работы оборудования:

$$t_m = D_{\text{обор.}i} * q * K_{\text{загр.}} \quad (6.16)$$

, где $D_{\text{обор.}i}$ – время работы i -го оборудования;

$K_{\text{загр.}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования;

$C_{\text{об}}$ - первоначальная стоимость оборудования.» [20]

Оборудование	$D_{\text{обор.}}$ дней	q , час	$K_{\text{загр.}}$	t_m , час
Стенд	3,2	8	0,9	23,04
Аппаратура	6,4	8	0,9	46,08
Автомобиль	14,45	8	0,9	104,04

Затраты на амортизацию:

$$\sum C_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{об.}} * N_{\text{ам.}} * \sum t_{m.}}{F_{\text{обор.}} * 100}, \quad (6.17)$$

Оборудование	$C_{\text{об.}}$, руб.	$K_{\text{заг}}$	$N_{\text{ам}}$	$\sum t_m$, час	$F_{\text{обор.}}$, час	$\sum C_{\text{ам}}$, руб.
Стенд	17000000	90%	10%	23,04	1800	21760
Аппаратура	591570			46,08		1514,41
Автомобиль	200000			104,04		1156
Итого					24430,41	

Расчет накладных расходов:

$$C_{\text{накл.}} = Z_{\text{исп.}} * K_{\text{накл.}} = 10725 * 0,3 = 3217,5 \text{ руб.} \quad (6.18)$$

, где $K_{\text{накл.}}$ - коэффициент накладных расходов;

$Z_{\text{исп.}}$ - заработная плата исполнителей.

Расчёт затрат на основные материалы с учетом транспортно-заготовительных расходов:

$$\langle C_{\text{мат}} = C_{\text{м}_i} * V_{\text{м}_i} * (1 + K_{\text{тзр}}/100 - K_{\text{вот}}/100) \quad (6.19)$$

, где $C_{\text{м}_i}$ - оптовая цена материала i -го вида, руб.,

V_{mi} – норма расхода материала i -го вида, кг, м.

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.»[14]

Наименование	Расход V_{mi}	Единица измерения	Цена C_{mi} , руб.	Смат., руб.
Провод ПВХ	50	М.	5	255
Клеммы	300	Шт.	2,4	734,4
Бензин	80	Л.	10,0	800
Итого				1789,4

5.6. Определение капитальных затрат

Текущие затраты:

$$\text{«}K_{тек} = C_{мат} + C_{эл} + Z_{исп} + C_{соц} + C_{сам.предпр} + C_{накл} \text{»}$$

(6.20)

$$K_{тек} = 1789,4 + 4014,16 + 10725 + 3818,1 + 24430,41 + 3217,5 = 47994,57$$

руб.

Капитальные затраты в ходе осуществления этапов НИиОКР отсутствуют.

Общая сумма предпроизводственных затрат:

$$C_{предпр.} = K_{тек.}$$

(6.21)

$$C_{предпр.} = 47994,57 \text{ руб.}$$

Общая смета затрат на проектирование и выполнение рассматриваемой НИиОКР представлена в таблице 6.9.» [14]

Смета затрат

Таблица 5.23

Статьи	Обозначение	Сумма, руб.
1. Текущие затраты, $K_{тек}$.		
Затраты на сырье и материалы	Смат	1789,4

Затраты на энергоносители	Сэл	4014,16
Фонд оплаты труда исполнителей	Зисп	10725
Отчисления на единый социальный налог	Ссоц	3818,1
Амортизационные отчисления	$\sum C_{ам}$	24430,41
Накладные расходы	Снакл	3217,5
Итого		47994,57 руб.
2. Предпроизводственные затраты, Спредпр		
Итого		47994,57 руб.

5.7. Анализ порога безубыточности

Переменные затраты на НИиОКР:

$$\langle Z_{\text{пер.предпр.}} = C_{\text{мат}} + Z_{\text{исп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл}} \quad (6.22)$$

$$Z_{\text{пер.предпр.}} = 1789,4 + 4014,16 + 10725 + 3818,1 = 18887,26 \text{ руб.}$$

Постоянные затраты на НИиОКР

$$Z_{\text{пост.предпр.}} = \sum C_{\text{ам}} + C_{\text{накл.}} \quad (6.23)$$

$$Z_{\text{пост.предпр.}} = 24430,41 + 321,75 = 24752,16 \text{ руб.}$$

Отпускная цена проектного изделия с учетом затрат на НИиОКР

Затраты на НИиОКР учитываются в себестоимости в течение 3 лет равными долями следующим образом:

$$C_{\text{полн.уд.}} = C_{\text{полн.уд.,}} + \text{Спредпр} / V_{\text{год}} \quad (6.24)$$

$$C_{\text{полн.уд.,}} = 230,76 + 47994,57 / 15000 = 233,96 \text{ руб.} \gg [20]$$

Отпускную цену одного изделия вычисляем по формуле:

$$C_{\text{полн.уд.}} = C_{\text{отп.уд.}} / (1 + K_{\text{рент}}) \quad (6.25)$$

	Ц_{отп.уд.}, руб.	Крент.	С_{полн.уд.}, руб.
База	391,5	0,3	301,15
Проект	300	0,3	233,96

Переменные затраты на производство одного изделия:

$$Z_{\text{пер.уд.}} = \frac{С_{\text{полн.уд.}}}{С_{\text{предпр.}}} * Z_{\text{пер.предпр.}}$$

(6.26)

	Z_{пер.предпр.}, руб.	С_{предпр.}, руб.	С_{полн.уд.}, руб.	Z_{пер.уд.}, руб.
База	18887,26	47994,57	301,15	118,51
Проект	18887,26	47994,57	233,96	92,07

Постоянные затраты на производство одного изделия:

$$Z_{\text{пост.уд.}} = \frac{С_{\text{полн.уд.}}}{С_{\text{предпр.}}} * Z_{\text{пост.предпр.}}$$

(6.27)

	Z_{пост.предпр.}, руб.	С_{предпр.}, руб.	С_{полн.уд.}, руб.	Z_{пост.уд.}, руб.
База	24752,16	47994,57	301,15	155,31
Проект	24752,16	47994,57	233,96	120,65

Переменные затраты на производство всей партии изделий:

$$Z_{\text{пер.}} = Z_{\text{пер.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (6.28)$$

	V_{год}, шт.	Z_{пер.уд.}, руб.	Z_{пер.}, руб.
База	15000	118,51	1777650
Проект	15000	92,07	1381050

Постоянные затраты на производство всей партии изделий:

$$Z_{\text{пост.}} = Z_{\text{пост.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (6.29)$$

	Угод, шт.	Зпост.уд., руб.	Зпост., руб.
База	15000	155,31	2329650
Проект	15000	120,65	1809750

Полная себестоимость на всю партию:

$$C_{\text{полн.}} = C_{\text{полн.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (6.30)$$

	Угод, шт.	C_{полн.уд.}, руб.	Сполн., руб.
База	15000	301,15	4517250
Проект	15000	233,96	3506400

Выручка от реализации изделий:

$$\text{Выручка} = C_{\text{отп.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (6.31)$$

	Угод, шт.	C_{отп.уд.}, руб.	Выручка
База	15000	391,5	5872500
Проект	15000	300	4500000

Маржинальный доход:

$$D_{\text{марж}} = \text{Выручка} - Z_{\text{пер.}}$$

$$D_{\text{марж}} = 5872500 - 1777650 = 4094850 \text{ руб.}$$

. Критический объем производства:

$$A_{\text{кр.}} = \frac{Z_{\text{пост.}}}{C_{\text{отп.уд.}} - Z_{\text{пер.уд.}}} \quad (6.32)$$

$$A_{\text{кр.}} = 2329650 / (391,5 - 118,51) = 8533 \text{ шт.}$$

$$\text{округляем } A_{\text{кр.}} = 8535 \text{ шт.}$$

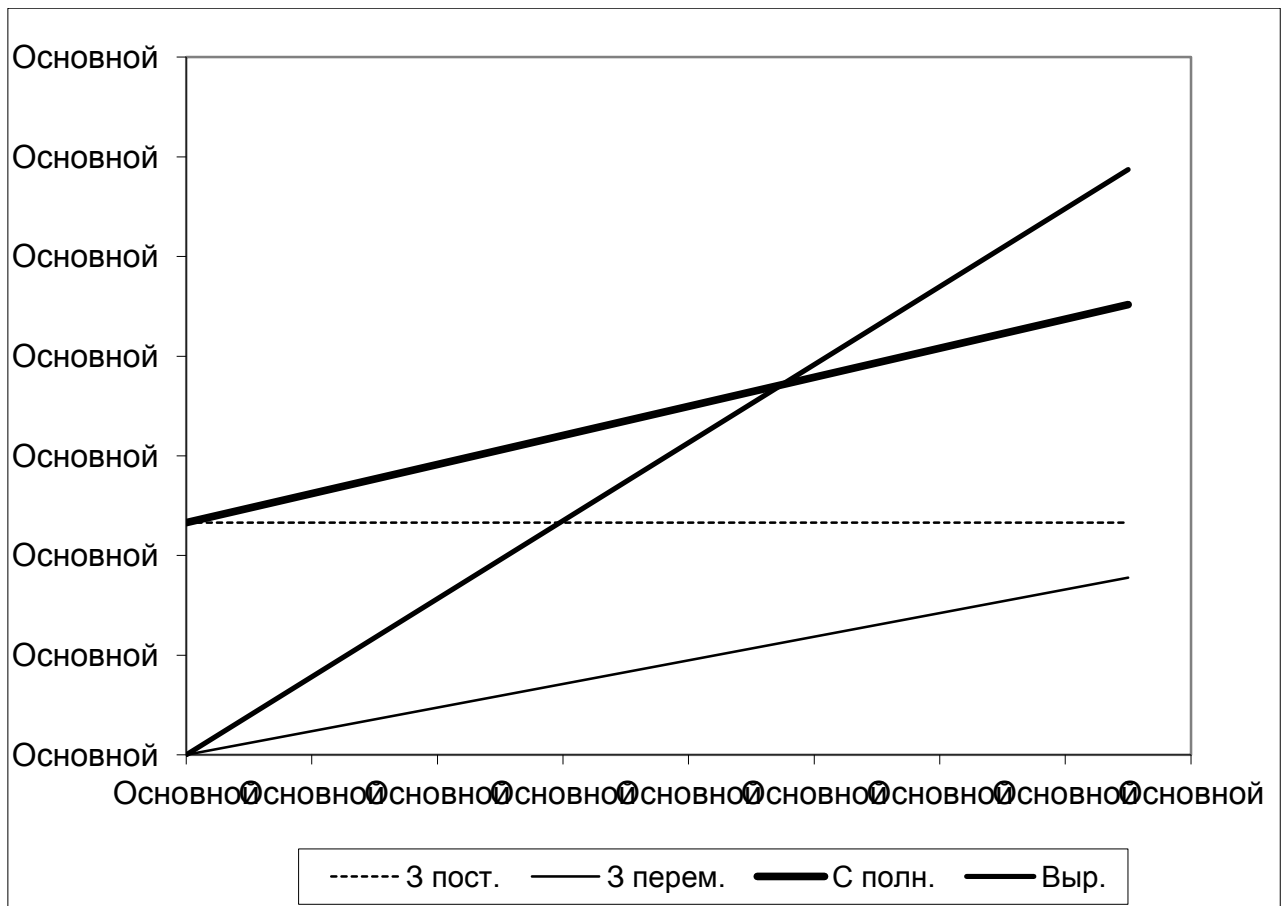


Рис.6.2. Определение точки безубыточности графическим методом.

5.8. Расчет коммерческой эффективности

Определение величины нарастающего итога.

«Срок закупки нового изделия определяем в 3 года. Следовательно, объем продукции увеличивается равномерно с каждым годом нарастающим итогом на величину d до максимального объема 15000 шт.

$$d = (V_{\text{год.}} - \text{Акрит.}) / (n - 1), \quad (6.33)$$

где $V_{\text{год.}}$ – максимальный выпуск продукции, шт.;

Акрит. – критический объем продаж, шт.

n – количество лет, с учетом производственной подготовки, $n = 4$.

$$d = (15000 - 8535) / 3 = 2155 \text{ шт.} \quad [14]$$

Объем продаж в году:

$$V_{\text{прод.}i} = \text{Акрит.} + d \quad (6.34)$$

Год	Акрит., шт.	$V_{\text{прод.}}$, шт.	d , шт.	$V_{\text{прод.}}$
1	8535	8535	2155	10690
2	8535	10690	2155	12845
3	8535	12845	2155	15000

Выручка по годам.

«Для сопоставимости получаемых результатов, изменяющийся объем продаж рассчитывается только для проектного варианта и на основе полученных объемов производятся вычисления выручки.» [20]

$$\text{Выручка } i = \text{Цотп.уд.} * V_{\text{прод.}i}, \quad (6.35)$$

Год	$V_{\text{прод.}}$, шт.	Цотп.уд., руб.	Выручка
1	10690	391,5	4185135
2	12845	391,5	5028817,5
3	15000	391,5	5872500

Переменные затраты на единицу изделия по годам:

$$Z_{\text{перем.}} = Z_{\text{перем.уд.}} * V_{\text{прод.}} \quad (6.36)$$

	Год	V _{прод.} , шт.	Z _{перем.уд.} , руб.	Z _{перем.} , руб.
База	1	10690	118,51	1266871,9
	2	12845	118,51	1522260,95
	3	15000	118,51	1777650
	Год	V _{прод.} , шт.	Z _{перем.уд.} , руб.	Z _{перем.} , руб.
Проект	1	10690	92,07	984228,3
	2	12845	92,07	1182639,15
	3	15000	92,07	1381050

Постоянные затраты для базового и для проектируемого изделия:

$$Z_{\text{пост.}} = Z_{\text{пост.уд.}} \cdot V_{\text{год}} \quad (6.37)$$

	V _{год} , шт.	Z _{пост.уд.} , руб.	Z _{пост.} , руб.
База	15000	155,31	2329650
Проект	15000	120,65	1809750

Амортизация (определяется только для проектного варианта):

$$C_{\text{ам.}} = \frac{\sum C_{\text{ам}} * V_{\text{год}} * Z_{\text{пост.уд.}}}{Z_{\text{пост.предпр.}}}$$

$$(6.38)$$

, где $\sum C_{\text{ам}}$ - амортизационные отчисления на НИиОКР.

$$C_{\text{ам}} = 24430,41 * 15000 * 120,65 / 24752,16 = 1786225,30 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость по годам.

$$C_{\text{пол.}} = Z_{\text{перем.}} + Z_{\text{пост.}} \quad (6.39)$$

	Год	Z _{перем.} , руб.	Z _{пост.} , руб.	C _{пол.} , руб.
	1	1266871,9	2329650	3596521,9

База	2	1522260,95	2329650	3851910,95
	3	1777650	2329650	4107300

«Затраты на НИиОКР распределяются равными долями в течение 3 лет в проектном варианте и отражаются в полной себестоимости с учетом объема выпуска изделия:» [20]

$$\text{Спол.}i = \text{Зперем.}i + \text{Зпост.} + \text{Спредпр}/3 * Vi$$

(6.40)

	Год	Зперем., руб.	Зпост., руб.	Спол., руб.
Проект	1	984228,3	1809750	2793979,79
	2	1182639,15	1809750	2992390,39
	3	1381050	1809750	3190800,06
ΣСпол.п. = 8977171,24 руб.				

Налогооблагаемая прибыль по годам:

$$\text{Пр.обл.}i = (\text{Выручка} - \text{Спол.п.}) - (\text{Выручка} - \text{С пол.б.}) \quad (6.41)$$

Год	Выручка.	Спол.п	С пол.б	Пр.обл.. руб.
1	4185135	2793979,79	3596521,9	802542,11
2	5028817,5	2992390,39	3851910,95	859520,56
3	5872500	3190800,06	4107300	916499,94

Налог на прибыль по годам:

$$\text{Нпр.}i = \text{Пр.обл.}i * 0,24$$

(6.42)

Год	Налог	Пр.обл. руб.	Нпр., руб.
1	0,24	802542,11	192610,08
2	0,24	859520,56	206284,8
3	0,24	916499,94	219959,98

Прибыль чистая по годам:

$$\text{Пр.ч.}i = \text{Пр.обл.}i - \text{Нпр.}i \quad (6.43)$$

Год	Нпр., руб.	Пр.обл. руб.	Пр.ч., руб.
1	192610,08	802542,11	609932,03

2	206284,8	859520,56	653235,76
3	219959,98	916499,94	696499,94

Текущий чистый доход (накопленное сальдо) по годам составит:

$$\text{ЧД}_i = \text{Пр.ч.}_i + \text{Сам.}_i \quad (6.44)$$

Год	Пр.ч., руб.	Сам., руб.	ЧД., руб.
1	609932,03	1786225,30	2396157,33
2	653235,76	1786225,30	2439461,06
3	696499,94	1786225,30	2482725,24

Дисконтирование денежного потока:

, где $E_{ct,i}$ – процентная ставка на капитал;

t – год приведения затрат и результатов (расчетный год).

$$\alpha_{ti} = \frac{1}{(1 + E_{ct,i})^t}; \quad (6.45)$$

Год	Ест., %	α_t
1	15	0,870
2	15	0,756
3	15	0,658

Чистый дисконтированный поток реальных денег:

$$\text{ЧДД}(i)_t = \text{ЧД}_i * \alpha_{ti} \quad (E_{ct,i}) \quad (6.46)$$

Год	ЧД., руб.	α_t	ЧДД _i , руб.
1	2396157,33	0,870	2084656,59
2	2439461,06	0,756	1844232,56
3	2482725,24	0,658	1633633,20

Суммарный ЧДД за расчетный период рассчитывается по формуле:

$$\sum \text{ЧДД}_t = \text{ЧД}_i * \alpha_{ii(\text{Ест.}_i)} = \sum \text{ЧДД}(i)t \quad (6.47)$$

$$\sum \text{ЧДД}_t = 5562522,35 \text{ руб.}$$

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = \text{Кинв.} * \sum \text{Спол.н.}_i. \quad (6.48)$$

, где Кинв. – коэффициент капиталобразующих инвестиций,

$$J_0 = 0,45 * 8977171,24 = 4090089,96 \text{ руб.}$$

Индекс доходности:

$$JD = \frac{\sum_{i=0}^T \text{ЧДД}}{J_0}; \quad (6.49)$$

$$JD = 5562522,35 / 4090089,96 = 1,36$$

$$T_{\text{окуп.}} = \frac{J_0}{\sum_{i=0}^T \text{ЧДД}}; \quad (6.50)$$

Срок окупаемости проекта:

$$\text{Токуп.} = 4090089,96 / 5562522,35 = 0,73 \text{ года.}$$

Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum_{i=0}^T \text{ЧДД} - J_0; \quad (6.51)$$

$$\text{ЧДД} = 5562522,35 - 4090089,96 = 1472432,39 \text{ руб.}$$

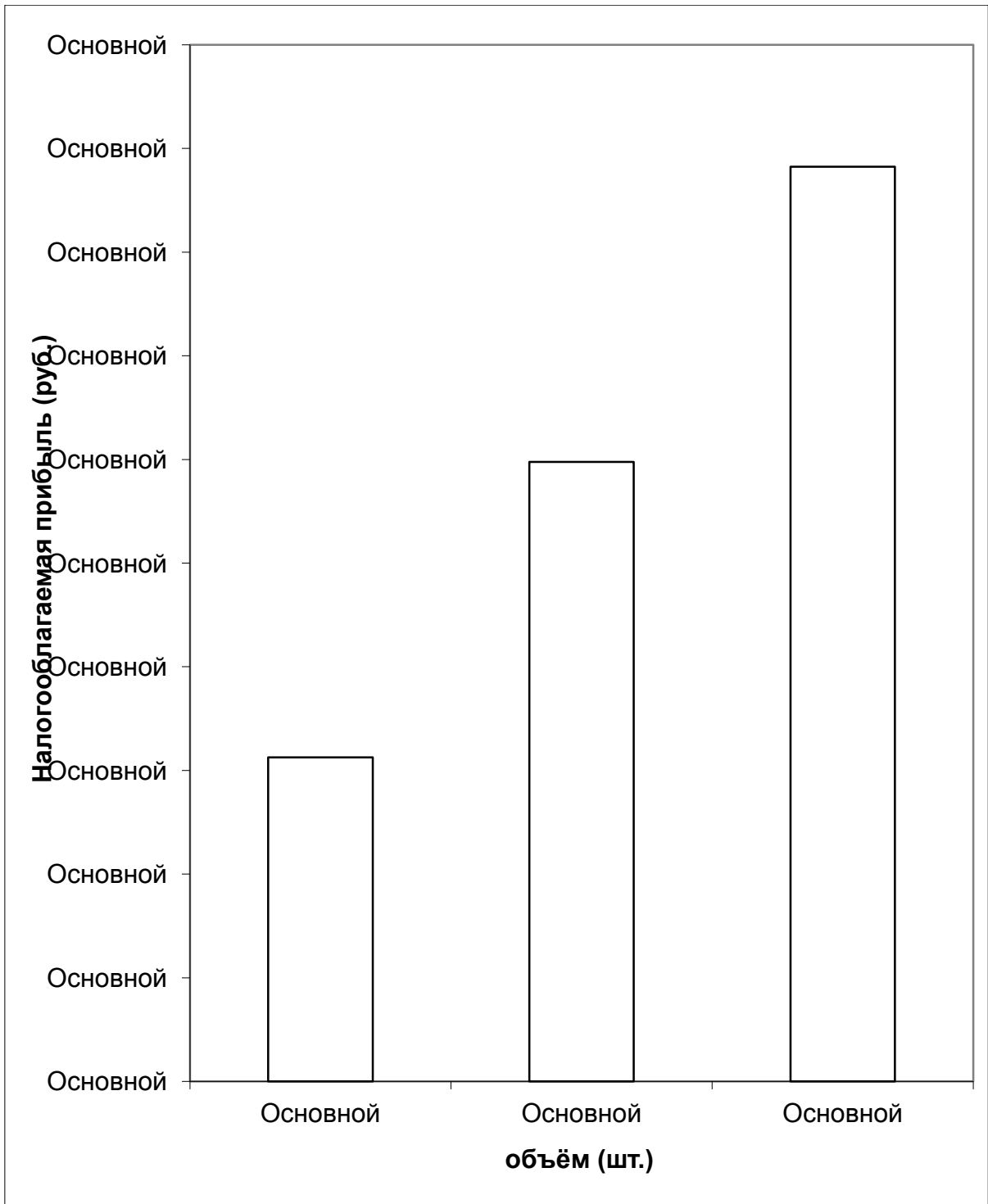


Рис.6.3. Соотношение между объемом производства и прибылью.

Показатели коммерческой эффективности

Таблица 5.24

№	Наименование	Год			
		0	1	2	3
1	Объем продаж, Vпрод. (шт)	8535	10690	12845	15000
2	Отпускная цена за единицу продукции, Цотп.уд. (руб.)		391,5		
3	Выручка, (руб.)		4185135	5028817,5	5872500
4	Переменные затраты, Zперем.б, (руб.)		1266871,9	1522260,95	1777650
	Zперем.п, (руб.)		984228,3	1182639,15	1381050
5	Амортизация, Сам (руб.)		1786225,30		
6	Постоянные затраты, Zпост.б. (руб.)		2329650		
	Zпост.п. (руб.)		1809750		
7	Полная себестоимость, Спол.б. (руб.)		3596521,9	3851910,95	4107300
	Спол.п. (руб.)		2793979,79	2992390,39	3190800,06
8	Налогооблагаемая прибыль, Пр.обл. (руб.)		802542,11	859520,56	916499,94
9	Налог на прибыль, Нпр. (руб.)		192610,09	206284,8	219959,98
10	Прибыль чистая, Пр.ч. (руб.)		609932,03	653235,76	696499,94
11	Чистый поток реальных денег, ЧД (руб.)		2396157,33	2439461,06	2482725,24
12	Коэффициент дисконтирования, α_{t1}		0,870	0,756	0,658

Продолжение таблицы 5.24

13	Чистый дисконтированный поток реальных денег, ЧДД _i (руб.)		2084656,59	1844232,56	1633633,20
14	Капиталообразующие инвестиции, I ₀ (руб.)			4090089,96	
15	Суммарный чистый дисконтированный поток реальных денег, ΣЧДД ₁ (руб.)			5562522,35	
16	Индекс доходности, JД			1,36	
17	Срок окупаемости проекта, T _{окуп.} (год)			0,73	
18	Чистый дисконтированный доход, ЧДД (руб.)			1472432,39	

Вывод: В данной главе спрогнозировали и оценили производство и продажу изделий на рынке с учётом конъюнктуры рынка, цены и объема продаж и рассмотрели процесс закупки комплектующих для проекта на примере датчика неровной дороги.

6. Безопасность и экологичность объекта

6.1 Описание рабочего места, оборудования, выполняемых операций

Схема участка сборки задней подвески

Участок сборки стенда

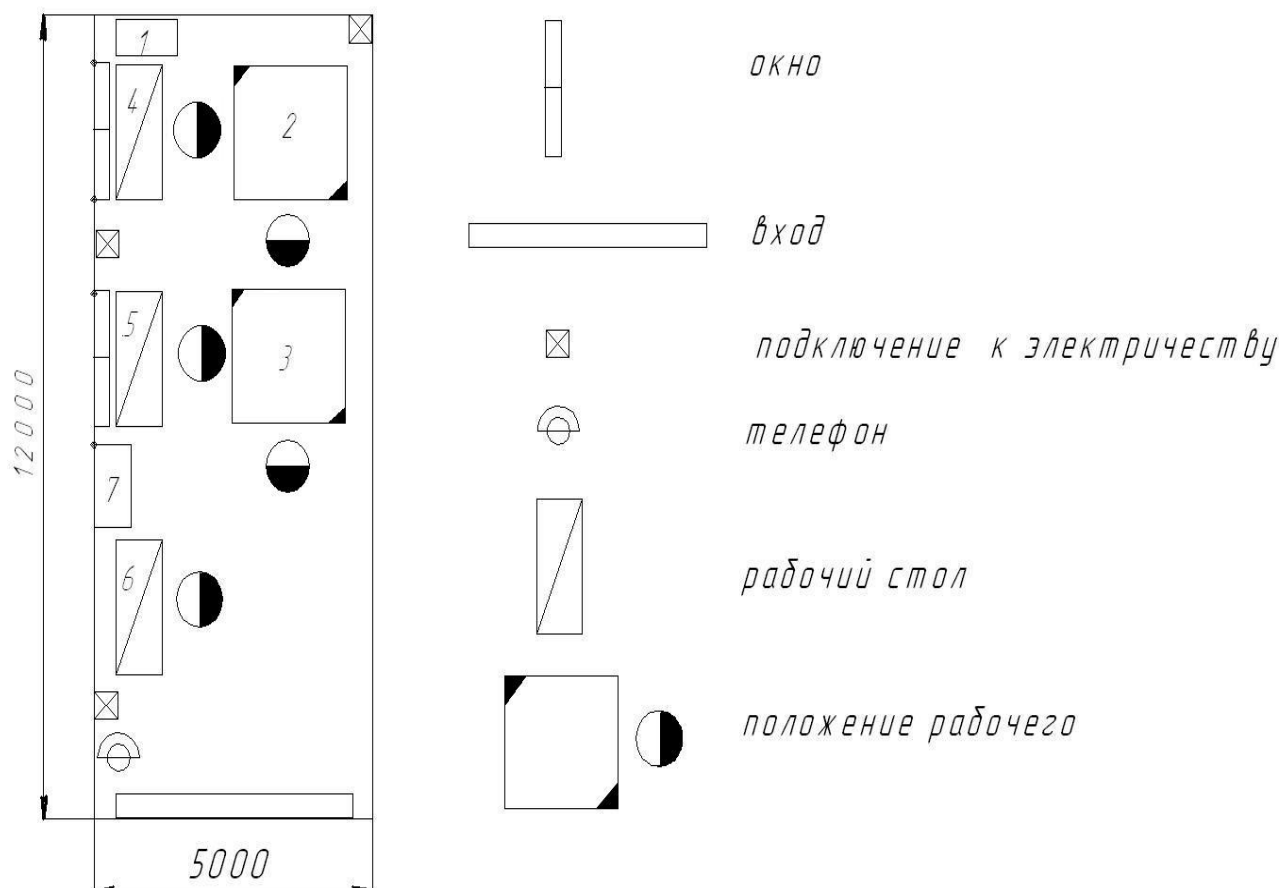


Рисунок 6.17 – Схема участка

№ позиции на эскизе	Наименование оборудования	Работы выполняемые на данном оборудовании
1	Сварочный аппарат	Сварка элементов станда
2	Сварочная площадка	Сварка рамы станда
3	Сборочная площадка	Сборка станда
4	Слесарный стол	Изготовление деталей для станда
5	Токарный станок	Изготовление деталей
6	Сверлильно-фрезерный станок	Изготовление деталей
7	Шкаф для инструмента	Хранение инструмента

6.2 Меры безопасности при работе на станде для измерения крутильной жесткости.

Стенд предназначен для измерения крутильной жесткости задней полузависимой подвески.

3.1. При работе на данном станде должны соблюдаться меры безопасности. При несоблюдении могут возникнуть травмы.

А) Стенд.

1. Перед началом работы проверить исправность всех механизмов, с помощью которых создается нагрузка на рычаг балки (Домкрат, крепление домкрата к ступице балки) способом поворота рукоятки домкрата на 3-4 оборота, проследить за тем, чтобы рычаг балки свободно перемещался.

2. Проверить правильность установки пружин, стабилизатора. Посадочные витки пружин должны находиться в пружинных чашках, пружина установлена без перекосов.

Б) Установка стабилизатора на станд.

Снятие и установка стабилизатора производится при полностью ослабленных домкратах, с соблюдением осей установки, и привалочных плоскостей.

В) Электрический усилитель сигнала.

Перед включением прибора необходимо проверить все датчики, прикрепленные к стенду, люфт в креплении, кабель, при обнаружении повреждения кабеля работа с прибором не допускается до устранения дефектов. После проведения данных мероприятий включить прибор, с помощью домкрата опустить рычаг балки до номинального показания мультиметра, поднять рычаг балки.

3.2. Вредные и опасные производственные формы при работе со стендом

3.2.1. При работе со стендом возможно возникновение следующих вредных и опасных производственных факторов:

- Физические нагрузки при подъеме рычагов балки.
- Недостаточная освещенность рабочего места.
- Поражение электрическим током.

3.2.2. Для уменьшения влияния вредных и опасных производственных факторов предложены следующие мероприятия:

- Работу с подъемом и опусканием домкратов производить в количестве не менее двух человек.

- Проверить освещенность помещения, оно должно быть достаточным и равномерным.

- Проверить все кабеля на наличие повреждений, в процессе работы со стендом, периодически проверять проводку и отключать электрические приборы чтобы избежать перегревания.

6.3 Воздействие опасных и вредных производственных факторов на организм работающих

«Механические травмы могут привести к следующим повреждениям у работающих: поражения кожи, поражения мягких тканей, поражения костей, поражения внутренних органов. Следствием механических травм может явиться: потеря работоспособности, инвалидность, смерть. Даже небольшие травмы и царапины, которые на первый взгляд кажутся незначительными, без своевременной обработки могут вызвать заражение и тяжелые последствия»[13].

«Повышенный шум может вызвать у работающих: повышенную усталость, головные боли, ухудшение и постепенную потерю слуха.

Повышенная вибрация может вызвать у работающих: повышенную усталость, головные боли, различные профзаболевания, например, дрожание рук.

Неоптимальные климатические условия могут вызвать у работающих: простудные заболевания, тепловой удар, обезвоживание, повышенную утомляемость, потерю производительности»[13].

«Недостаток освещенности может вызвать у работающих: переутомление зрительных анализаторов, падение зрения, повышенную утомляемость, ухудшение качества выполняемых работ, рост опасности ошибочных действий и несчастных случаев.

Воздействие электрического тока на организм человека может вызвать: термическое, электролитическое, биологическое действие.

Термическое действие может проявляться в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови.

Электролитическое действие может проявляться в разложении крови и других органических жидкостей, как следствие, может вызвать различные нарушения их физико-химического состава»[13].

«Биологическое действие может проявляться в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе легких и сердца человека. В ре-

зультате могут возникнуть нарушения, и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Эти действия тока на организм человека могут привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическому удару»[13].

6.4 Мероприятия по созданию безопасных условий труда

«В целях охраны труда следует проводить инструктаж рабочих и служащих по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Существует несколько видов инструктажа:

- Вводный инструктаж обязаны пройти все вновь поступающие на предприятие, а также командированные и учащиеся, прибывшие на практику. Его проводит инженер»[13]. По охране труда инженер является ответственным за доведение материала инструктажа.

- Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

- «Повторный инструктаж проводится не реже чем через шесть месяцев. Цель этого инструктажа– восстановить в памяти рабочего правила по охране труда, а также разобрать конкретные нарушения из практики цеха или предприятия»[13].

- Внеплановый инструктаж проводят при изменении технологического процесса, изменении правил по охране труда, внедрении новой техники, нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару; при перерывах в работе– для работ, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности труда более чем на 30 календарных дней, для остальных работ– 60 дней.

«Важное значение для обеспечения безопасности труда имеет профессиональный отбор, цель которого – выявить лиц, непригодных по своим физическим и антропометрическим данным к участию в том или ином процессе.

На рабочих и служащих, в свою очередь, возлагаются также обязанности: соблюдение инструкций по охране труда, установленных требований обращения с машинами и механизмами и пользования средствами индивидуальной защиты.

Рабочий день длится с 7: 00 до 15-45, с обеденным перерывом с 11- 00 до 11- 45.

График рабочей недели: 5 рабочих дней в неделю, суббота и воскресенье – выходной»[13].

Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей на протяжении рабочей смены надо устанавливать регламентированные перерывы. Для работников участка с учетом их категории работы и уровня тяжести следует установить регламентированные перерывы через два часа от начала рабочей смены и через 1,5÷2,0 часа после обеденного перерыва продолжительностью 15 минут каждый или продолжительностью 10 минут через каждый час работы.

Планировочные мероприятия.

1. Размещение производственного оборудования должно отвечать требованиям действующих нормативных правовых актов и настоящих правил и обеспечивать последовательность операций технологического процесса.

2. Размещение производственного оборудования, исходных материалов, заготовок, деталей, агрегатов, готовой продукции, отходов производства и тары в производственных помещениях и на рабочих местах не должно представлять опасности для персонала.

3. Расстояния между единицами оборудования, а также между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно соответствовать требованиям действующих норм технологического проектирования, строительным нормам и правилам.

4. Расстановка в цехах и перестановка действующего технологического оборудования должна отражаться на технологической планировке. Технологические планировки на проектируемые и вновь строящиеся цеха, участки и отделения должны быть согласованы с местными органами Госсанэпиднадзора и пожарного надзора.

5. При размещении производственного оборудования должны учитываться устройство транспортных проездов для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов, деталей и материалов. Ширина проезда устанавливается в зависимости от габаритов транспортируемых объектов и транспортных средств и принимается в соответствии с действующим нормативным правовым актом.

6. Ширина основных проходов на рабочем месте должна определяться с учетом габаритов ремонтируемых агрегатов и обрабатываемых изделий.

7. Рабочие места, проезды, проходы и оборудование должны быть свободными и не загромождаться материалами, агрегатами, деталями, отходами производства и тарой.

8. Рабочие места должны обеспечивать удобство работы, свободу движений, минимум физических напряжений и безопасные высокопроизводительные условия труда.

9. Инструмент, приспособления и комплектующие изделия должны располагаться в непосредственной близости от работающего: то, что берется левой рукой - слева от него, правой рукой - справа; исходя из этого размещают и вспомогательное оборудование (инструментальные шкафы, стеллажи и т.п.).

10. Материалы, детали, агрегаты, готовые изделия у рабочего места должны укладываться на стеллажи способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов.

11. Верстаки для слесарных работ должны иметь жесткую и прочную конструкцию, подогнаны по росту работающих с помощью подставок под них или подставок для ног. Для защиты людей, находящихся вблизи, от возможных ранений отлетающими кусками обрабатываемого материала верстаки следует

оборудовать предохранительными сетками высотой не менее 750 мм и с размером ячеек не более 3 м.

12. Устанавливать верстаки вплотную у стен можно лишь в том случае, если там не размещены радиаторы отопления, трубопроводы и прочее оборудование.

«Технические мероприятия.

Эффективным средством обеспечения чистоты и допустимых параметров воздуха рабочей зоны является вентиляция, заключающаяся в удалении из помещений загрязнённого и нагретого воздуха и подаче в него свежего. По способу перемещения воздуха вентиляцию делят на естественную (проветривание, аэрация), механическую и комбинированную.

Для поддержания необходимого микроклимата на участке предусмотрена искусственная (механическая) обще обменная вентиляция, так же существует и организованный естественный воздухообмен (аэрация)»[13].

«Для защиты человека от лучистой теплоты при наличии на участке оборудования или рабочих тел, излучающих теплоту с интенсивностью, превышающей нормы, применяют тепловые экраны.

Для обеспечения требуемой освещённости участок оборудован системой совмещённого освещения, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняют искусственным. На участке оборудовано так же и рабочее освещение предназначенное для нормального выполнения производственного процесса, прохода людей и движения транспорта и является обязательным для всех помещений.

Для безопасного передвижения рабочих по участку – последний оборудован бамперными устройствами»[13].

«В производстве для борьбы с вибрацией применяют процесс вибродемпфирования. Этот процесс основан на уменьшении уровня вибрации защищаемого объекта путём превращения энергии механических колебаний данной колеблющейся системы в тепловую энергию. Увеличение потерь энергии в системе осуществляется за счёт использования в качестве конструкционных

материалов с большим внутренним трением: резины, пластмасс, дерева, капрона, сплавов с добавками никеля, меди, магния; нанесения на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение. Также применяют метод виброгашения – он осуществляется путём установки оборудования на фундамент.

Для борьбы с шумом на производственном участке применяют средствами индивидуальной защиты (наушники и беруши)»[13].

Разработка и подбор средств индивидуальной защиты.

К средствам индивидуальной защиты на участке сборки подвески следу- ет отнести:

- Спецодежда и спецобувь для промышленных предприятий.
- Перчатки хлопчатобумажные.
- Очки с защитными стеклами.
- Беруши.
- Крема защитные, предназначенные для предохранения рук от отрицательного воздействия воды, растворов солей, кислот и щелочей.
-

6.5 Обеспечение электробезопасности

«К источникам электрической опасности относятся электрические розетки и шкафы, расположенные на участке.

Данный производственный участок относится к помещениям с повышенной опасностью (2 класс), так как на участке возможно прикосновение работающих к электрооборудованию и металлоконструкциям здания или инженерному оборудованию имеющему связь с землёй. К этой группе помещений относятся механические цеха и участки с нормальной температурой, влажностью без выделения пыли, но с токопроводящими полами»[13].

«К причинам поражения электрическим током можно отнести:

Случайное прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением в результате неисправности защитных средств, которыми пострадавший касался токоведущих частей;

Появление напряжения на металлических конструктивных частях оборудования в результате:

- повреждение изоляции токоведущих частей;
- замыкание фазы сети на землю;
- падение провода, находящегося под напряжением, на конструктивные части оборудования»[13].

«Появления напряжения на отключенных токоведущих частях в результате:

- ошибочного включения отключенной установки;
- замыкания между отключенными и находящимися под напряжением токоведущими частями;
- разряда молнии на электроустановку.

Возникновение напряжения шага на участке земли, где находится человек, в результате:

- замыкания фазы на землю;
- выноса потенциала протяжённым токопроводящим предметом;
- неисправностью в устройстве защитного заземления.

Для защиты работников участка от электрической опасности, оборудование подключенное к электрической сети имеет заземление или зануление»[13].

6.6 Обеспечение пожарной безопасности

По взрыво- и пожароопасности участок относится к категории «Д».

«Категория «Д» – это участок с непожароопасными технологическими процессами, где имеются несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии, отсутствуют взрывоопасные смеси, открытое пламя, искры, горючая пыль или волокна и так далее»[13].

«Для организаций, оснащенных вычислительной техникой, наиболее частые причины возникновения пожаров - причины электрического характера:

- короткие замыкания, перегрузки, искрения от нарушения изоляции, что приводит к нагреванию проводников до температуры воспламенения изоляции»[13].

- «электрическая дуга, возникающая между контактами коммутационных аппаратов (разъединителей, рубильников), не предназначенных для отключения больших токов нагрузки»[13].

- «неудовлетворительные контакты в местах соединения проводов и их сильный нагрев вследствие большого переходного сопротивления при протекании электрического тока;

- искрение в электрических аппаратах и машинах, а также искрение в результате электростатических разрядов и ударов молнии;

- неисправность (замыкания) в обмотках электрических машин при отсутствии надлежащей защиты»[13].

В качестве защитных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на участке сборки подвески используется:

- Гидранты.
- Щиты, оборудованные переносными огнетушителями, лопатами, ведрами.
- Пожарная сигнализация с кнопками для вызова пожарного наряда.

6.7 Экологическая экспертиза проекта

Разрабатываемый объект входит в общезаводскую структуру, следовательно, возможно использование заводских очистных сооружений для воды.

Поскольку нет никаких продуктов горения и токсичных веществ, вредные выбросы в атмосферу отсутствуют.

Утилизация отработанных веществ осуществляется в общезаводских масштабах с максимальным использованием отходов во вторсырья.

Тепловое и электромагнитное излучение является незначительным, шум не распространяется за пределы производственного помещения.

6.8 Безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях

Мероприятия по предупреждению аварий и стихийных бедствий.

- Предупреждение пожаров.

Для предупреждения пожаров следует:

поддержание сопротивления изоляции токоведущих частей не ниже величин, регламентированных "Правилами техники безопасности";

защите изоляции от теплового, механического и агрессивного воздействия окружающей среды посредством прокладки проводов в трубах, исключении повреждения изоляции проводов и кабелей от вибрации, тряски и при движении;

- защита открытых токоведущих частей (ограждениями) от попадания на них посторонних предметов;

- устройства механических и электрических блокировок для исключения ошибочных действий при выполнении оперативных переключений;

- соблюдение работающими инструкций и правил и др.
- Предупреждение стихийных бедствий.

Для предупреждения стихийных бедствий следует:

- удалить сборочное производство от водоемов согласно СНиП 2.09.02-85;
- обеспечить своевременное оповещение работников о надвигающемся бедствии и вывоз их в безопасное место;
- при срочной эвакуации все электрооборудование должно быть обес- точено, незакрепленное оборудование – закреплено.

Мероприятия по ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий.

- Ликвидация пожаров.
- «Для ликвидации начинающихся очагов пожара силами персонала помещения должны быть обеспечены по действующим нормам первичными средствами пожаротушения, пожарным ручным инструментом и пожарным инвентарем. Для тушения электроустановок под напряжением до 10 кВ необходимо применять углекислотные (ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8) или углекислотно-бромэтиловые огнетушители (ОУБ-3, ОУБ-7), так как струя не электропроводна»[13].

«Помещение оборудовано охранно-пожарной сигнализацией, извещающей органы пожарной охраны (предприятия, города) о пожаре и месте его возникновения - обеспечивается автоматической (при помощи датчиков-извещателей) или неавтоматической (нажатием кнопки) пожарной сигнализацией, а так же при помощи радио- и телефонной связи.

- Ликвидация стихийных бедствий.

Ликвидация последствий стихийных бедствий осуществляется

службами МЧС с возможностью подключения добровольных помощников и муниципальных служб»[13].

Вывод: В разделе безопасность и экология объекта был выведен на рассмотрение процесс сборки узлов полузависимой задней подвески, предоставлена схема сборочного участка и наименование используемого оборудования с решаемыми на нем задачами. Определены опасные и вредные производственные факторы, определены мероприятия по организации безопасных условий труда.

В результате проделанной работы, можно сделать вывод, что рассматриваемый объект является безопасным и экологичным.

Заключение

В данном проекте произведена модернизация стенда для испытания задней полунезависимой подвески переднеприводного автомобиля. Задачей модернизации является оснащение стенда измерительной аппаратурой, для измерения вертикальной нагрузки от угла закрутки балки подвески.

При определении крутильной жесткости задней подвески с использованием прибора для измерения угла закрутки, не учитывается колея транспортного средства, это приводит к большим погрешностям в расчетах.

1. Предоставлена методика проведения испытаний.
2. Рассчитана себестоимость разработки и изготовления стенда.
3. Описаны мероприятия по технике безопасности при изготовлении стенда.
4. Проведены испытания подвески и сняты параметры.

Данный стенд планируется использоваться в лабораторных целях обучения на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» института машиностроения Тольяттинского Государственного Университета.

Список используемой литературы

1. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили /В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1973. - 490 с.
2. Раймпель, И. Шасси автомобиля. Элементы подвески / И. Раймпель – М.: Машиностроение, 1987. – 282 с.
3. Валхламов, В.К. «Автомобили. Основы конструкции» / В.К. Валхламов, Академия, 2008. – 529 с.
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004. -704 с.
5. John, W. Machine theory / W. John – Inglis Charles, - 1989. – 324 p.
6. Успенский И.Н. Проектирование подвески автомобиля / И.Н. Успенский – М.: Машиностроение 1976 – 168 с.
7. Лукин, П.П. Гаспарянц, Г.А. Родионов, В.Ф. Конструкция и расчет автомобиля: Учебник для студентов втузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» / П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов, - М: Машиностроение, 1984. – 377 с.
8. May, George S. Editor / M. George – The Automobile Industry. New York : Facts on File, 1989. – 89p.
9. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля / П.П. Лукин. Машиностроение 1984. – 373 с.
10. Barton, V. My Car / V. Barton;. – New York;. Harper Festival; - 2003. – 195p.
11. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие / Л.А. Черепанов. – Тольятти: ТГУ, 2001. - 27 с.
12. Кравец, В.Н. Теория автомобиля / В.Н. Кравец.: Нижний Новгород: НГТУ, - 2007. – 368 с.

13. Горина, Л.Н. Безопасность и экологичность технического объекта : учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 49 с.
14. Капрова, В.Г. Технико-экономическому обоснованию дипломного проекта конструкторского и исследовательского направлений” / В.Г.Капрова;. Тольятти: ТГУ. 2006. – 50 с.
15. Куклин, Н.Г. Детали машин / Н.Г. Куклин;. – М. : Высшая школа, 1973. – 384 с.
16. Журнал «За рулём» / Журнал «За рулём» №10 от 05.10.05.
17. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления / В.Н, Лата;. - Курс лекций. - 110 с.
18. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. – М.: Машиностроение, 1978. - 912 с.
19. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Т3. / Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров – М.: Автополисплюс, 2005. - 560 с.
20. Ellis, J.R. Stock car racing engine technology / J.R. Ellis – Watts;. - 2007. – 160 p.
21. Eckermann, Erik. World History of the Automobile / E. Eckermann.: Society of Automotive Engineers, 2001. – 33p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Спецификация

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
<u>Документация</u>					
A1		20.ДП.П.ЭА.109.61.00.000	Сборочный чертёж		A1x4
<u>Сборочные единицы</u>					
	1	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.020	Каркас в сборе	1	
	2	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.030	Балка в сборе	1	
	3	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.040	Амортизатор	2	
	4	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.050	Ступица	2	
	5	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.060	Домкрат	2	
	6	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.070	Стабилизатор	1	
<u>Детали</u>					
	7	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.001	Кронштейн	2	
	8	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.002	Кронштейн крепления тензозлемента	2	
	9	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.003	Кронштейн домкрата	2	
	10	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.004	Опора домкрата	2	
	11	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.005	Фиксатор тензодатчика	2	
	12	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.006	Опора крепления стабилизатора	4	
	13	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.007	Уголок крепления	4	
	14	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.008	Транспортир	2	
	15	20.ДП.П.ЭА.109.61.00.009	Указатель	2	
20.ДП.П.ЭА.109.61.00.000					
Изм. Лист		№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб. Живаев Е.М.					
Проб. Черепанов Л.А.					
Н.контр. Черепанов Л.А.					
Утв. Бобровский А.В.					
Стенд для испытания крутильной жесткости				Лит.	Лист
				1	2
				ТГУ ИМ АТ-1503	
Копировал				Формат А4	

