

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

«Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль)/специализация)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему Модернизация станда рулевого управления для легкового
автомобиля 2ого класса

Студент

А.П. Корнишин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Л.А. Черепанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.Г. Капрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Яценко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заместитель ректора-
директор института
машиностроения

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 17 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте модернизирован стенд для исследования рулевого управления с электроусилителем, определены требования предъявляемые к рулевому управлению, произведен анализ перспектив проектирования и производства электромеханических усилителей, дана классификация испытаний усилителей рулевого управления, разработана методика проведения испытаний на данном стенде, произведен расчет тяговой динамики автомобиля, приведена классификация конструкций тензодатчиков, описаны материалы используемые для их изготовления, а также способы их крепления на детали, дана конструктивно-технологическая и организационно-техническая оценка рассматриваемого стенда, предложены организационные и технические мероприятия по созданию безопасных условий труда во время проведения испытаний, составлен план НИиОКР, произведен расчет показателей экономической эффективности НИиОКР, рассчитаны показатели экономической эффективности проекта.

ANNOTATION

In this diploma project a test bench for research of steering with a hydraulic booster and an electric booster was developed, the requirements for steering control were determined, the analysis of the prospects for designing and producing electromechanical boosters was made. There is a classification of the power steering boosters and the methodology for conducting the laboratory work cycle in classrooms. The traction dynamics of the car was calculated, the classification of tension sensors was made, the materials used for their production and ways of their fastening on parts were described. There is a constructive-technological and organizational-technical estimation for this test bench and proposals for organizational and technical arrangements for the creation of safe working conditions during the tests. There is also a plan for research and development work, the calculation of the cost effectiveness indicator of research and development work and the calculation of the cost effectiveness indicator of the project.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Состояние вопроса	8
1.1 Требования к рулевым усилителям	8
1.2 Анализ состояния, перспектив проектирования и производства электромеханических усилителей рулевого управления	10
1.3 Требования, предъявляемые к рулевому управлению с электромеханическим усилителем	17
1.4 Испытания усилителей рулевого управления	25
1.5 Стенды, для испытания усилителей и их элементов в лабораторных условиях	26
1.6. Определение сопротивляемости усилителя обратному включению	31
1.7 Испытание рулевых механизмов и усилителей на износ и усталостную прочность	35
1.8 Стенд для испытания рулевых механизмов на износ	36
1.9 Описание стенда, используемого на кафедре	40
2 Конструкторская часть	44
2.1 Расчет тяговой динамики автомобиля	44
2.2 Основные характеристики тензодатчиков сопротивления	63
2.3 Виды тензодатчиков сопротивления	65
2.4 Материал для изготовления тензодатчиков сопротивления	66
2.5 Крепление тензодатчиков сопротивления к используемой детали	67
3 Исследовательская часть	74
3.1 Соединение датчиков с электроусилителем	74
3.2 Принцип работы стенда	74
3.3. Методика проведения исследования	75
4 Безопасность и экологичность технического объекта	81
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта	81

4.2 Идентификация профессиональных рисков	81
4.3 Мероприятия по обеспечению безопасности на испытательном участке	86
4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка	91
4.5 Обеспечение экологической безопасности испытательного участка	95
4.6 Заключение	96
5 Анализ экономической эффективности объекта	97
5.1 Составление плана НИиОКР «исследование рулевого управления на стенде»	99
5.2 Расчёт сметы затрат на НИиОКР	104
5.3 Расчет показателей экономической эффективности НИиОКР	111
5.4. Анализ полученных экономических показателей и выводы	112
Заключение	113
Список использованных источников	114

ВВЕДЕНИЕ

Производство автомобилей решает значительную и важную задачу в создании материально-технической базы страны. Поэтому автомобильные заводы регулярно модернизируют или разрабатывают новые надежные, экономичные и скоростные автомобили.

По этой причине все большее развитие получают экспериментальные и во многом зависящие от них теоретические работы в области исследования автомобилей. Экспериментатору необходимо предоставить конструктору фактический материал по выпускаемым автомобилям, затем определить экспериментальным путем влияние различных параметров на их показатели и, в конечном итоге, на базе этих материалов дать оценку вновь созданным более совершенным автомобилям.

Без серьезных экспериментальных исследований с применением современной аппаратуры нет возможности решить данные задачи. С каждым годом требования к автомобилю возрастают и усложняются; и нередко одно требование противоречит другому. Следовательно экспериментатору необходимо определить оптимальные требования и выявить их зависимость.

Область возможных экспериментальных исследований в автомобилестроении, как и вообще в машиностроении, постоянно расширяется в связи с развитием электрических методов измерения неэлектрических величин. Разрешены различные сложности при измерениях, такие как инерционность датчиков, слишком большие их габариты, а также существование трения в приборе, которое было свойственно для старых приборов. Кроме того, стало возможным параллельно измерять и регистрировать измеряемые величины на магнитных носителях и компьютерах. Также появилась возможность записи быстротекущих процессов. Ввиду таких возможностей в технике

измерений требования к чувствительности и чистоте применяемой аппаратуры заметно возросли.

Так сложилось, что методы испытаний и параметры, оценивающие характеристики рулевого управления в комплексе, разработаны недостаточно досконально. Поэтому наиболее распространенными являются методы оценки свойств системы рулевого управления по отдельным его частям. Возникающий в процессе работы механизмов рулевого управления естественный износ, конструктивные недостатки и производственные неточности определяют ряд оценочных параметров, а также методы испытаний механизмов рулевого управления. Выделяют такие виды испытаний механизмов рулевого управления как:

1. контрольно – оценочные;
2. проверочные, которые проводят для определения надежности, прочности, износостойкости и других аспектов работы механизмов;
3. научно – исследовательские, которые проводят для решения вопросов, связанных с работой механизмов.

1. Состояние вопроса

1.1 Требования к рулевым усилителям

Чтобы выполнить требования, предъявляемые к рулевому управлению, усилителю необходимо обеспечить оптимальные скоростные и нагрузочные характеристики системы управления транспортным средством. За исключением автобусов и грузовых автомобилей, где применение усилителей регламентировано при нагрузке на управляемые колёса свыше 24,5 кгс, усилители также часто применяются на легковых автомобилях большого и среднего классов.

Для рулевых усилителей справедливы следующие требования:

- уменьшение энергетических затрат водителя при повороте управляемых колёс на месте или во время совершения маневров на низких скоростях. Одновременно с этим необходимо достигнуть требуемую эффективность усилителя вне зависимости от режима работы двигателя при угловой скорости рулевого колеса до 10 рад/с.

- достижение наилучших скоростных и нагрузочных характеристик рулевого управления по эргономическим условиям во время движения с высокими и средними скоростями. В этом случае утомляемость водителя наименьшая, а чувствительность и точность управляемых воздействий наибольшие. Поскольку необходимую эффективность усилителя определяют по самому трудному режиму, т.е. повороту колёс на месте, то во время движения транспортного средства на высоких скоростях она оказывается завышенной. В результате чего усилия на рулевом колесе уменьшаются до такой степени, что происходит ухудшение безопасности движения и снижение точности управления. Следовательно наиболее целесообразным представляется снижение эффективности усилителя в пределах допустимых усилий на рулевом колесе с увеличением скорости транспортного средства.

- достижение вероятности удержания транспортного средства на дорожном полотне при повреждении шин или поломки подвески, кроме того

обеспечение возможности управления автомобилем во время выхода из строя усилителя (ГОСТ 21398-75*). В том случае если при таком управлении в данном режиме усилия на руле превышают 500Н, появляется необходимость использования дополнительных источников энергии усилителя, дублирование элементов усилителя и т.п. Желательно применять устройства, которые будут сигнализировать о падении давления жидкости и поломке элементов усилителя.

Согласно требованиям на сегодняшний день автомобиль должен иметь двухконтурный рулевой усилитель, в случае если при выходе из строя усилителя усилие на рулевом колесе превышает 600Н при входе в поворот радиусом 12 м нагруженного полностью автомобиля на скорости 2,78 м/с за промежуток времени не более 6 с.

Удержание стабилизации колёс, эффективное подавление ударов и толчков со стороны дороги, за исключением вероятности автоколебаний управляемых колёс. Для того, чтобы механически вернуть управляемые колёса или звенья сочленённых автомобилей в положение прямолинейного движения при освобождении руля целесообразно применять усилители

Уменьшение количества непроизводительных энергетических затрат на работу усилителя, с целью уменьшить длину и увеличить диаметры магистралей и проходные сечения дросселей распределителей, применяют регуляторы расхода жидкости, разгрузочные устройства насосов, насосы с переменным рабочим объёмом, регулируемые электроприводы насосов и другие средства.

Помимо выше перечисленных требований к рулевым усилителям также нельзя не добавить высокую надёжность узлов и деталей усилителей, рациональную унификацию, малые массы, габариты, технологичность в производстве и эксплуатации, уровень шума.

1.2 Анализ состояния, перспектив проектирования и производства электромеханических усилителей рулевого управления

1.2.1 Электроусилитель в сравнении с другими конструкциями усилителей

Британский поставщик Лукас Индастриз "Electric Power Assisted Steering" (EPAS) разработал первый электроусилитель руля в автомобильной промышленности, готовый к массовому запуску в производство. В него входило четырех основных компонента: электродвигатель, электронный блок управления, оптоэлектронный датчик крутящего момента, и промежуточный редуктор с муфтой сцепления

Все детали собраны в один компактный узел, который можно установить на любом месте рулевой колонки.

Основываясь на показаниях датчиков скорости, количестве оборотов коленвала силового агрегата, оптоэлектронного датчика блок управления высчитывает дополнительное усилие на рулевом колесе и в зависимости от этого регулирует мощность электродвигателя. Все это происходит с частотой более 20 Гц, при этом усилие, которое передается от двигателя на рулевой вал через промежуточный редуктор, может понижаться или повышаться незначительными ступенями менее, чем 0,1 Н-м. В то же время блок управления непрерывно отслеживает правильное функционирование системы и в случае необходимости отключает усилитель через муфту. Подобным образом автомобиль остается управляемым с помощью механического руля и при повреждении усилителя. Также с помощью программного обеспечения системы позволяет можно индивидуально настраивать ощущение на рулевом колесе к модели автомобиля. Более того в зависимости от скорости можно регулировать соотношение ручного момента на руле и элементах вспомогательного усилия.

Отсюда следует то, что электроусилитель обеспечивает высокий комфорт таким образом: работает с небольшими усилиями во время парковки,

становится жестче с помощью удаления вспомогательного усилия при увеличении скорости транспортного средства.

Зарядить электроусилитель руля можно с помощью аккумуляторной батареи, при этом потребление тока, например, для автомобилей малого класса при полной нагрузке (33 - 35 Н-м) составляет 60 А. Но такое максимальное усилие требуется только в особых случаях, когда например водитель паркуется, вращая руль на стоящем автомобиле. А у транспортных средств малого класса практически нет необходимости в дополнительном усилии на рулевом колесе, начиная со скорости 50 км/ч. В следствие того, что система потребляет энергию только в случаях крайней необходимости, остается достаточно регенерационных циклов для самой батареи. Таким образом для надежной работы относительно емкости вполне хватает обычных батарей.

Учитывая современные требования по конструированию особенно экономичных автомобилей целесообразно считать возможным введение электроусилителей в первую очередь в малом и среднем классе транспортных средств.

1.2.2 Электрическая и гидравлическая система в сравнении

Не требует доказательств то, что основная разница между гидроусилителем и электроусилителем – это количество деталей. Наряду с тем, что в состав электроусилителя руля входит четыре основных компонента в одном корпусе, гидравлические конструкции, в большинстве случаев, имеют 40 – 50 автокомпонентов, устанавливающиеся в различных местах под капотом автомобиля. Что в свою очередь значительно влияет на продолжительность монтажа: в результате проверок ФИАТ и Рено пришли к такому выводу, что время, затраченное на установку электроусилителя сокращается с 25 - 30 мин до 4 - 6 мин по сравнению с гидравлическими системами.

На основе такого сравнения электрический вариант имеет большее преимущество: гидравлическая система для ФИАТ Пунто, например, весит 13,14 кг, а электроусилитель для той же модели - 10,3 кг.

Кроме того существует очевидное различие во влиянии на топливный расход. В обычных гидравлических системах насос постоянно приводится от мотора через клиновой или зубчатый ремень, следовательно, необходимо создавать дополнительную мощность для насоса при помощи силовой установки автомобиля, даже в тех случаях, когда необходимости в каком-то усилении рулевого управления нет.

Согласно испытаниям по тройному миксту (согласно Правила 15 ЕЭК ООН), автомобиль малого класса, имеющий бензиновый двигатель 1,3 л и гидроусилителем под действием таких непрерывных нагрузок в среднем расходует топливо на 4 % больше, чем автомобиль с тем же мотором и электроусилителем.

Наиболее высокий уровень этого дополнительного расхода в том случае, когда силовой агрегат сам работает сравнительно экономично: при неизменной скорости 90 км/ч автомобиль малого класса из-за гидроусилителя тратит топлива минимум на 6 % больше.

Расход топлива увеличивается примерно на 5 %, даже когда транспортное средство стоит без вращения руля. А при полном повороте колес на стоящем автомобиле он может повыситься до 12 %. В отличие от гидроусилителя, электроусилитель расходует мало топлива или не расходует его вообще на стоящем автомобиле без вращения рулевого колеса. При повороте руля до упора расход топлива у электроусилителя увеличивается на 2 %.

На сегодняшний день существует положительная динамика развития наиболее экономичного автомобиля, поэтому вышеприведенные данные наиболее актуальны.

Помимо этого электроусилитель работает без жидкостей, которые небезопасны для окружающей среды из-за вероятности их вытекания при переливании или со времени по причине течи в бачке или трубопроводе. Более того данную система можно полностью вторично переработать.

Из этого следует, что транспортное средство с электроусилителем как наиболее экономичный по сравнению с автомобилем с гидроусилителем, так и наиболее экологичный.

К еще одному приоритету электроусилителя можно отнести точную и простую дозируемость вспомогательного усилия. Тогда как гидроусилителю, чтобы отслеживать гидравлическое давление, необходимы довольно сложные устройства, блок управления электроусилителя просто отслеживает и регулирует подачу электроэнергии к электродвигателю. Даже в том случае, когда необходимо поменять зависящие от скорости силовой график системы, к примеру для адаптирования на другую модель автомобиля, то быстро и дешево это осуществляется через программное обеспечение электронного блока управления.

В результате серьезного анализа пришли к выводу, что при выходе из строя системы гарантированно не возникнет ни поломки, ни опасности: в том случае, если усилитель отказывает, то транспортное средство остается управляемым при помощи механического рулевого колеса.

1.2.3 Электрические и электрогидравлические системы

Электрогидравлические усилители руля обеспечивают лучшую топливную экономичность в сравнении с гидравлическими усилителями. В таких комбинированных схемах электродвигатель не создает вспомогательное усилие для рулевого управления, а приводит в действие насос гидравлической системы, когда это необходимо. Однако, в конечном итоге электрогидравлические усилители обеспечивают расход топлива превышающий таковой для электрических систем. Так, например, для

автомобиля с бензиновым мотором 1,6 л и мощностью 60 кВт расход на тройном миксте увеличится в сравнении с электрической системой на 2 %.

Причиной увеличения расхода являются потери энергии во время преобразование электроэнергии в гидравлическое давление. Стоит также отметить, что электрогидравлические системы конструктивно сложнее, чем гидравлические, поэтому в плане монтажа и обслуживания они менее привлекательны. Помимо прочего стоимость таких систем на 30 % дороже, чем гидравлических. Поскольку электрогидравлические конструкции также создают требуемые вспомогательные усилия гидравлическим путем, то в плане гибкости системы и дозируемости увеличения усилия, они имеют такие же ограничения как и для обычных гидроусилителей.

1.2.4. Обзор и анализ известных конструкторских решений

Применяемые виды редукторов различаются в зависимости от конструкции ЭМУ.

По конструктивным особенностям существующие электромеханические усилители можно классифицировать на пять типов:

Тип 1. Электродвигатель усилителя располагается соосно рейке рулевого механизма. Связь ротора электродвигателя с хвостовиком рейки обеспечивается шариковой гайкой. Такой тип усилителя является наиболее популярным. Что также подтверждается множеством патентных заявок.

Данная конструкция обладает следующими преимуществами:

- малый вес;
- небольшие габариты;
- высокое значение КПД.

Среди недостатков можно выделить:

- невозможность применения серийного рулевого механизма;
- достаточно трудоемкая и дорогая технология изготовления пары винт - гайка .

Тип 2. Электрический усилитель располагается непосредственно на валу рулевой колонки. Такое решение тоже достаточно популярно.

Главное преимущество усилителей такого типа - компактность и возможность использования серийного рулевого механизма.

К недостаткам относят:

- наличие в конструкции планетарного редуктора, имеющего сложную технологию изготовления;
- небольшое значение КПД механизма, требующего применения электромагнитов, выключающихся при отключении усилителя.

Тип 3. Электрический усилитель изготовленный в виде автономного мотор -редуктора с приводом на рейку рулевого механизма через специальную шестерню.

Такая конструкция усилителя широко применяется фирмами, производящими автомобили как с правым, так и с левым рулем (многие японские производители). Для такого автомобиля используется двойной рулевой механизм симметричной конструкции, обладающим двумя шестернями привода рейки. Одна из шестерен обеспечивает связь с валом рулевого колеса, а на вторую шестерню устанавливается электрический усилитель.

К недостатком такой конструкции можно отнести низкий КПД механизма, требующий его отключения при неработающем усилителе.

Тип 4. Электрический усилитель с передачей винт - шариковая гайка, располагающийся параллельно реечному рулевому механизму.

Преимуществами усилителя такой конструкции является:

- возможность применения серийного рулевого механизма с минимальным количеством доработками;
- высокое значение КПД.

К недостаткам можно отнести:

- сложная технология изготовления пары винт - гайка;
- большое значение массы, вызванное необходимостью обеспечения

жесткости конструкции.

Тип 5. Электрический усилитель установлен на одной оси с рейкой (аналогично типу 1). Исполнительный орган усилителя приводится в действие линейным электродвигателем.

К преимуществам механизмов этого типа относят:

- отсутствие потерь при неработающем усилителе;
- малая масса.

Недостатком является сложность изготовления линейного двигателя. На данный момент в отрасли основными производителями и поставщиками электромеханических усилителей являются фирмы ZF (Zanrat Fabric), E - STEER (System Redefines Steering Technology) и EPAS (Electric Power Assisted Steering).

Наибольшее распространение получила конструкция электромеханического усилителя с червячным редуктором, которая обладает рядом преимуществ. При изготовлении червячной пары применяют различные материалы и технологии.

На автомобилях производства АВТОВАЗа также применяются ЭМУ с червячным редуктором, который в свою очередь имеет достоинства и недостатки.

1.2.5 Назначение электромеханического усилителя рулевого управления

Задачами электромеханического усилителя рулевого управления, расположенного на рулевой колонке переднеприводных автомобилей ВАЗ являются:

- снижения усилия, которое водитель прикладывает к рулю путем компенсации его электромеханическим приводом;
- обеспечения возврата руля и управляемых колес в номинальное (соответствующее прямолинейному движению) положение при снятии усилия с рулевого колеса;

- обеспечение защиты рулевого колеса от ударов и пульсаций, возникающих при движении автомобиля.

1.3 Требования, предъявляемые к рулевому управлению с электромеханическим усилителем

1.3.1 Основные технические требования к ЭМУ автомобилей ВАЗ

1. Значение максимального компенсирующего момента, развиваемого электроусилителем, должно быть не менее 32 Н*м

2. Максимальная скорость вращения руля при максимальном компенсирующем моменте, должна быть не менее 60 об/мин

3. Максимальная скорость вращения руля, должна быть не менее 120 об/мин

4. Компенсирующий момент при максимальной скорости вращения руля, должен быть не менее 12 Н*м

5. Максимальный ток, необходимый для работы усилителя, не должен превышать 48 А

6. Номинальное напряжение питания должно составлять 12 В

7. Масса электроусилителя руля, не должна превышать 9 кг

1.3.2. Требования, предъявляемые к червячному редуктору ЭМУ

1. Должно обеспечиваться беззачерпное зацепление.

2. Во время работы редуктора должны отсутствовать ощутимые шумы и вибрации, связанные с его функционированием. Величина уровня шума работающего редуктора должна составлять не более 45дБ на расстоянии 300+10мм от электромеханического или электронного блока управления.

3. Долговечность редуктора должна быть не менее 150000 циклов.

4. Момент на руле во время поворота управляемых колес на месте на асфальте с выключенным усилителем величиной 40 Нм должен быть равен 5,7 Нм.

5. Значение температуры в местах установки подшипников должна быть не более 60 °С.

6. Работа редуктора должна быть равномерной.

7. Механический износ деталей редуктора (уменьшение толщины зуба) не должен превышать:

- для червяка - 0,4мм;
- для червячного колеса - 0,5 мм;

1.3.3. Принцип работы электромеханического усилителя рулевого управления

При установке электроусилителя на автомобиль необходимо учитывать, что для системы электропитания появляется дополнительная нагрузка. Поэтому, существенно возрастают сечение проводов и расход меди, в таком случае генератор и аккумулятор зачастую не могут обеспечить почти стартерные токи в течение всей поездки. Это особенно следует учитывать, при проектировании автомобилей компакт-класса. Поэтому в настоящее время большинство перспективных моделей имеют напряжение бортовой сети в 42 В, причем параллельно с традиционной 12-вольтовой сетью для маломощных потребителей.

Электродвигатель, согласно своей схеме приложения момента, создаёт определенное усилие, величина, которого зависит от силы тока. В виду возможности изменения полярности подаваемого на электродвигатель напряжения, он может вращаться в ту или другую сторону, помогая водителю поворачивать рулевое колесо. Управление такой системой происходит с помощью электронного блока, действующего согласно записанной в него программе и сигналам, поступающим от датчиков. В настоящее время общая схема компоновки электроусилителя предусматривает наличие трех датчиков, передающих системе информацию о текущем режиме движения транспортного средства.

Датчик момента располагается на торсионе, который соединяет половины разрезанного рулевого вала, и следит за его закручиванием. Датчик момента состоит из торсионного вала, который преобразует крутящий момент в угол закручивания, а также из устройства, преобразующего упругую деформацию торсионного вала в электрические импульсы. Торсионный вал установлен в разрез рулевого вала. С увеличением усилия на руле сильнее закручивается торсион, тем самым больший ток идет на электромотор усилителя.

Второй датчик измеряет скорость автомобиля. Чем ее значение меньше, тем выше добавочный момент. При увеличении скорости усилие падает, а при достижении определенного порога скорости усилитель отключается совсем. При необходимости в алгоритм работы можно добавить возможность некоторой нагрузки руля на высокой скорости для обеспечения чувства руля.

Третий датчик применяется для контроля оборотов двигателя и следит, чтобы усилитель работал только при работающем силовом агрегате. Введение этого датчика производится для того, чтобы исключить просадку аккумулятора ($I_{\max} = 30 \text{ A}$). Сигналом может служить сигнал штатного тахометра.

Исходя из вышеуказанного, электроусилитель конструктивно должен включать в себя датчик момента, электродвигатель, электронный блок управления электроприводом, а также датчик угла поворота рулевого вала. Необходимо обеспечить возможность отключения усилителя при малых оборотах, двигателя, либо, в случае превышения значения тока через электродвигатель определенной заданной величины.

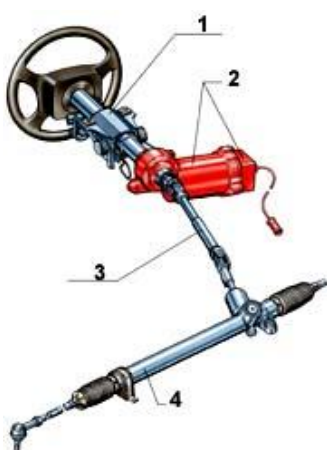
Такие схемы используют многие производители электроусилителей руля, например, фирмами Delphi, Koyo, ZF, Lucas, Siemens.

Различают следующие компоновочные схемы электрических усилителей:

1. Усилие прикладываются к рулевому валу. Такой вариант компоновки применяется в основном для автомобилей малого класса.

2. Усилие прикладываются на шестерне редуктора рулевого механизма. Такой вариант компоновки чаще используется для автомобилей среднего класса.

3. Усилие прикладываются на рейку рулевого привода. Данное решение применимо для автомобилей большого класса и микроавтобусов.



Вариант для автомобилей
малого класса – усилитель
микро-
встроен в рулевую колонку
электропривод
интегрирован с
рейкой

Вариант для
автомобилей
среднего класса

Вариант для
большого класса и
автобусов –
усилителя
рулевой

1 — рулевая колонка; 2 — электроусилитель с червячной передачей и электронным блоком управления; 3 — промежуточный вал; 4 — реечный рулевой механизм; 5 — следящее устройство с торсионом; 6 — блок управления; 7 — электропривод с механизмом винт — шариковая гайка — рейка

Рис. 1.1 — Различные варианты компоновки электромеханического усилителя рулевого управления

1.3.4. Датчики момента

Системы датчиков момента можно классифицировать на следующие подгруппы:

1. Механические, электромеханические системы. В них применяется довольно большое количество механических элементов. Это датчики контактного типа.
2. Магнитострикционные датчики.
3. Магнитоупругие датчики.
4. Оптические датчики.
5. Датчики с эффектом Холла или с постоянными магнитами.

Первые конструкции датчиков имели в своей основе щеточно-контактный узел. Конструкция таких датчиков организована следующим образом (Рисунок 1.2).

Датчик имеет закрепленную на валу 1 рулевого колеса пластмассовую втулку 11, на фланце которой находится печатная плата 14 с размещенным на ней переменным резистором. Движок 16 установлен на пластмассовой втулке 17, связанной с входным валом 2 рулевого механизма, соединенного с валом 1 торсионом 3. Электропитание и съем сигнала производится при помощи контактных колец 12, имеющих связь с печатной платой через проводники 13. К щеткам 21, установленным на колодке 20 и находящимся в постоянном контакте с кольцами 12, подведены провода 24, которые образуют входной кабель датчика.

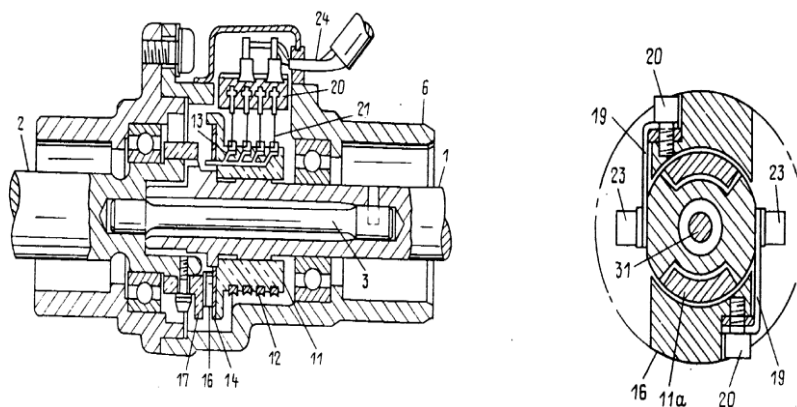


Рис. 1.2 — Датчик момента с использованием щеточно-контактного узла

При повороте рулевого колеса торсион деформируется и печатная плата 14 поворачивается относительно движка 16 на угол, пропорциональный сопротивлению повороту, при этом изменяется сопротивление датчика и соответственно его электрический сигнал, по уровню которого определяются величина момента на валу и направление поворота.

Такие системы имели ряд недостатков. Щеточный контакт изнашивается и недостаточно надежен, кроме того, его износ приводит к снижению точности.

Бесконтактные датчики частично лишены этих недостатков, кроме того, здесь можно достичь хорошей точности.

Примером конструкции датчика с постоянными магнитами может служить разработка фирмы Hitachi. Датчик работает по принципу замера угла относительного поворота рулевого вала и вала рулевой передачи, связанных торсионом. Для регистрации угла поворота используется два барабана с множеством чередующихся полюсов магнитов (один барабан закреплен на рулевом валу, другой – на валу передачи). Магниточувствительный элемент неподвижно закреплен напротив магнитов и имеет свои свойства в зависимости от их положения. В датчике фирмы Nippon Seiko К. К. угол закрутки торсиона преобразуется постоянными магнитами и двумя преобразователями Холла. Выходная характеристика датчика зависит от характеристик используемых магнитов), изменение индукции магнитов, зависит от температуры). Преобразователи Холла также имеют погрешность нуля, линейности, температурную погрешность и от собственного магнитного поля преобразователя.

Другой группой являются датчики, использующие магнитострикционный эффект (Рис.1.3). Разработки таких датчиков производились в фирмах Honda, Blumenauer, Juergen, Nissan и др. Датчик фирмы Nissan содержит тонкую магнестрикционную пленку 4 которая

сформирована на лицевой поверхности вала 2 и обладает магнитной анизотропией в направлении, наклонном к

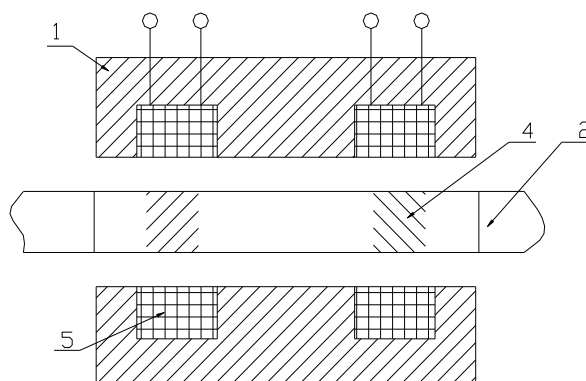


Рис. 1.3 — Датчик момента на основе магнитострикционного эффекта

направлению крутящего момента, прикладываемого к валу. Вблизи пленки установлено несколько катушек, 3 и 5 и сформирована магнитная цепь, по которой магнитный поток, создаваемый катушками, проходит через пленку. Измерение крутящего момента, прикладываемого к валу, производится с использованием магнитострикции, возникающей в результате деформации пленки под действием этого крутящего момента. Иной вариант датчика момента, использующего магнитострикционный эффект. На валу, передающем крутящий момент, закреплено тонкое металлическое магнитное тело (или несколько тел) с магнитострикционными свойствами. Его длина не больше половины длины окружности вала и оно обладает свойством индуцированной магнитной анизотропии. Напротив элементов установлены измерительные магнитные сердечники. Под действием прикладываемого к валу крутящего момента изменяются магнитные характеристики этого тела.

Магнитоупругий датчик (разработан фирмой Magnetoelastic), включает в себя собственно датчик и приемник. Датчик изготавливается из анизотропного магнитоэластичного материала в виде кольца. Кольцо намагничивается так, что вектор магнитной напряженности направлен по

окружности. При отсутствии крутящего момента вектор магнитной напряженности не должен иметь осевой составляющей. Для поддержания магнитной напряженности вблизи кольца может быть установлен слабый постоянный магнит. При появлении на валу крутящего момента кольцо вместе с валом закручивается на некоторый угол. Линии магнитной напряженности искривляются по винтовой линии, и появляется осевая составляющая вектора магнитной напряженности. Осевая составляющая вектора магнитной напряженности улавливается приемником, основой которого может быть датчик Холла или другие датчики.

Датчик момента вращения содержит активный магнитоупругий элемент, выполненный в форме кольца. Магнитоупругий элемент изготовлен из материала, обладающего одноосевой магнитной анизотропией, у которого ось легкого намагничивания лежит в плоскости кольца. Кольцо закреплено на вращающемся элементе, так, чтобы принимать от него момент вращения. Рядом с кольцом установлен датчик вектора магнитного поля, реагирующего только на осевую составляющую намагничивания. Выходной сигнал датчика пропорционален изменению ориентации намагничивания, вызванной приложенным к валу моментом. Кольцо может содержать две соосные части со взаимно противоположными направлениями поляризации.

При измерениях крутящего момента на вращающемся валу предпочтение отдается преобразователям, которые не требуют проводников для подвода тока к вращающимся частям. К таким преобразователям, в частности относятся фотоэлектрический преобразователь момента, индуктивный преобразователь с неподвижными обмотками и другие. Фотоэлектрический преобразователь момента (Рис.1.4) содержит два диска 2 и 3, укрепленных на концах базового участка торсионного вала 1. В дисках прорезаны радиальные щели, через которые луч света от источника 4 попадает на фотоприемник 5.

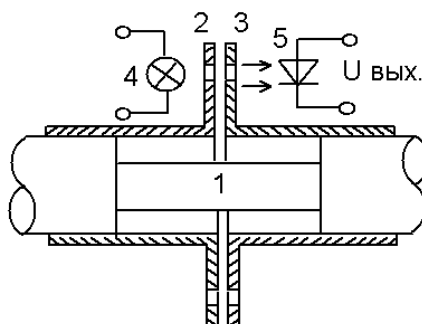


Рис. 1.4 — Фотоэлектрический датчик момента

При отсутствии крутящего момента щели совпадают и выходной сигнал фотоприемника $U_{\text{вых.}}$ максимальный. При увеличении крутящего момента возрастает угловой сдвиг между щелями в дисках, в результате чего уменьшается средняя освещенность фотоприемника 5 и выходной сигнал становится меньше.

1.4. Испытания усилителей рулевого управления

Испытания усилителя рулевого управления можно провести в лабораторных условиях на стенде, а также в условиях эксплуатации на самом автомобиле. Согласно установленным оценочным параметрам и критериям испытатели дают оценку усилителю в сборе на стенде: выявляют показатели его технической характеристики: усилия P_k и P , прилагаемые к рулю при работе с усилителем и без усилителя согласно в соответствии с сопротивлению повороту; определяется эффективность действия $\mathcal{E}$ усилителя по данным величинам; усилия P_o и T — прямого и обратного включений усилителя; угол ϕ поворота рулевого колеса, при котором усилитель включается в действие; реакция R усилителя на рулевое колесо; расход V рабочей среды; давление p в силовом цилиндре и др. Что касается отдельных компонентов усилителя, то их можно испытывать как на специальном стенде, так и на комплексном стенде, что и усилитель в сборе. С помощью общеизвестных приборов или специальных устройств проводят отдельные

испытания. Устройство распределителя и его местоположение в системе рулевого управления наибольшим образом влияют на работу усилителя. Оценку распределителя проводят согласно усилию S и углу поворота руля, при которых усилитель включается в действие.

Доказано, что значительное влияние на работу усилителя оказывают конструктивные факторы основных его узлов. Во время проведения стендовых испытаний изучают влияние какого-либо изменяемого фактора на исследуемые параметры, характеризующие работу усилителя или его деталей. При этом все остальные факторы должны быть постоянны. Такую работу можно провести во время испытаний на специальном стенде, однако необходимо, чтобы условия работы усилителя на стенде были максимально приближены к эксплуатационным. В некоторых случаях прибегают к использованию форсированным условиям испытаний.

На самом транспортном средстве в условиях эксплуатации проводят оценивание усилителя качественно и количественно, а также определяют такие же параметры и показатели, что и в лабораторных условиях. Отличаются результаты испытаний тем, что на стенде они получаются в зависимости от произвольно изменяемого фактора (к примеру, сопротивления повороту), а во время испытаний на автомобиле на результаты оказывают влияние сопротивления управляемых колес повороту, возникающие в естественных условиях эксплуатации.

1.5 Стенды, для испытания усилителей и их элементов в лабораторных условиях

Во время стендовых испытаний прикладываемое к рулевому колесу усилие вместе с усилием, действующим от силового цилиндра усилителя, должно преодолевать сопротивление повороту, которое создается тормозом. Изначально можно задать произвольное значение тормозного момента, имитирующего сопротивление колес повороту, а затем менять его в необходимых пределах.

По причине того, что оценка усилителя определяется по соотношению усилий, отнесенных к рулю, сопротивление управляемых колес повороту на стенде также необходимо оценивать усилием P_k на колесе при работе без усилителя.

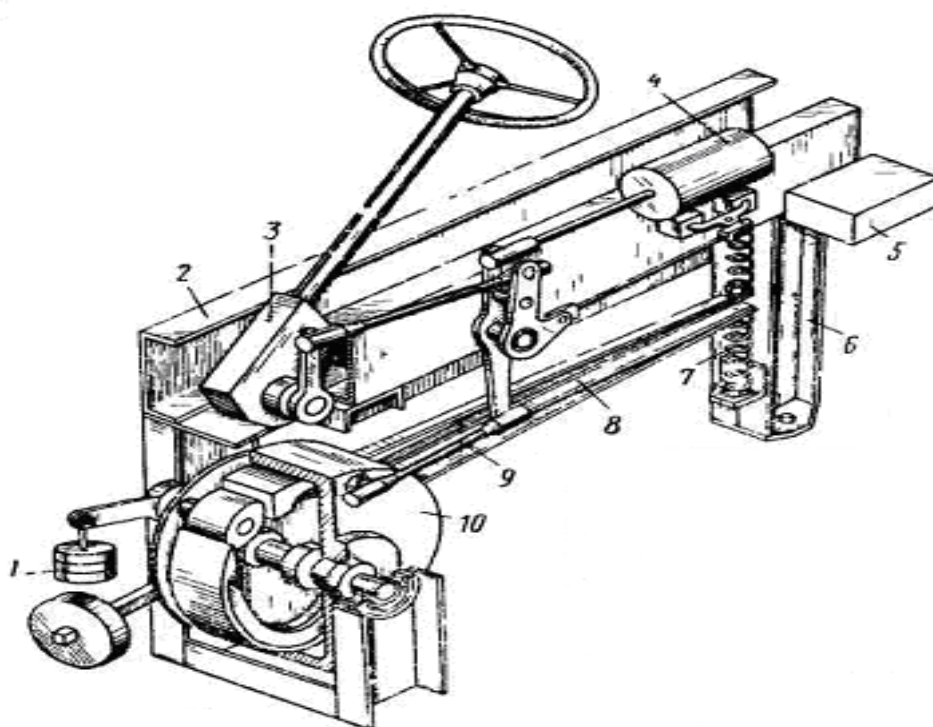


Рис. 1.5 — Стенд для испытания рулевого механизма с усилителем любой конструкции и с разной компоновкой его элементов

На рис. 1.5 изображена схема стенда для испытания рулевого механизма с усилителем различной конструкции, а также с любой компоновкой его узлов. К верхней раме 2 станины стенда прикреплен рулевой механизм 3 с закрепленным на рулевом колесе динамометрическим колесом. Сошка приводом соединена с распределителем усилителя и далее продольной тягой 9 с ведущим элементом (барабаном) тормоза 10, вмонтированного в станину стенда. К станине стенда прикреплен и силовой цилиндр 4 усилителя.

Ведомый элемент тормоза или вал с рычагом 8, связан с пружинным устройством 7, предназначенным для измерения тормозного момента, регистрируемого записывающим устройством 5. Пружинное и

записывающее устройства смонтированы на стойке 6. Руль вращается\крутится\поворачивается ручным способом с любой необходимой скоростью — от нормальной до максимальной. Тормозу необходимо обеспечивать постоянство момента посредством груза 1 на любой скорости перемещения его компонентов\деталей. Величина тормозного момента должна быть одна и та же как при прямом, так и обратном повороте руля. Колодочный тормоз не способен \ может обеспечить одинаковых моментов.

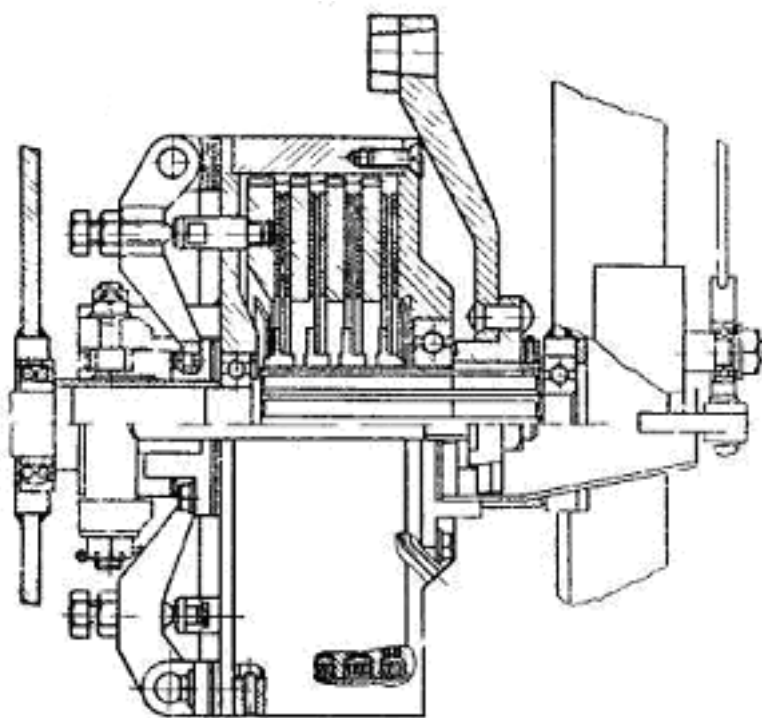


Рис. 1.6 — Стенд для испытания рулевого механизма ленточным тормозом

Для данного стенда подходит только фрикционный дисковый (рис. 1.6) или ленточный тормоз. Тормозной момент характеризуется или непосредственно его величиной M_t , или грузом 1, прилагаемым рычагу привода и затормаживающим тормоз с заданным тормозным моментом.

Так как зависимость тормозного момента от приводного для дисковых тормозов не изменяется при повторных торможениях, то нет необходимости каждый раз при испытаниях записывать значение

тормозного момента, вполне достаточно установить эту зависимость после отработки и приработки всех звеньев тормоза. Число дисков и максимальный тормозной момент многодискового тормоза зависят от качества фрикционной обшивки и мощности испытываемых усилителей. Посредством сцепления разного количества тормозного момента с валом тормоза скользящими шпонками можно изменять его значения в больших пределах, включая наименьшее или наибольшее количество ведомых дисков. Также существует возможность проводить испытания рулевых механизмов со встроенным гидравлическим усилителем на данном стенде.

При данных условиях силовой цилиндр и распределитель расположены в одном блоке с рулевым механизмом. В таком случае изменение принципа действия стенда не происходит. Гидронасос, питающий гидроусилитель рабочей жидкостью, приводится во вращение от электродвигателя, установленного на стенде.

Опытным путем было доказано, что фрикционный дисковый тормоз на данном стенде дает довольно точные результаты.

С помощью динамометрического колеса с механической записью проводят замеры\измерения усилия на руле и угла его поворота (ручным способом).

С помощью пружинного устройства измеряют развиваемый тормозом момент и регистрируют его самопишущим прибором (рис. 1.7).

Перемещение рычага 1 тормоза через винт 2 и тягу 3 передается на угловой рычаг 4 и далее через тягу 6 и рычаг 14 — на стяжки 8, которые перемещают рычажную систему с записывающим пером 10.

Два рычага 7, стягиваемые пружиной 9 и касающиеся концами стойки 12, посредством винтов 11 устанавливают рычажную систему с пером 10 всегда в первоначальное — нулевое положение.

Все рычаги соединены регулирующимися осями с коническими опорами, а рычаги 4 и 14 и тяга 6 — при помощи двух карданов 5.

Пишущая система опирается на подставку 13 и вместе с ней может быть повернута вокруг оси винтов 15. Зазор между пером 10 и бумагой регулируется винтом 16.

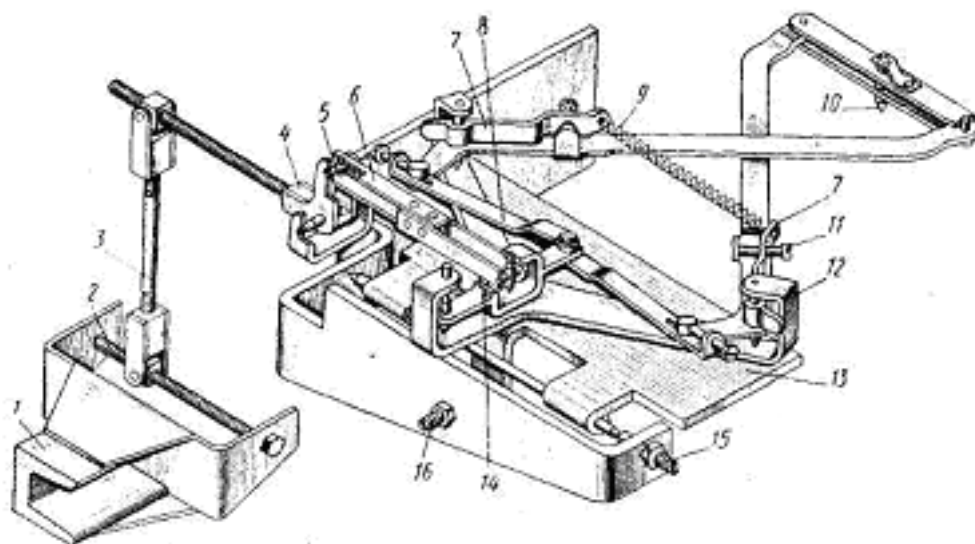


Рис. 1.7 — Пружинное устройство с регистрирующим самопишущим прибором

Возможно изменение диапазона тормозного момента в зависимости от положения тяги 3 на винте 2 и винте рычага 4. Во время испытаний усилителей различной силы необходимо записывать измеряемый момент тормоза в разных диапазонах. С этой целью необходимо иметь пружинное устройство 7 (см. рис. 1.5) должно быть сменным и различной жесткости. На рис. 1.8 показаны два варианта упругого сменного элемента: с двумя и четырьмя взаимно сжатыми пружинами.

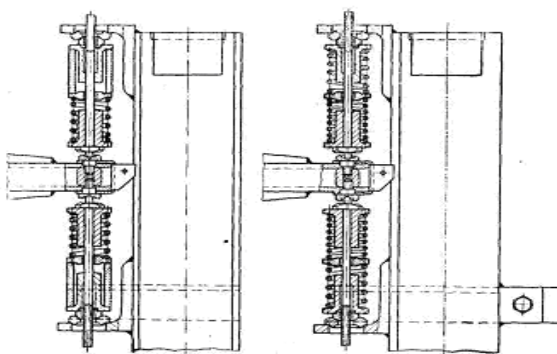


Рис. 1.8 — Варианты упругого сменного элемента: с двумя и четырьмя взаимно сжатыми пружинами

Из этого следует, что при этом\таким записываемым сопротивлением повороту определяются усилия на руле при работе без усилителя и с усилителем.

Чтобы изучить другие параметры, такие как, скорости вращения рулевого колеса и скорости срабатывания усилителя руль следует поворачивать с любой выбранной заранее скоростью от электродвигателя через редуктор и коробку передач.

Испытания усилителя на данном стенде проводятся с регистрацией записью усилия на рулевом колесе и в то же время момента сопротивления повороту. Такое оценивание усилителя и отдельных его узлов следует считать наиболее правильным.

1.6 Определение сопротивляемости усилителя обратному включению

Оценка сопротивляемости усилителя обратному включению особенно важна для пневматических усилителей. В качестве оценочного параметра, характеризующего сопротивляемость усилителя обратному включению, принята сила T , действующая вдоль продольной тяги и включающая усилитель с обратной стороны.

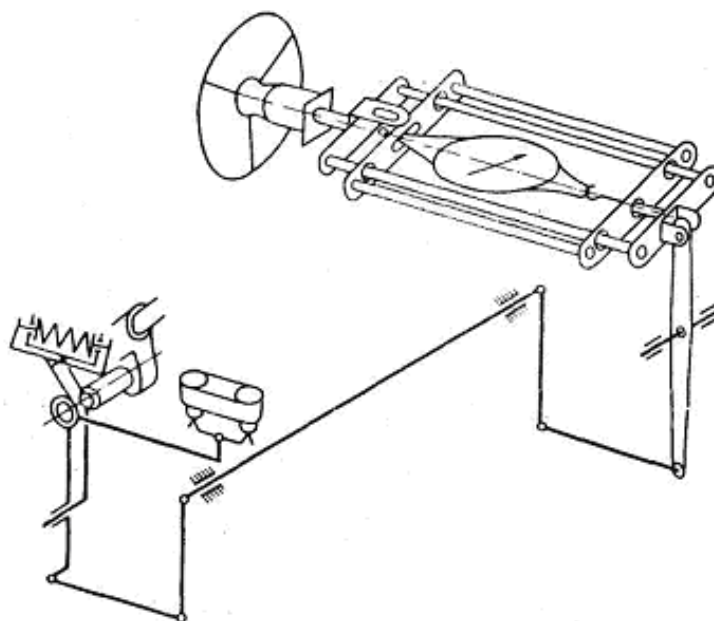


Рис. 1.9 — Принципиальная схема сопротивляемости усилителя обратному включению

На рис. 1.9 показана принципиальная схема. В стенд встроено устройство для измерения силы T . Силу можно измерить или записать любым из известных способов: осциллографом, самопишущим прибором и др.

В случае, приведенном на рис. 1.9, сила измеряется при помощи динамометра, встроеного в привод стенда между тормозом и распределителем. Динамометр встроен в раму так, что он измеряет силу в обе стороны включения распределителя. При повороте рулевого колеса динамометр растягивается до момента включения распределителя. Показание динамометра в этот момент и является искомым. При одних и тех же соотношениях плеч рычагов включающего устройства и плеч рычагов стенда могут быть получены вполне сравнимые результаты испытаний для оценки усилителей разных конструкций.

Оценка распределителя усилителя. Выше оценивалась сила сопротивления всех элементов усилителя в сборе обратному включению. Кроме такой общей оценки разработана методика оценки отдельных элементов усилителя и, в частности, оценки сопротивляемости распределителя включению.

Сопротивляемость распределителя включению определяется по силе S , действующей вдоль тяги распределителя. Эта сила также может быть измерена или записана любым из известных способов.

В связи с тем, что процесс включения распределителя или открытия впускного клапана воздухо-распределителя происходит в течение непродолжительного времени, определить силу, необходимую для включения, и тем более ее изменение путем визуального наблюдения чрезвычайно трудно. Поэтому силу лучше записывать при помощи динамометрической тяги (рис. 1.10). Одна часть разрезной тяги 1 заканчивается трубой, а другая — поршнем. Обе части соединены между собой двумя взаимно сжатыми пружинами 2, усилие сжатия которых регулируется пробкой. Действующая вдоль тяги сила определяется по

деформации пружин и записывается при помощи прибора 3, встроенного в обе части тяги.

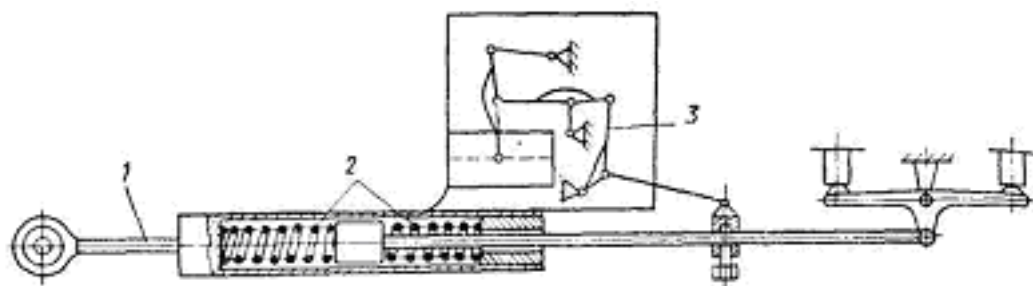


Рис. 1.10 — Динамометрическая тяга

Бумажная лента перемещается с постоянной скоростью при помощи небольшого электродвигателя через шестеренчатый редуктор. Динамометрическая тяга, встроенная в привод воздухораспределителя пневматического усилителя записывает кривую показанную на рис. 1.11.



Рис. 1.11 — Кривая, описанная динамометрической тягой, встроенной в привод воздухораспределителя пневматического усилителя

Сила, необходимая для открытия впускного клапана усилителя, изменяется в процессе включения. Максимальное значение она имеет в момент отрыва клапана от седла, а затем несколько уменьшается и остается постоянной в течение всего периода наполнения силового цилиндра как при повороте рулевого колеса направо, так и налево.

Определение расхода рабочей среды. Расход воздуха пневматическим усилителем определяется при помощи газового счетчика, включенного в

систему через ресивер, обеспечивающий малое давление отработавшего воздуха. При определении расхода рабочей среды в зависимости от какого-либо изменяемого фактора угол поворота рулевого колеса должен быть постоянным. При определении расхода рабочей среды в зависимости от угла поворота рулевого колеса значения изменяемых углов должны быть постоянными при всех опытах.

Для точного отсчета углов поворота в пределах до 720° разработано специальное устройство. На диске, прикрепленном к рулевому колесу, сделано 24 резьбовых отверстия, расположенных на равных расстояниях одно от другого. В отверстия ввертывают два пальца, образующие определенный угол.

К рулевой колонке прикреплен хомут, имеющий палец, расположенный между двумя пальцами диска. Таким образом, при повороте рулевого колеса на угол, определяемый двумя пальцами диска, обеспечивается точный его отсчет, начиная с 15° и далее через каждые 15° до 345° .

Установленный на палец хомута угольник, поворачивающийся одним пальцем диска, позволяет получить точный отсчет угла поворота рулевого колеса на угол 720° .

Определение давления в силовом цилиндре. Максимальное давление в силовом цилиндре можно оценить визуально по манометру. Процесс нарастания в начале поворота и падения в конце нужно записывать осциллографом, самопишущим прибором с индикаторной головкой или любыми другими способами.

Процессы нарастания и падения давления особенно важны для оценки пневматического усилителя, так как наполнение силового цилиндра сжатым воздухом и его освобождение происходят в течение определенного времени. Гидравлический усилитель всегда заполнен рабочей жидкостью. Изменение давления в силовом цилиндре пневматического усилителя записывают прибором с индикаторной головкой. Кривая (рис. 1.12)

нарастания давления в начале поворота и падения в конце зависит от многих конструктивных факторов и характеризует сопротивление распределителя, воздухопроводов и других элементов, а также действительные процессы, получающиеся при совершении поворота.

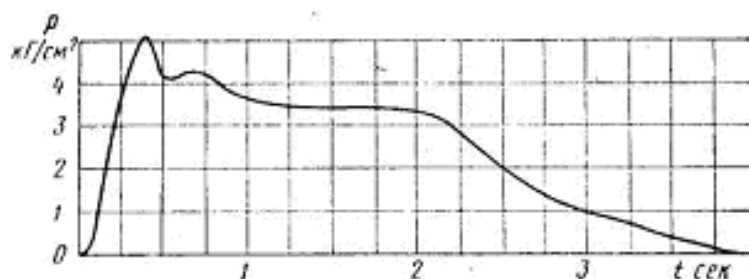


Рис 1.12 — Изменение давления в силовом цилиндре пневматического усилителя

Протекание средней части кривой зависит от сопротивления повороту и характеризует величину максимального давления в силовом цилиндре при совершении того или иного поворота.

1.7 Испытание рулевых механизмов и усилителей на износ и усталостную прочность

Срок службы рулевого механизма на автомобиле зависит главным образом от качества зацепления передаточной пары, т. е. насколько изменение зазоров при ее износе отвечает эксплуатационным требованиям. По этому же признаку сравнительная оценка рулевых механизмов различных конструкций производится по результатам испытаний на износ рабочих поверхностей деталей передаточной пары на автомобиле в условиях эксплуатации и в лаборатории на специальных стендах.

Лабораторные испытания рулевых механизмов на износ и надежность являются важнейшим завершающим этапом всего комплекса работ по созданию рулевого механизма. Такие испытания весьма важны для тех конструкций рулевых механизмов, у которых ряд деталей нагружен от встроенного усилителя.

В условиях работы автомобиля рулевой механизм и все детали рулевого управления находятся под действием статических сил, возникающих во время поворота автомобиля, и под действием динамических сил, передающихся на управляемые колеса при движении по прямой и неровной дороге. Несомненно, что разный характер нагрузок вызывает и разные виды износа. Исходя из этого сложное действие на рулевое управление сил, возникающих в условиях эксплуатации, при лабораторно-стендовых испытаниях нужно разделить на более простые действия отдельно статических сил и динамических сил.

В первом случае рулевой механизм испытывают на износ в лабораторных условиях, изменяя нагрузку, количество поворотов и угол поворота рулевого вала. При этих испытаниях рабочие поверхности истираются и разрушаются.

Во втором случае рулевой механизм испытывают, изменяя динамическую нагрузку по величине, направлению и частоте приложения, также в лабораторных условиях. При этих испытаниях происходит усталостное разрушение рабочих поверхностей и отдельных деталей передаточной пары.

1.8 Стенд для испытания рулевых механизмов на износ

Во время проведения испытаний на данном стенде необходимо воспроизводить нагрузки, которые были бы несколько больше, чем силы, действующие на испытываемый механизм в эксплуатации.

Во время лабораторных испытаний следует преимущественно проверять действие статических сил, приводящих к наибольшему износу.

Для проведения данных испытаний на стенде рулевому валу придают возвратно-вращательное движение при помощи кривошипно-шатунного механизма, реверсивного электродвигателя, реверсивного гидромотора или специального реверсивного устройства. С помощью фрикционного или

гидравлического тормоза замедляют вал сошки изменяемым моментом заданной величины.

На стенде, который имеет кривошипно-шатунный привод (рис. 1.13) вращение рулевого вала происходит от электродвигателя через червячную, кривошипно-шатунную и шестеренчатые передачи. Вал 1 сошки тестируемого рулевого механизма размещается, по обыкновению, в кронштейне, зафиксированного на раме стенда, а рулевая колонка — в хомуте 8. Шестерня 9 находится на конце рулевого вала, она начинает вращаться при помощи шестерён 10, 11 и 12. С помощью кривошипно-шатунного механизма шестерня 12 поворачивается на некоторый угол. Палец кривошипа зафиксирован в диске 13, который приводится во вращение при помощи электродвигателя через редуктор 14.

Угол поворота рулевого вала зависит от радиуса кривошипа и общего передаточного числа шестеренчатой передачи. Радиус кривошипа можно менять посредством передвижения\перенесения пальца в прорези диска.

Реактивное усилие на пальце рулевой сошки создают при помощи гидротормоза 19 за счет сопротивления перетеканию жидкости в ходе перемещения поршня в гидравлическом цилиндре. Для перетекания жидкости в этом случае прорези сделаны в самом поршне и имеют неизменное сечение. С помощью перепускного крана 3 изменяют сопротивление потоку масла.

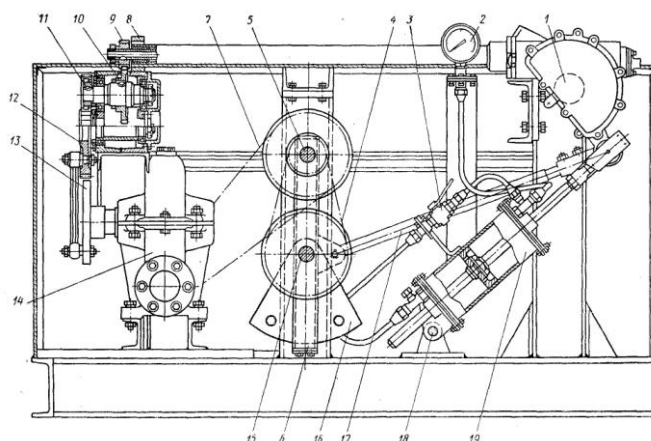


Рис. 1.13 — Стенд с кривошипно-шатунным приводом

Значение усилия, действующего на палец сошки, выявляют с помощью давлению масла, наблюдаемому по манометру 2, и рабочей площади поршня.

При помощи ушков и кронштейна, соединенных между собой шарнирно пальцем 18 цилиндр гидротормоза крепится на раме, так как он качающийся.

В простейшем устройстве для предварительных испытания рулевых механизмов на Здесь используют обычный поперечно-строгальный станок. Посредством реечной передачи возвратно-поступательное движение ползуна станка трансформируется в возвратно-вращательное движение рулевого вала.

С помощью кронштейна фиксируется проходящий испытания рулевой механизм. Рулевой вал проходит через полый вал шестерни редуктора и соединяется с ним при помощи муфты, которая состоит из двух фланцев и зафиксированного между ними эластичного диска. С шестерней редуктора зацепляется рейка, прикрепленная к ползуну станка. Рулевая сошка серьгой соединяется со штоком тормозного гидравлического цилиндра прикрепленного к столу станка на кронштейне.

На основе показаний манометров определяется усилие, действующее на палец сошки. Его значение можно корректировать проходным сечением канала в штоке с помощью специальной рукоятки.

На испытательном стенде с гидравлическим приводом (рис. 1.14) возвратно-вращательное движение рулевого вала реализуется с помощью лопастного реверсивного гидромотора. От вала гидромотора 6 движение передается рулевому валу испытываемого рулевого механизма 9 через редуктор 7 с цилиндрическими шестернями и редуктор 8 с коническими шестернями.

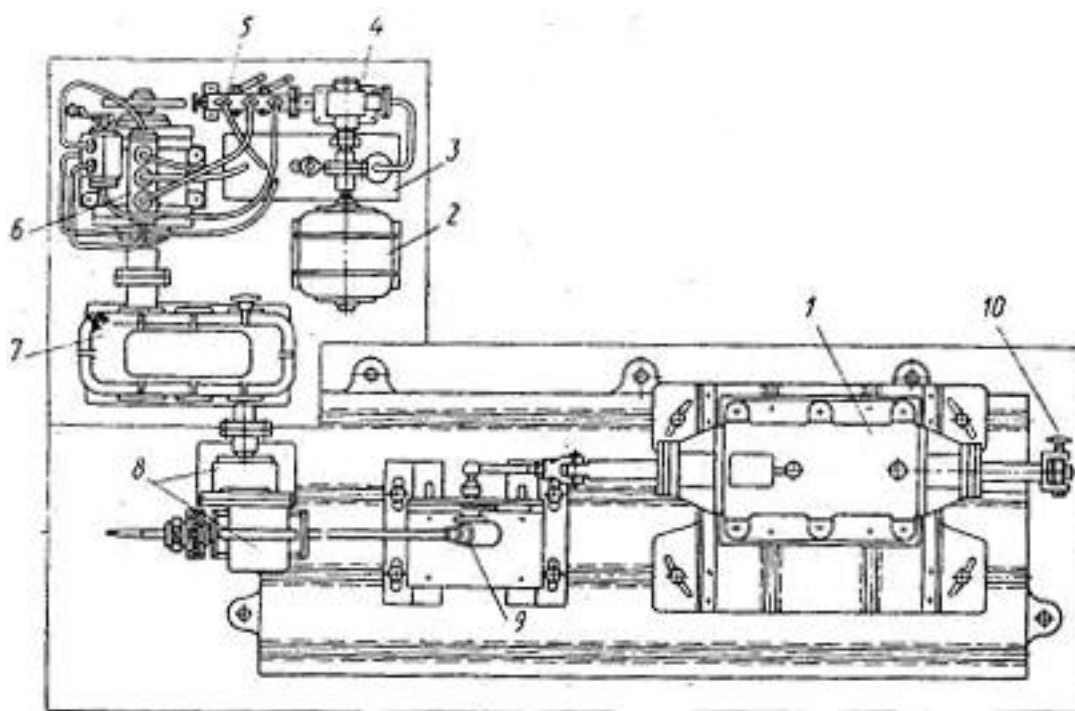


Рис. 1.14 — Стенд с гидравлическим приводом

Жидкость, засасываемая из бачка 3 шестеренчатым насосом 4, приводимым во вращение электродвигателем 2, поступает в гидромотор 6 через пусковое устройство 5 и возвращается в бачок после совершения рабочего процесса. Рулевой вал испытываемого рулевого механизма 9 проходит через полый вал ведомой шестерни конической передачи редуктора 8 и зажимается цанговой муфтой. Рулевая сошка соединяется со штоком гидротормоза 1 шатуном. С помощью поршня, перемещаемого в штоке посредством червячной передачи 10, укрепленной на втором конце штока можно управлять\настраивать давление в цилиндре изменением проходного сечения канала в штоке.

На кронштейне, который точно установлен на фундаментной плите фиксируется проходящий испытания рулевой механизм. На этой же самой плите согласно положению сошки устанавливают и цилиндр гидротормоза 1.

Усилие, которое поступает от пальца сошки определяют на основе показаний манометров, сообщающихся с обеими полостями цилиндра гидротормоза. Схема действия гидросистемы стенда показана на рис. 1.15.

Масло из бака 19 засасывается шестеренчатым насосом 2 и под давлением поступает в пусковую коробку 7, откуда направляется по трубкам 3 и 8 в кран 11 и в золотниковую коробку 15. Из последней оно направляется в одну из полостей цилиндра гидромотора 17 для совершения рабочего процесса. Отработавшее масло поступает из цилиндра в золотниковую коробку 15 и по трубке 14 — в масляный бак.

В пусковой коробке 7 имеется двоянный кран с контрольным регулировочным клапаном. Пусковой кран 4 перекрывает доступ потоку масла в золотниковую коробку 15. Через переключной кран 5 поток масла направляется обратно в бак 19 по трубке 1. По той же трубке в бак проходит избыток масла, прошедший через контрольный клапан 6, настроенный\настроенный на нужное давление с помощью винта и пружины.

Поток масла в ту или другую рабочую полость цилиндра направляется посредством четырехгребневого золотника 16, перекрывающего впускные и выпускные отверстия золотниковой коробки. Золотник перемещается вдоль коробки под давлением масла, поступающего из пусковой коробки по трубке 3 в торец крана 11 и далее по осевому каналу 12 в пробке 10 крана, а затем по одному из радиальных отверстий в соответствующую трубку 9 или 13 — к торцу золотниковой коробки или в сливную трубку 18.

Поворот пробки крана происходит автоматически посредством специального устройства, установленного на валу гидромотора.

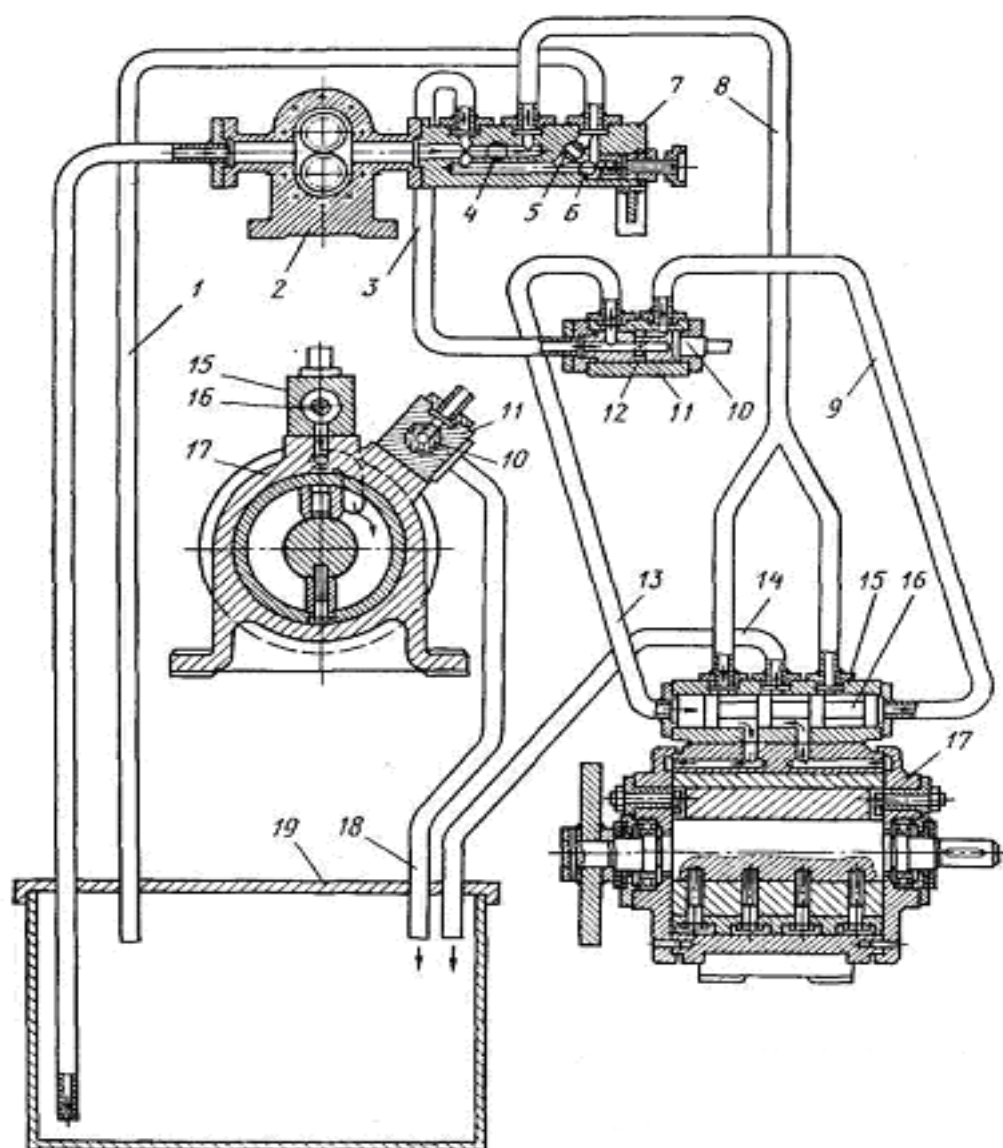


Рис. 1.15 — Схема действия гидросистемы стенда с гидравлическим приводом

1.9 Описание стенда, изготовленного на кафедре ПиЭА ТГУ

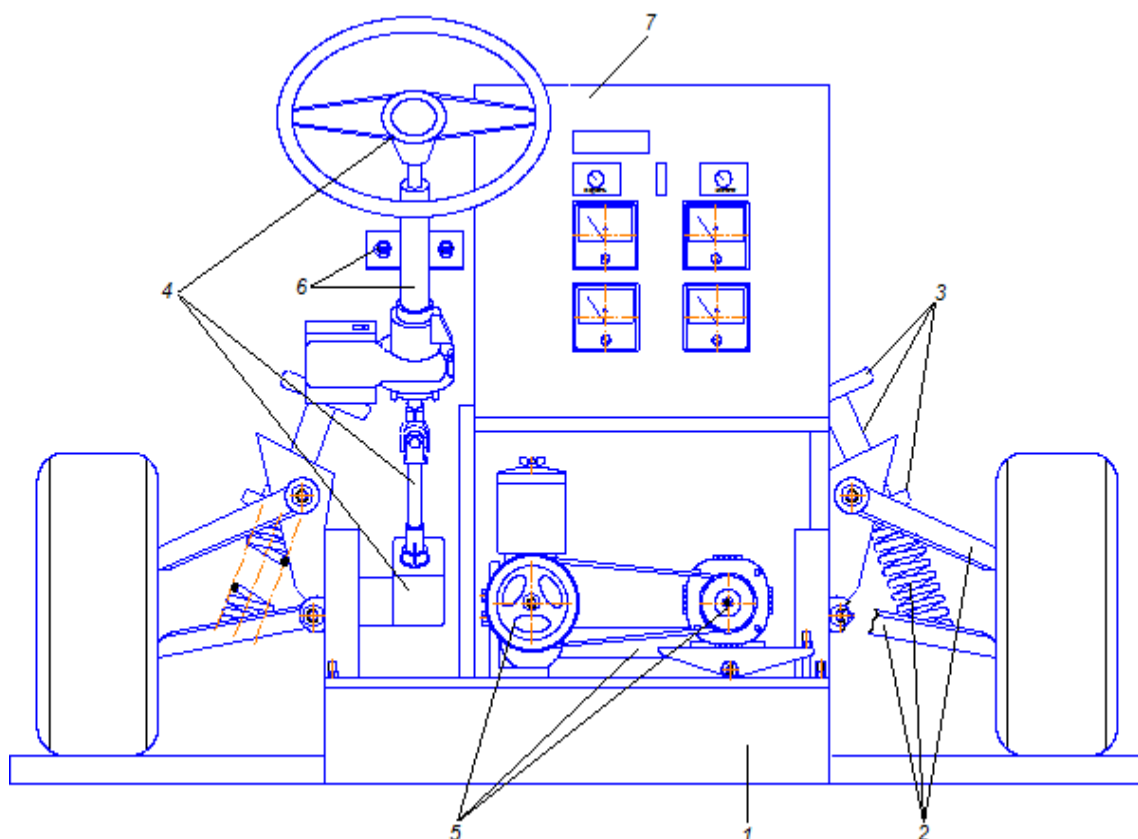


Рис 1.16 Стенд для испытания рулевого управления с ГУРом и ЭМУ

Стенд для испытания рулевого управления состоит из следующих частей:

1. Рама, изготовленная из балок швеллерного сечения, на которой монтируются все компоненты и механизмы нужные для того, чтобы стенд функционировал.
2. Узлы передней подвески транспортного средства классической компоновки АВТОВАЗа, которые прикрепляются к раме испытательного стенда.
3. Нагрузочные элементы включающие в себя винты со штоками. Также при их помощи прикладывается нагрузка на колеса.
4. Рулевое управление транспортного средства заднеприводной компоновки АВТОВАЗа, состоящее из рулевого механизма, рулевого вала, рулевого колеса и рулевой трапеции.

5. Гидравлический усилитель, в состав которого входят силовой цилиндр, распределитель, гидронасос и электродвигатель. Корпус силового цилиндра фиксируется на раме испытательного стенда, его шток с помощью шарнира совмещен с поперечной тягой. Корпус распределителя фиксируется на поперечной тяге, а толкатель распределителя совмещен с сошкой рулевого редуктора. Гидронасос фиксируется на раме и приводится в движение посредством электродвигателя, который тоже монтируется на раме стенда.

6. На металлическом швеллере и уголке на основе болтового соединения и сварке расположен электромеханический усилитель руля, который устанавливают взамен верхней части рулевого вала.

7. Электрическая схема измерений состоящая из блока питания, усилителя, измерительно–регистрирующей аппаратуры для измерения углов поворота рулевого колеса и управляемых колес на приборной доске, тензодатчиков и датчиков имитатор скорости транспортного средства и имитатор частоты вращения коленчатого вала силового агрегата.

В данной работе модернизирован стенд изготовленный на кафедре ПиЭА ТГУ.

2 Конструкторская часть

2.1 Расчет тяговой динамики автомобиля

Исходные данные:

Таблица 2.1 — Исходные данные для расчета

Колёсная формула	4×2
Снаряжённая масса $m_{сн}$	1060 кг
Количество мест n	5
Максимальная скорость V_{max}	150 км/ч = 41,7 м/с
Максимальная частота вращения колен вала $\omega_{e max}$	680 рад/с
Коэффициент аэродинамического сопротивления C_x	0,56
Величина максимально преодолеваемого подъёма α_{max}	0,3
КПД трансмиссии $\eta_{тр}$	0,93
Габаритные размеры $B_r \times H_r$	1,68×1,446
Коэффициент сопротивления качению f_0	0,012
Число передач в коробке передач	5
Момент инерции вращающихся частей двигателя I_m	0,18
Момент инерции колеса автомобиля I_k	0,9

2.1.1. Подготовка исходных данных для тягового расчёта

Полная масса автомобиля:

$$m_a = m_{сн} + (m_q + m_b) \cdot n ; \quad (2.1)$$

где $m_{сн}$ —снаряжённая масса автомобиля (кг),

$m_q=75$ кг —масса человека,

n — число пассажиров,

m_b — вес багажа по 10 кг на 1 пассажира.

$$m_a = 1060 + (75 + 10) \cdot 5 = 1485 \text{ кг};$$

Распределение нагрузки от полной массы по осям

$$m_2 = 0,6 \cdot m_A = 0,6 \cdot 1485 = 891 \text{ кг} \quad (2.2)$$

$$m_1 = 0,4 \cdot m_A = 0,4 \cdot 1485 = 594 \text{ кг} \quad (2.3)$$

Силы на осях

$$F_2 = m_2 \cdot g = 891 \cdot 9,81 = 8740,71 \text{ (Н)} \quad (2.4)$$

$$F_1 = m_1 \cdot g = 594 \cdot 9,81 = 5827,14 \text{ (Н)} \quad (2.5)$$

Подбор шин:

Шины даны 165/70 R13

Зная размер шин, определяем статический радиус колеса:

$$r_{cm} = 0,5d + \lambda_z H; \quad (2.6)$$

где $d=0,33\text{м}$ – посадочный диаметр шины,

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

$H=0,116\text{м}$ – высота профиля шины.

$$\frac{H}{B} = 0.70;$$

$B=0,165\text{м}$ – ширина профиля шины:

$$r_{cm} = 0,5 \cdot 0,33 + 0,86 \cdot 0,116 = 0,27 \text{ м};$$

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

Параметры обтекаемости автомобиля:

Коэффициент обтекаемости:

$$k = C_x \cdot \rho / 2 \quad (2.7)$$

где $\rho=1,293$ – плотность воздуха в нормальных условиях.

$$k = 0,56 \cdot 1,293 / 2 = 0,362 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^4};$$

Лобовая площадь:

$$F = 0,8 B_r H_r \quad (2.8)$$

где B_r – габаритная ширина автомобиля,

H_r – габаритная высота автомобиля.

$$F = 0,8 \cdot 1,68 \cdot 1,446 = 1,943 \text{ м}^2;$$

Определение передаточного числа главной передачи.

$$u_0 = \frac{r_e}{u_e \cdot u_D} \cdot \frac{w_{\max}}{V_{\max}}; \quad (2.9)$$

где $w_{\max}$ – максимальная угловая скорость колен вала двигателя;

u_k – передаточное число высшей передачи в коробке передач, на которой обеспечивается максимальная скорость автомобиля;

u_0 – высшая передача раздаточной коробки.

$$u_0 = \frac{0,27}{1} \cdot \frac{680}{41,7} = 4,4.$$

3.1.2 Расчёт ВСХ двигателя

Мощность двигателя при $V_{\max}$.

$$N_v = \frac{1}{\eta_{TP}} \left(G_A \psi_v V_{MAX} + \frac{C_x \cdot \rho}{2} \cdot F \cdot V_{MAX}^3 \right) = \frac{1}{0,93} \left(14567,85 \cdot 0,022 \cdot 41,7 + \frac{0,56 \cdot 1,293}{2} \cdot 1,943 \cdot (41,7)^3 \right) = 69217,69 = 70 \text{ кВт} \quad (2.10)$$

где ψ_v – коэффициент сопротивления дороги при максимальной скорости автомобиля;

$$\psi_v = f - \text{т.к. подъем} = 0,$$

$$f = f_0 \left(1 + \frac{V^2}{2000} \right) = 0,012 \left(1 + \frac{(41,7)^2}{2000} \right) = 0,022; \quad (2.11)$$

$$f_0 = 0,012$$

Полный вес автомобиля

$$G_A = m_A \cdot g = 1485 \cdot 9,81 = 14567,85 \text{ (Н)}, \quad (2.12)$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

$\eta_{TP} = 0,93$ – КПД трансмиссии;

$\rho = 1,293$ – плотность воздуха в нормальных условиях (760 мм. Рт. Ст.)

Максимальная мощность

$$N_{MAX} = \frac{N_v}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3} = 71,5 \text{ кВт} \quad (2.13)$$

где: a, b, c – эмпирические коэффициенты, $a = 1$, $b = 1$, $c = 1$

$$\lambda = \frac{\omega_{MAX}}{\omega_N} \Rightarrow \omega_N = \frac{680}{1,1} = 618 \text{ рад/с}, \quad (2.14)$$

для легковых автомобилей с карбюраторным двигателем $\lambda = 0,9-1,15$,
выбираем $\lambda = 1,1$.

Внешне скоростная характеристика двигателя

$$N_E = N_{MAX} \left[a \cdot \frac{\omega_E}{\omega_N} + b \left(\frac{\omega_E}{\omega_N} \right)^2 - c \left(\frac{\omega_E}{\omega_N} \right)^3 \right] \quad (2.15)$$

где ω_E - текущие значения угловой скорости коленчатого вала (рад/с);

N_E – текущее значение эффективной мощности двигателя (Вт);

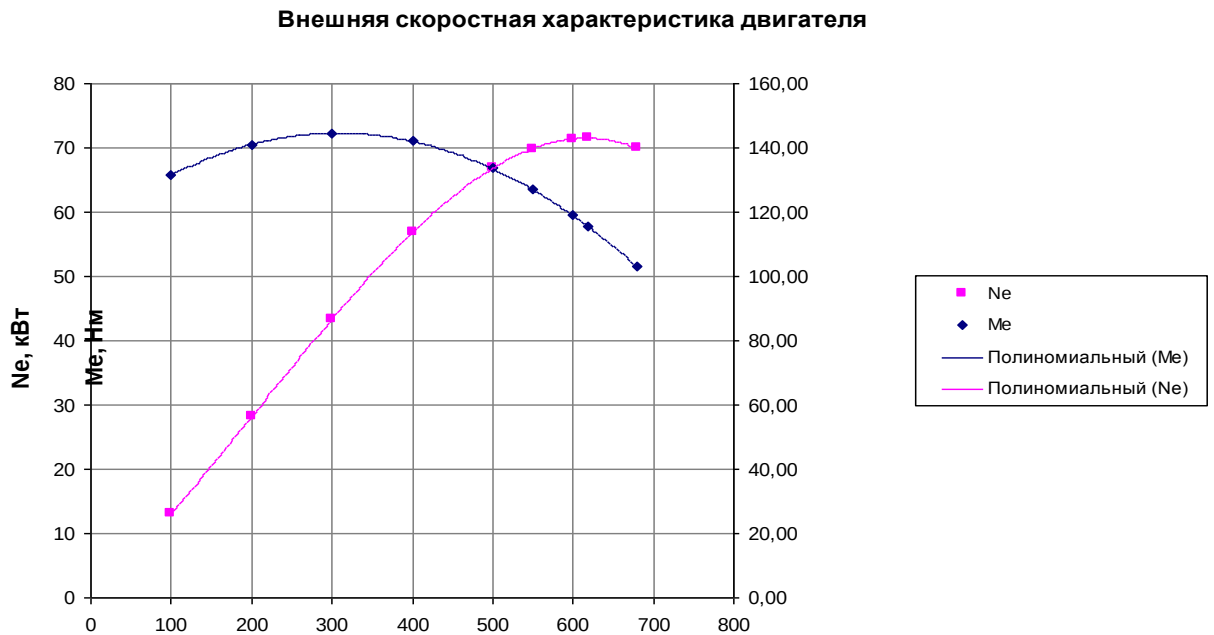
$M_E = \frac{N_E}{\omega_E}$ - формула для построения кривой эффективного момента

(Нм);

Рассчитываем зависимости $N_e(\omega_e)$ и $M_e(\omega_e)$. Результаты расчетов сводим в таблицу и представляем в виде графика.

Таблица 2.2

ω_e , с-1	N_e , кВт	M_e , Нм
100	13,14	131,40
200	28,2	141,00
300	43,38	144,60
400	56,84	142,10
500	66,78	133,56
550	69,86	127,02
600	71,38	118,97
618	71,5	115,70
680	69,99	102,93



2.1.3. Определение передаточных чисел коробки передач

Передаточное число первой передачи определяется по заданному максимальному дорожному сопротивлению $\psi_{\max}$ или максимальному динамическому фактору на первой передаче $D_{\max}$

Для обеспечения возможности движения автомобиля в этих условиях тяговая сила на ведущих колесах P_T должна быть больше силы сопротивления дороги P_g , т.е.

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_0 \cdot U_I \cdot U_P}{r_{\kappa}} \geq G_a \cdot \psi_{\max} \quad \text{или} \quad U_I \geq \frac{G_a \cdot \psi_{\max} \cdot r_{\kappa}}{M_{\max} \cdot \eta_{mp} \cdot U_0 \cdot U_P}; \quad (2.16)$$

где η_{mp} - КПД трансмиссии;

U_I - передаточное число коробки передач при включенной первой передаче;

G_a - вес автомобиля, Н

$$\psi_{\max} = f + i; \quad (2.17)$$

где f_0 - коэффициент сопротивления качению при движении автомобиля с малой скоростью;

$i_{\max}$ - коэффициент уклона.

$$\psi_{\max} = 0,012 + 0,3 = 0,312;$$

$$U_I \geq \frac{14567,85 \cdot 0,312 \cdot 0,27}{144,6 \cdot 0,93 \cdot 4,4 \cdot 1}, U_I \geq 1,6;$$

Во избежание буксования ведущих колес тяговая сила на первой передаче должна быть меньше силы сцепления колес с дорогой:

$$\frac{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_I \cdot U_P}{r_K} \leq G_{сч} \cdot \varphi \text{ или } U_I \leq \frac{G_{сч} \cdot \varphi \cdot r_K}{M_{\max} \cdot \eta_{TP} \cdot U_0 \cdot U_P}; \quad (2.18)$$

где $G_{сч}$ - сцепной вес автомобиля, H ;

φ - коэффициент сцепления ведущих колес с дорогой.

Для полноприводных автомобилей:

$$G_{сч} = G_a = 8740,71 H;$$

$$U_I \leq \frac{8740,71 \cdot 0,8 \cdot 0,27}{144,6 \cdot 0,93 \cdot 4,4 \cdot 1}, U_I \leq 2,463;$$

Примем $U_I = 2,2$, так как оно удовлетворяет неравенствам

Для пятиступенчатой коробки передач:

$$U_{II} = \sqrt[3]{U_I^2} = \sqrt[3]{2,2^2} = 1,69;$$

$$U_{III} = \sqrt[3]{U_I} = \sqrt[3]{2,2} = 1,3;$$

$$U_{IV} = 1;$$

$$U_V = 0,77;$$

Передачное число заднего хода автомобиля обычно:

$$U_{з.х} = (1,2 \div 1,3) \cdot U_I;$$

$$U_{з.х} (1,2 \div 1,3) \cdot 2,2 = 2,64 \div 2,86. \text{ Примем } U_{з.х} = 2,7;$$

Должно выполняться неравенство:

$$\frac{U_{III}}{U_{IV}} \geq \frac{U_{IV}}{U_V}; \frac{1,3}{1} \geq \frac{1}{0,77}; 1,3 \geq 1,29; \quad (2.19)$$

2.1.4 Тяговый баланс автомобиля

Уравнение силового баланса:

$$P_T = P_g + P_{\epsilon} + P_n; \quad (2.20)$$

где P_T – сила тяги ведущих колёс;

P_g – сила дорожного сопротивления;

P_e – сила сопротивления воздуха;

P_n – сила сопротивления разгону автомобиля.

Вначале строят тяговую характеристику автомобиля – зависимость силы тяги на ведущих колёсах P_T от скорости автомобиля V для каждой из передач в коробке передач. Силу тяги на разных передачах рассчитывают по формуле:

$$P_T = \frac{u_k \cdot u_0 \cdot u_p \cdot M_e \cdot \eta_{TP}}{r_k}; \quad (2.21)$$

где u_k – передаточное число коробки передач;

M_e – величина эффективного момента двигателя.

Пользуемся выбранными при расчёте ВСХ значениями w_e , приводя в соответствие с ними скорости автомобиля на разных передачах:

$$V = \frac{r_k \cdot w_e}{u_k \cdot u_0 \cdot u_p}; \quad (2.22)$$

При движении автомобиль приобретает силу сопротивления воздуха P_v , которую определяют по формуле:

$$P_v = k \cdot F \cdot V^2; \quad (2.23)$$

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

$$P_d = P_f = G_a \cdot f; \quad (2.24)$$

Чтобы учесть возможность буксования ведущих колёс, нужно определить силу сцепления:

$$P_{cy} \approx G_{cy} \cdot \varphi; \quad (2.25)$$

$$P_{cy} \approx 8740,71 \cdot 0,8 = 6992,6.$$

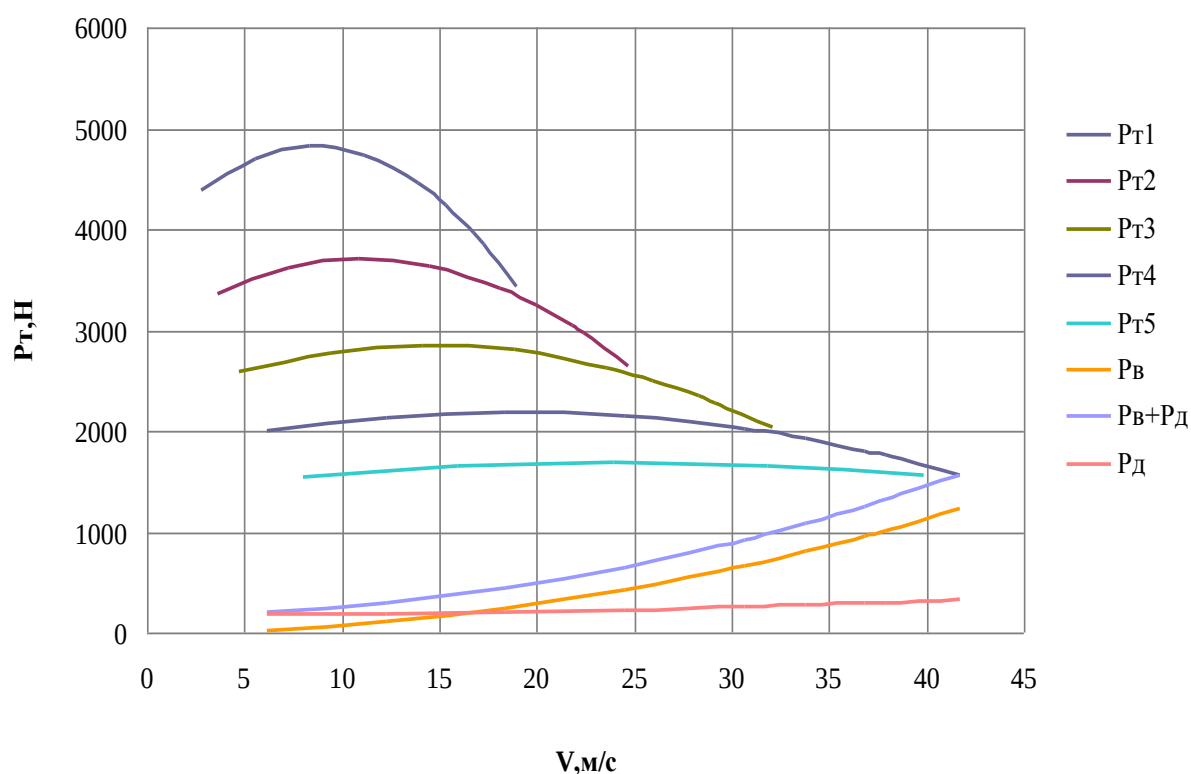
Результаты расчётов занесём в таблицу.

Таблица 2.3

We, с-1	Me, Нм	1-я передача		2-я передача		3-я передача	
		Pт	V а	Pт	Va	Pт	Va
100	131,40	4381,168	2,7892562	3365,5336	3,6309844	2588,872	4,72027972
200	141,00	4701,2533	5,5785124	3611,41733	7,2619688	2778,01333	9,44055944
300	144,60	4821,2853	8,3677686	3703,62373	10,8929532	2848,94133	14,1608392
400	142,10	4737,9298	11,157025	3639,59151	14,5239376	2799,68578	18,8811189
500	133,56	4453,1872	13,946281	3420,85744	18,154922	2631,4288	23,6013986
550	127,02	4235,0684	15,340909	3253,30258	19,9704142	2502,54044	25,9615385
600	118,97	3966,613	16,735537	3047,08001	21,7859064	2343,9077	28,3216783
618	115,70	3857,5548	17,237603	2963,30349	22,4394836	2279,46422	29,1713287
680	102,93	3431,7973	18,966942	2636,24425	24,6906939	2027,8802	32,0979021

4-я передача		5-я передача		f	Рд	Рв	Рв+Рд
Pт	Va	Pт	Va				
1991,44	6,136364	1533,4088	7,9693034	0,012226	178,1055	26,48522	204,591
2136,9333	12,27273	1645,4387	15,938607	0,012904	187,9794	105,9409	293,92
2191,4933	18,40909	1687,4499	23,90791	0,014033	204,436	238,367	442,803
2153,6044	24,54545	1658,2754	31,877214	0,015615	227,4752	423,7635	651,239
2024,176	30,68182	1558,6155	39,846517	0,017648	257,097	662,1304	919,227
1925,0311	33,75	1482,274	43,831169	0,018834	274,3763	801,1778	1075,55
1803,0059	36,81818	1388,3146	47,815821	0,020133	293,3014	953,4678	1246,77
1753,434	37,92273	1350,1442	49,250295	0,020629	300,5173	1011,534	1312,05
1559,9078	41,72727	1201,129	54,191263	0,022447	327,0044	1224,676	1551,68

Силовой баланс



2.1.5 Динамическая характеристика автомобиля

$$D = \frac{P_T - P_B}{G_a}; \quad (2.26)$$

По этой формуле и данным силового баланса рассчитывают и строят 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 заносят в таблицу и представляют графически.

Чтобы учесть влияние буксования ведущих колёс, определяют динамический фактор по сцеплению:

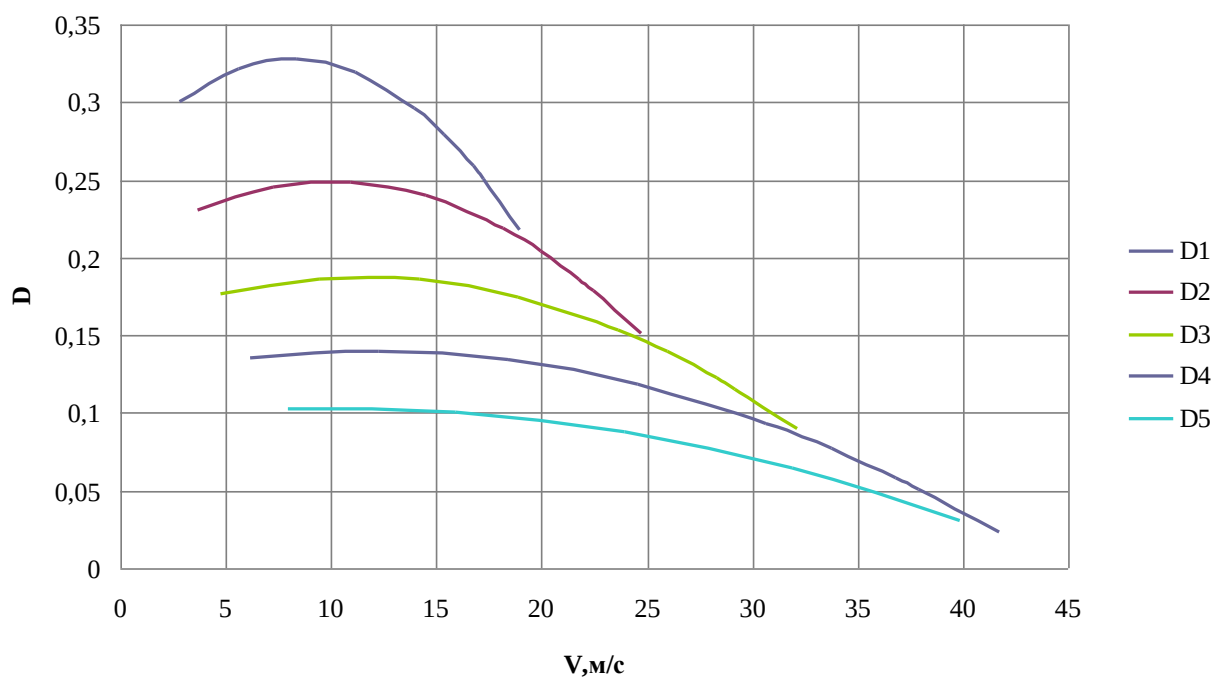
$$D_{cy} \approx \frac{G_a \cdot \varphi}{G_a} = \varphi = 0,8;$$

Таблица 2.4

1-я передача		2-я передача		3-я передача		4-я передача		5-я передача	
D	Va	D	Va	D	Va	D	Va	D	Va

0,30036 7	2,7892 6	0,230388	3,63098	0,176636	4,72028	0,134883	6,13636	0,102193	7,9693
0,32121 2	5,5785 1	0,245357	7,26197	0,186392	9,44056	0,139416	12,2727	0,100684	15,9386
0,32757 3	8,3677 7	0,248504	10,893	0,185882	14,1608	0,134071	18,4091	0,088236	23,9079
0,31922 2	11,157	0,239652	14,5239	0,17497	18,8811	0,118744	24,5455	0,064769	31,8772
0,29629 5	13,946 3	0,218909	18,1549	0,153738	23,6014	0,093497	30,6818	0,03033	39,8465
0,27935 9	15,340 9	0,204065	19,9704	0,139243	25,9615	0,077146	33,75	0,008992	43,8312
0,25876 3	16,735 5	0,186249	21,7859	0,122168	28,3217	0,058316	36,8182	0,01509	47,8158
0,25045 3	17,237 6	0,179102	22,4395	0,115386	29,1713	0,050927	37,9227	0,02443	49,2503
0,21820 4	18,966 9	0,151529	24,6907	0,089459	32,0979	0,023012	41,7273	0,05934	54,1913

Динамическая характеристика



2.1.6 Разгон автомобиля

Ускорение при разгоне.

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:

$$J = \frac{P - f \cdot g}{\delta_{BP}}; \quad (2.27)$$

$$\text{откуда } \delta_{BP} = 1 + \frac{(\eta_{TP} \cdot \eta_0 \cdot u_k \cdot u_p)^2 + I_k \cdot n_k \cdot g}{G_a \cdot r_k^2} \quad (2.28)$$

$$\delta_{BP1} = 1 + \frac{(0,18 \cdot 0,93 \cdot 0,4 \cdot 2,2 \cdot 1)^2 + 0,9 \cdot 4 \cdot 9,8}{14567,85 \cdot 0,27^2} = 1,178;$$

$$\delta_{BP2} = 1,119;$$

$$\delta_{BP3} = 1,084;$$

$$\delta_{BP4} = 1,063;$$

$$\delta_{BP5} = 1,051;$$

где I_M – момент инерции вращающихся частей двигателя ($\text{кг} \cdot \text{м}^2$);

I_k – момент инерции колеса автомобиля;

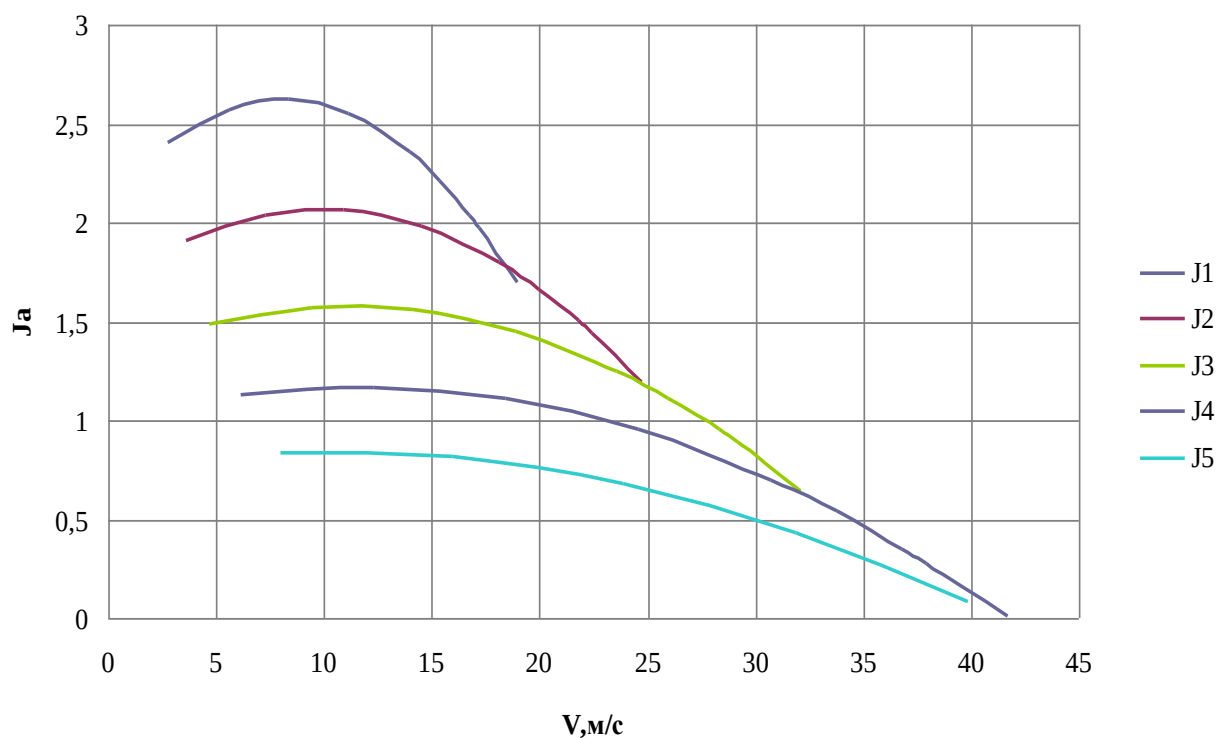
n_k – число ведущих колёс.

По формуле определяют ускорение разгона, вносят результаты в таблицу и строят график зависимости $j=f(V)$.

Таблица 2.5

1-я передача		2-я передача		3-я передача		4-я передача		5-я передача	
J	V	J	V	J	V	J	V	J	V
1	a	2	a	3	a	4	a	5	a
2,400625	2,789256	1,911911	3,630984	1,487194	4,72028	1,130799	6,136364	0,837451	7,969303
2,573021	5,578512	2,040928	7,261969	1,57177	9,44056	1,166342	12,27273	0,812721	15,93861
2,624044	8,367769	2,065022	10,89295	1,561115	14,1608	1,10665	18,40909	0,678884	23,90791
2,551788	11,15702	1,982654	14,52394	1,454008	18,8811	0,950765	24,54545	0,435192	31,87721
2,357397	13,94628	1,794748	18,15492	1,251182	23,6014	0,699261	30,68182	0,082092	39,84652
2,214271	15,34091	1,661114	19,97041	1,113791	25,9615	0,537587	33,75	-0,13554	43,83117
2,040616	16,73554	1,501099	21,78591	0,952474	28,3217	0,352012	36,81818	-0,38051	47,81582
1,970575	17,2376	1,436994	22,43948	0,888509	29,1713	0,279327	37,92273	-0,47542	49,2503
1,698936	18,96694	1,189935	24,69069	0,644386	32,0979	0,005206	41,72727	-0,8295	54,19126

Ускорение при разгоне

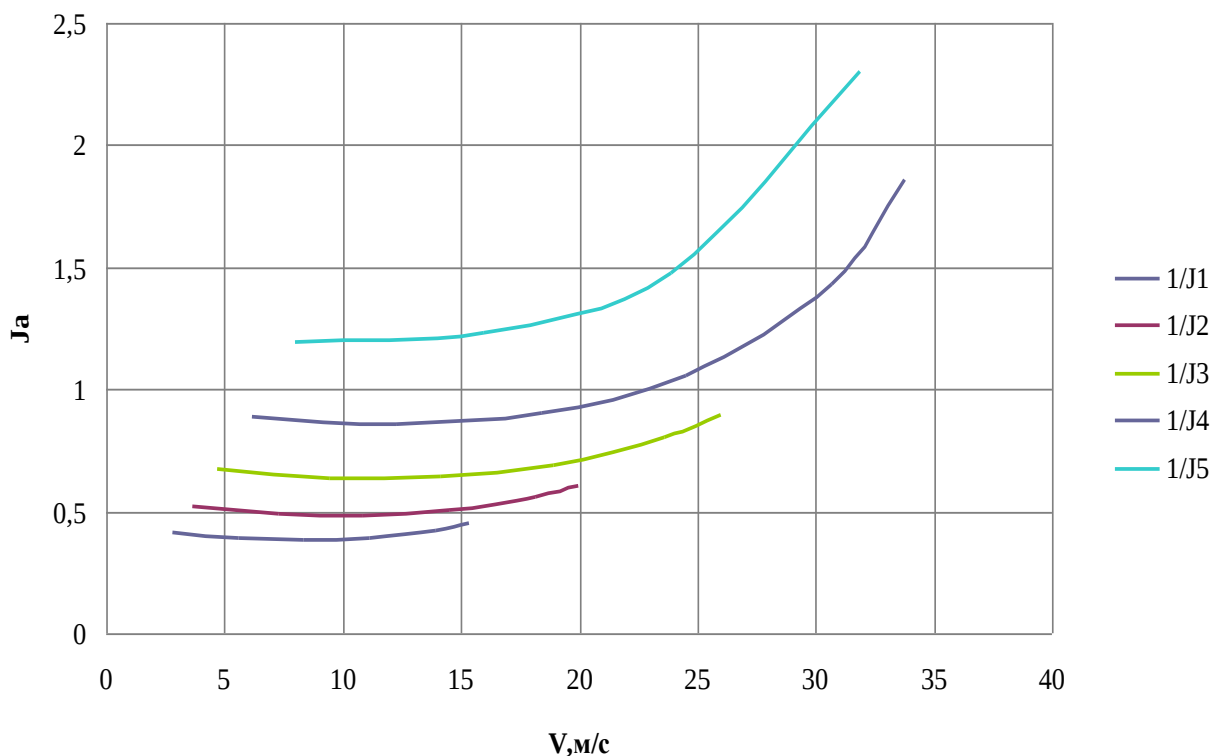


Затем требуется построить зависимость обратных ускорений ($1/j$) от скорости V . Поскольку при скоростях V , близких к максимальной, ускорение стремится к нулю, то для расчёта обратных ускорений ограничиваются скоростью $V=(0,8 \dots 0,9)V_{\max}$

Таблица 2.6

1-я передача		2-я передача		3-я передача		4-я передача		5-я передача	
1/J1	Va	1/J2	Va	1/J3	Va	1/J4	Va	1/J5	Va
0,416558	2,789256	0,523037	3,630984	0,672407	4,72028	0,884331	6,136364	1,1941	7,969303
0,388648	5,578512	0,489973	7,261969	0,636226	9,44056	0,857382	1,227273	1,230434	15,93861
0,381091	8,367769	0,484256	10,89295	0,640568	14,1608	0,903628	1,840909	1,473006	23,90791
0,391882	11,15702	0,504374	14,52394	0,687754	21,8811	1,051785	2,454545	2,297839	31,87721
0,424197	13,94628	0,557181	18,15492	0,799244	32,36014	1,430081	3,068182	3,218138	41,984652
0,451616	16,734091	0,602006	24,97041	0,897834	50,59615	1,860163	3,75	-	41,383117
0,490048	21,73554	0,666178	32,178591	1,049897	72,83217	2,840815	3,681818	-	41,781582
0,507466	27,2376	0,695897	42,43948	1,12548	99,1713	3,580035	3,792273	-	41,92503
0,588604	34,96694	0,840382	56,469069	1,551865	133,20979	4,920714	4,172727	-	51,419126

Обратное ускорение при разгоне



Время и путь разгона

Время и путь разгона автомобиля можно определить графоаналитическим способом. С этой целью кривую обратных ускорений разобьем на 7 интервалов, считая, что в каждом интервале автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, которому соответствует значение $(1/j_{cp})_k = const$. Эти величины можно определить следующим образом:

$$\left(\frac{1}{j_{cp}}\right)_k = \frac{(1/j)_{k-1} + (1/j)_k}{2}; \quad (2.29)$$

где k - порядковый номер интервала.

Заменяя точное значение площади под кривой обратных ускорений в интервале ΔV_k - на значение площади прямоугольника со сторонами ΔV_k и $(1/j_{cp})_k$ переходим к приближенному интегрированию:

$$\Delta t = (1/j_{cp})_k * (V_k - V_{k-1}); \quad (2.30)$$

$$t_1 = \Delta t_1; t_2 = t_1 + \Delta t_2; t_n = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n = \sum_{k=1}^n \Delta t_k; \quad (2.31)$$

Таблица 2.7

	V	1/j	$V_k - V_{k-1}$	$(1/J_{cp})_k$	$\frac{\Delta t}{\Delta V}$
0	2,789256	0,416558	0	0	0
1	5,578512	0,388648	2,789256	0,402603	1,122964
2	15,34091	0,451616	9,762397	0,420132	4,101496
3	24,69069	0,840382	9,349785	0,645999	6,039951
4	32,0979	1,551865	7,407208	1,196124	8,859937
5	37,92273	3,580035	5,824825	2,56595	14,94621
6	43,83117	-7,37814	5,908442	-1,89905	-11,2204
7	49,2503	-2,1034	5,419126	-4,74077	-25,6908

где t_1 – время разгона от скорости V_0 (минимальная устойчивая скорость автомобиля) до скорости V_1 ;

t_2 - время разгона до скорости V_2 ;

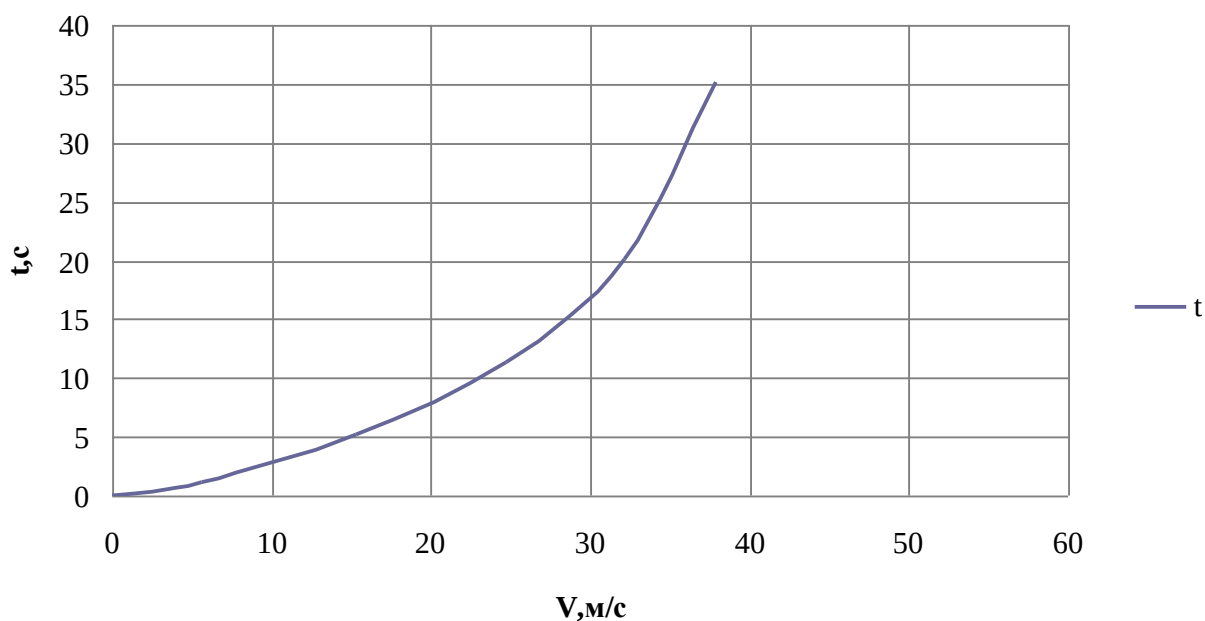
t_n - время разгона до скорости V_n .

Результаты расчета сводятся в таблицу и представляются в виде графика

Таблица 2.8

a	0	5,57851	15,3409	24,6907	32,0979	37,923	43,8312	49,2503
t	0	1,12296	5,22446	11,2644	20,1243	35,07	23,85	-1,8407

Время разгона



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_k есть путь, который проходит автомобиль от отметки t_{k-1} до отметки t_k , двигаясь с постоянной скоростью $V_{срк}$.

Величина площади элементарного прямоугольника определяется следующим образом:

$$\Delta S = V_{срк} \cdot (t_k - t_{k-1}) \approx V_{срк} \cdot \Delta t_k; \quad (2.32)$$

где $k=1...m$ – порядковый номер интервала, m выбирается произвольно ($m=n$).

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 заносятся в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 2.9

t	0	1,12296	5,22446	11,2644	20,1243	35,07	23,85	-1,8407
a	0	5,57851	15,3409	24,6907	32,0979	37,923	43,8312	49,2503
S	0	4,69835	42,90047	120,8945	251,5717	523,27	-458,657	-1195,67

Путь разгона

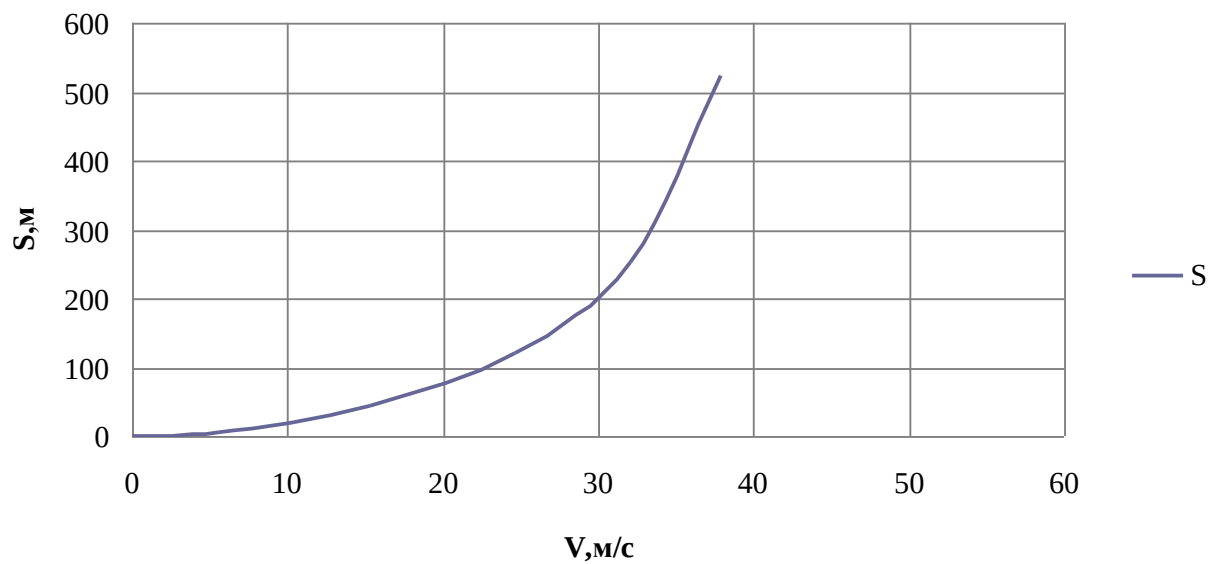
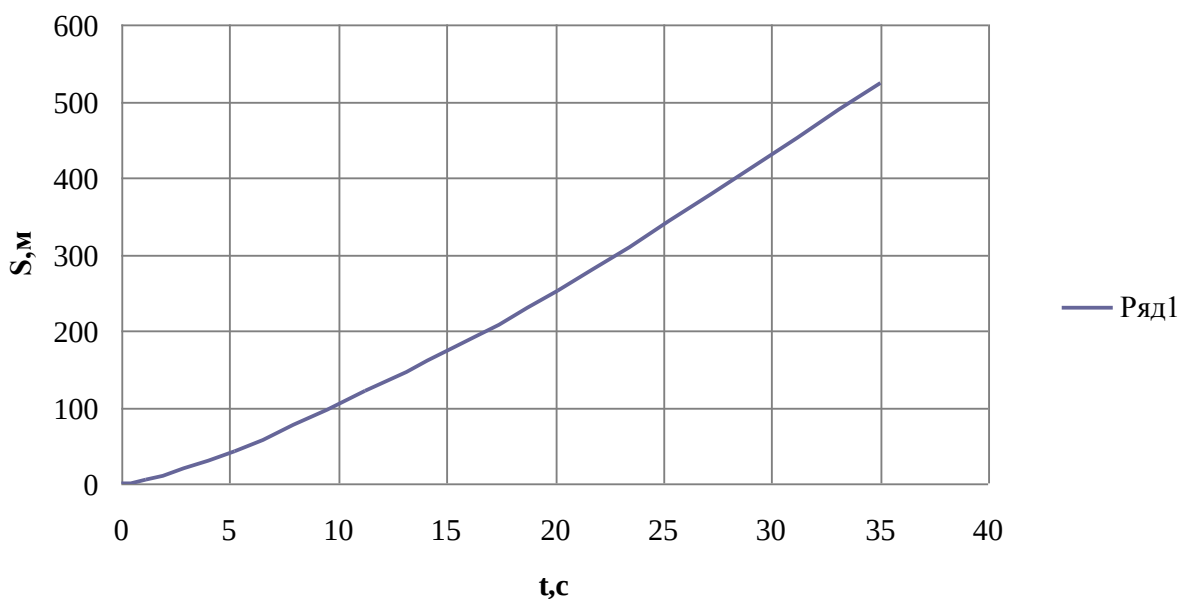


График интенсивности разгона



2.1.7. Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса:

$$N_T = N_e - N_{тр} = N_f + N_{п} + N_{в} + N_{и}, \quad (2.33)$$

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 ($N_{п}=0$),

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

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

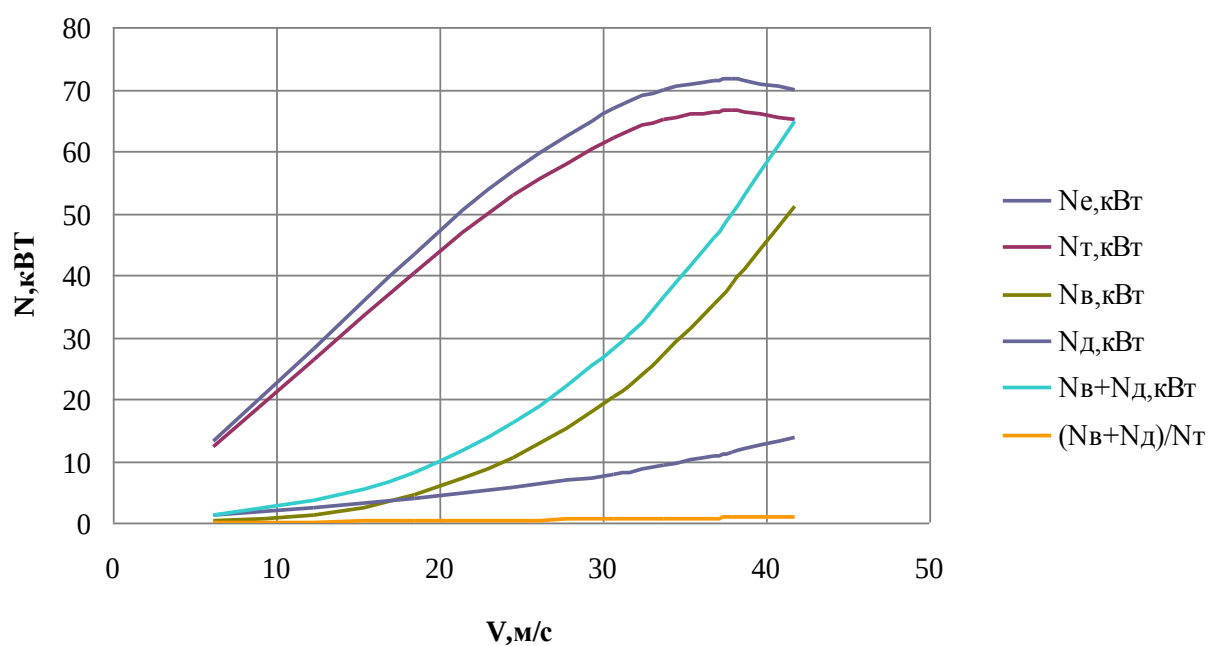
Для выбранных ранее интервалов по угловой скорости колен вала двигателя и скорости автомобиля рассчитывают мощностной баланс, заполняют таблицу и строят график.

Вверх от кривой N_f откладывают значения мощности сопротивления воздуха N_B .

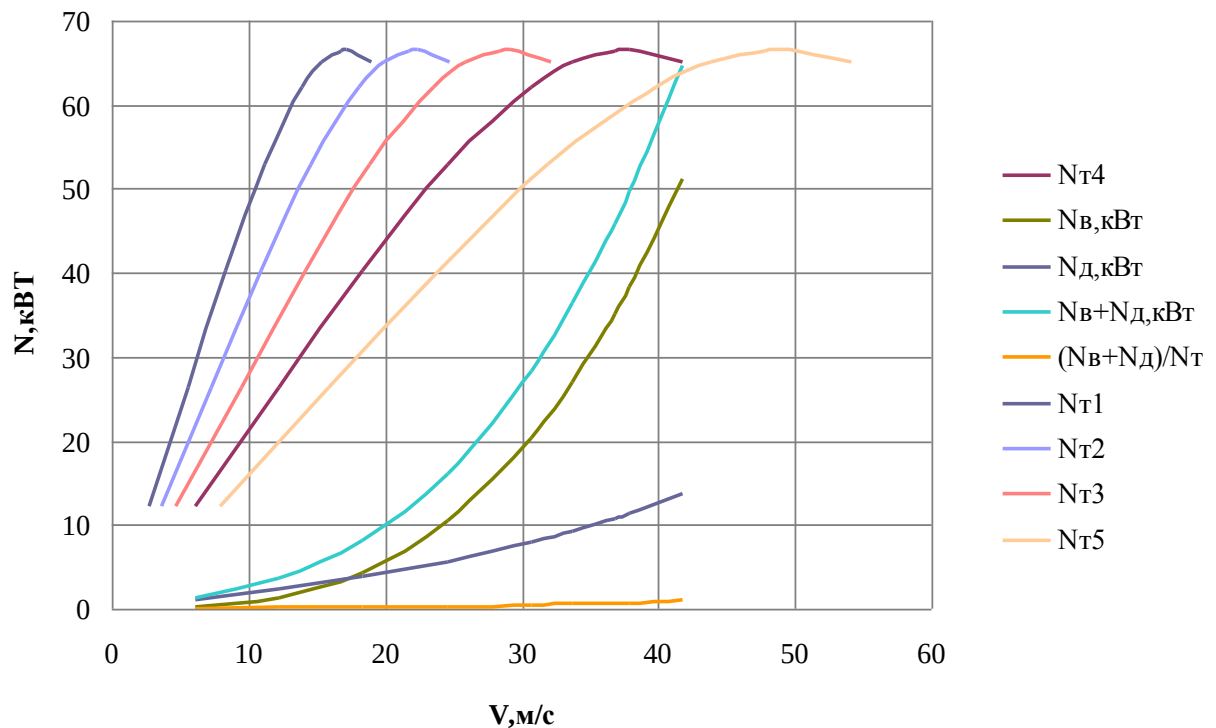
Таблица 2.10

V м/с	N $e, кВт$	N $t, кВт$	N $v, кВт$	N $d, кВт$	$N_B +$ $N_d, кВт$	$(N_B +$ $N_d)/N_t$
6 13,636	1 3,14	1 2,2202	0, 162523	1, 09292	1,255 443106	0,103
1 2,2727	2 8,2	2 6,226	1, 300183	2, 30702	3,607 203849	0,138
1 8,4091	4 3,38	4 0,3434	4, 388119	3, 763481	8,151 599865	0,202
2 4,5455	5 6,84	5 2,8612	1 0,40147	5, 583481	15,98 494879	0,302
3 0,6818	6 6,78	6 2,1054	2 0,31537	7, 888202	28,20 356826	0,454
3 3,75	6 9,86	6 4,9698	2 7,03975	9, 260202	36,29 995372	0,559
3 6,8182	7 1,38	6 6,3834	3 5,10495	1 0,79882	45,90 377592	0,691
3 7,9227	7 1,5	6 6,495	3 8,36013	1 1,39643	49,75 656299	0,748
4 1,7273	6 9,99	6 5,0907	5 1,10241	1 3,645	64,74 741099	1

Мощностной баланс автомобиля на передаче, обеспечивающей V_{max} автомобиля



Мощностной баланс автомобиля



2.1.8 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.

$$g_n = \frac{1.1 \cdot g_{e\min} K_{CK} \cdot K_H (P_D + P_B)}{36000 \cdot V_a \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}}; \quad (2.34)$$

где $g_{e\min}=340$ г/(кВт·ч) — минимальный удельный эффективный расход топлива,

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

K_H -коэффициент, учитывающий изменения величины удельный эффективный расход топлива в зависимости от степени использования мощности $H = \frac{N_f + N_B}{N_T}$,

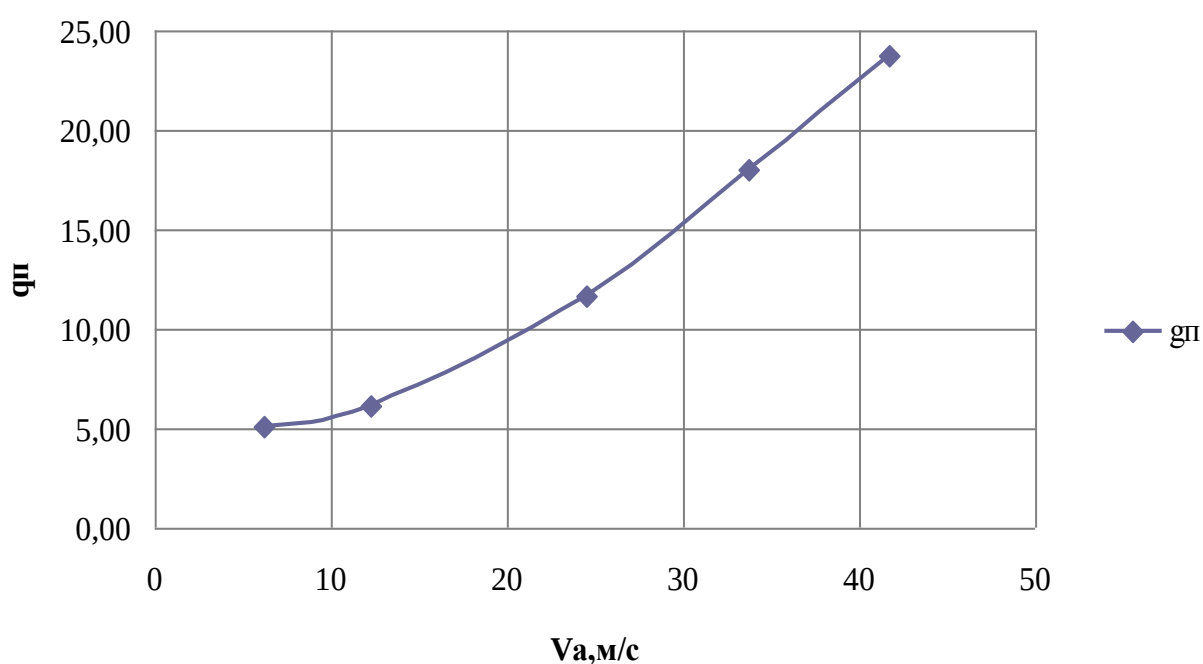
K_{CK} -коэффициент, учитывающий изменения величины удельный эффективный расход топлива в зависимости от $w_e, E = \omega_e / \omega_N$,

Результаты расчётов сводят в таблицу и представляют в виде графика.

Таблица 2.11

$V, \text{ м/с}$	6, 136364	1 2,27273	2 4,54545	3 3,75	4 1,72727
w_e/w_n	0, 16	0, 32	0, 65	0 ,89	1, 10
$k_{ск}$	1, 14	1, 04	0, 96	0 ,98	1, 04
I	0, 10	0, 14	0, 30	0 ,56	1, 00
k_i	1, 40	1, 30	1, 20	1 ,10	0, 95
q_n	5, 07	6, 17	1 1,64	1 7,99	2 3,79

Топливо-экономическая характеристика автомобиля



2.2 Основные характеристики тензодатчиков сопротивления

Проволочные и фольговые тензодатчики сопротивления по сравнению с другими датчиками имеют ряд серьезных преимуществ. Они имеют малые размеры и вес, просты и дешевы в изготовлении, чувствительны к статическим и динамическим деформациям, их легко крепить к исследуемому объекту и т. д.

Принцип действия проволочного и фольгового тензодатчика основан на свойстве чувствительного элемента изменять свое омическое сопротивление при деформации детали, к которой он приклеен. Это происходит не только в связи с изменением геометрических размеров, но и с изменением физических свойств чувствительного элемента.

Исследованиями установлено, что чувствительность к деформации различных сплавов колеблется в значительно более широких пределах (0,4—10). Это объясняется тем, что удельное сопротивление материалов при деформации изменяется. Чувствительность к деформации материалов, применяемых в настоящее время для изготовления проволочных тензодатчиков сопротивления, лежит в пределах 1,9—2,9.

2.3 Виды тензодатчиков сопротивления

Проволочные тензодатчики сопротивления (рис. 3.1) различной формы изготавливают чаще всего с базой от 5 до 20 мм и сопротивлением от 50 до 200 ом. В большинстве случаев базу тензодатчика выбирают в зависимости от размеров детали, на которую его наклеивают. Так, при измерении напряжений в зубьях шестерен, имеющих малый модуль, применяют тензодатчики с базой 3 и 5 мм. В случаях, когда габаритные размеры детали не требуют, применения тензодатчиков с малой базой, применяют тензодатчики с базой 20 мм.

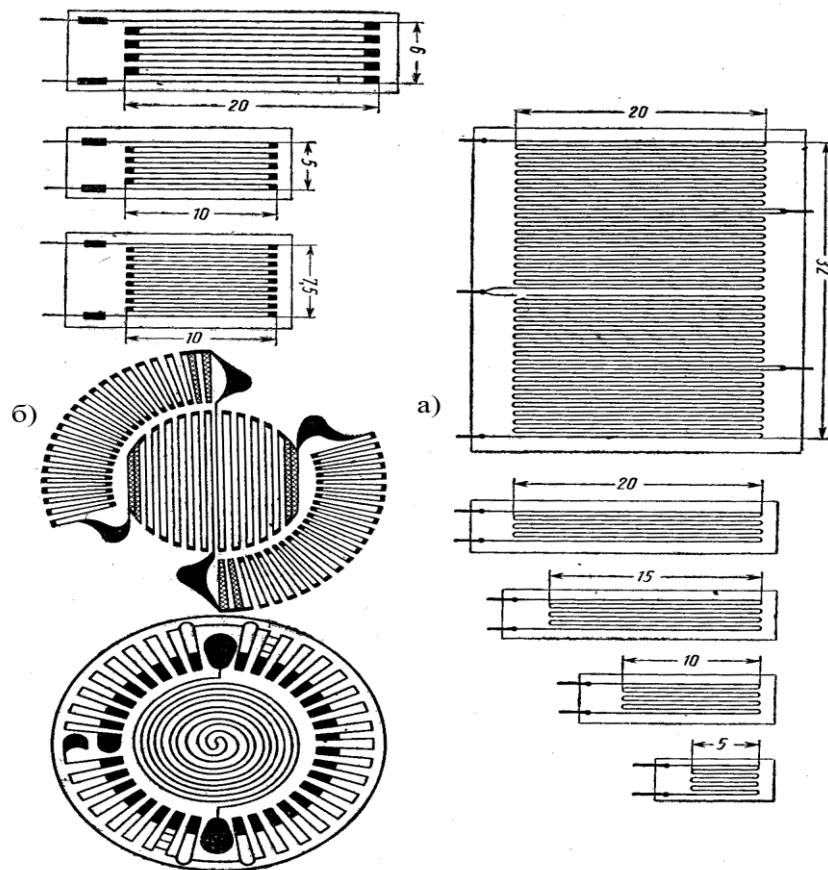


Рис. 2.1 — Тензодатчики а) проволочные, б) фольговые.

На рис. 2.2 приведены кривые зависимости чувствительности проволочного тензодатчика сопротивления, изготовленного из константана, от длины l базы при различных значениях радиуса r к решетке тензодатчика. Концы каждой петли решетки выполняют более широкими,

что уменьшает чувствительность тензодатчика к поперечным деформациям. Условия охлаждения фольгового тензодатчика лучше, чем проволочного, так как поверхность соприкосновения с деталью больше, а расстояние от поверхности меньше. Тензодатчикам из фольги легко придать любую требуемую форму.

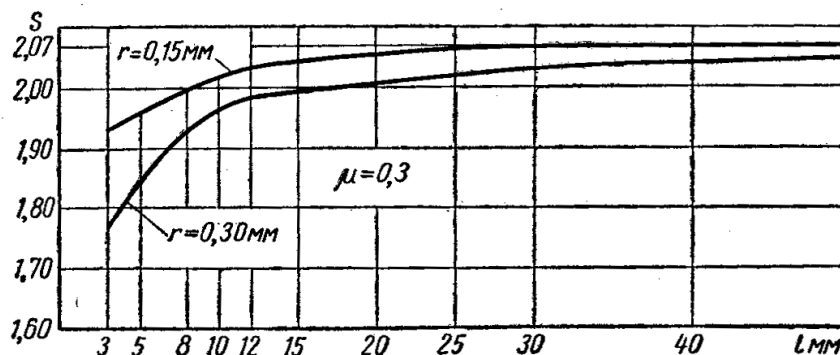


Рис. 2.2 Кривые зависимости чувствительности проволочного тензодатчика

2.4 Материал для изготовления тензодатчиков сопротивления

К материалу решетки, из которого изготавливают проволочные и фольговые тензодатчики сопротивления, предъявляют ряд требований, основными из которых являются: большое значение, относительной чувствительности к деформации малый температурный коэффициент сопротивления, высокое удельное сопротивление, высокая механическая прочность, возможно меньшая т. Э. д. с. В паре с выводными проводниками из меди и малый температурный коэффициент линейного расширения.

В табл. 3.14 приведены данные константана, нихрома, хромеля и железохром-алюминиевого сплава, которые имеют наиболее приемлемые свойства для изготовления решеток тензодатчиков. Как видно из этой таблицы, лучшие характеристики по сравнению с другими материалами имеет проволока из железохромалюминиевого сплава № 2, которая имеет большие перспективы использования. Однако пока не освоена протяжка этого материала в проволоку диаметром до 0,02—0,04 мм.

Таблица 2.14

Материал и его состав в %	Чувствительность к деформации S	Температурный коэффициент эл. сопротивления	Удельное сопротивление	Т.э.д.с. в апреле с медью	Предел прочности	температурный коэффициент линейного расш.
Константан	1,9-2,1	(от -50 до +50) 10^{-6}	0,46-0,50	47	65	$(14-15)10^{-6}$
Нихром	2	(150 - 170) 10^{-6}	0,9-1,7	22		$14 \cdot 10^{-6}$
Хромель	2,5	(100 - 500) 10^{-6}	0,7-1,1	16		$14,8 \cdot 10^{-6}$

В настоящее время для изготовления решеток тензодатчиков больше всего используют константен. Промышленность освоила протяжку тонкой константановой проволоки марки МНМц 40—1,5 и прокатку тонкой константановой фольги, пригодных для изготовления тензодатчиков. Стабилизация свойств константана достигается его отжигом в вакууме при температуре 650°C . Отжиг снимает наклеп, повышает способность константана к деформированию (относительное удлинение проволоки при разрыве увеличивается почти в 2,5 раза), повышает относительную чувствительность и снижает температурный коэффициент сопротивления. Вместе с этим, при отжиге уменьшается прочность проволоки примерно в 1,5 раза. Тензодатчики из константановой проволоки можно использовать при температуре не выше 400°C .

Достоинствами нихромовой проволоки является высокое удельное сопротивление и жаростойкость. Нихромовую проволоку применяют для изготовления проволочных решеток только в тех случаях, когда деформации измеряют при высоких температурах (до 860°C). Для улучшения стабильности свойств нихромовой проволоки ее отжигают на воздухе при температуре 850°C в течение 10 ч с медленным охлаждением в печи.

2.5 Крепление тензодатчиков сопротивления к используемой детали

Подготовка поверхности детали и марка клея. Поверхность детали, на которую приклеивают проволочные тензодатчики сопротивления, должна быть тщательно подготовлена, так как от этого зависит качество приклеивания и правильность показаний тензодатчика. Если поверхность детали не подвергают механической обработке, то сначала очищают ее от

грязи, краски и коррозии. Личным напильником, а затем мелкозернистой наждачной бумагой зачищают поверхность детали так, чтобы не было глубоких штрихов, и на нее наносят риски, соответствующие осевым линиям тензодатчика. После этого поверхность детали обезжиривают ватой, смоченной в ацетоне.

В зависимости от условий работы проволочных тензодатчиков сопротивления (температуры, среды) для их изготовления и приклеивания к деталям применяют различный клей, который может быть высыхающим или полимеризующимся.

Качество клея оценивают по его ползучести. Ползучесть определяют по изменению показания тензодатчика, находящегося под нагрузкой в течение одного часа при относительной деформации в 0,1%. В табл. 3.15 приведены основные характеристики наиболее часто применяющегося клея для наклейки тензодатчиков сопротивления.

Для наклеивания проволоки на бумагу при изготовлении тензодатчиков применяют быстро высыхающий жидкий ацетоно-целлулоидный клей, представляющий собой раствор целлулоида в ацетоне (на 100 см³ ацетона берут 10 см³ целлулоида). Раньше густой ацетоно-целлулоидный клей широко применяли для наклеивания тензодатчиков на испытуемую деталь. В настоящее время для этой цели его применяют редко.

Таблица 2.15

Наименование клея	Марка	Ползучесть в %	Время высыхания в часах при 20 С	Допустимая температура использования
Ацетоно-целлулоидный		2-20	10-12	±60
Карбиновый		1,5-11	30-36	±60
Бакелито-фенольный	БФ-2	2-4	48-72	+180
	БФ-4	2-4	48-72	-50
Кремнитроглифталевый	192-Т	1,5	12-18	±70

Для изготовления и наклеивания проволочных тензодатчиков сопротивления широко применяют карбиновый клей, изготавливаемый из

карбинольного сиропа, к которому прибавляют катализатор (2% перекиси бензоила). Технология приготовления клея следующая. В фарфоровой ступке пестиком растирают перекись бензоила и смешивают с указанным количеством карбинольного сиропа, а затем полученную смесь растирают в течение 30 *мин* до полного растворения катализатора. Через 30—40 *мин* после растворения клей готов к употреблению и может применяться для работы в течение 2 ч. После указанного срока карбинольный клей густеет, происходит его полимеризация. Карбинольный клей высыхает при нормальной температуре за 30—36 ч и может применяться при температурах +60° С. Затвердевший карбинольный клей не растворяется в органических растворителях и устойчив к действию бензина, керосина и масел, но набухает в спирте и ацетоне. Такой клей не пригоден для наклеивания тензодатчиков на детали из латуни.

Карбинольный клей в течение многих лет применяют в НАТИ для изготовления проволочных тензодатчиков сопротивления и их приклеивания к деталям. При использовании этого клея получены весьма хорошие результаты по стабильности показаний и малая ползучесть.

К полимеризующемуся клею относятся также бакелито-фенольные клеи марок БФ-2 и БФ-4. Клей БФ-2 может быть рекомендован для использования при наклеивании тензодатчиков сопротивления на детали, работающие при повышенных температурах (до 180° С). Полимеризация клея БФ-2 и БФ-4 может происходить только после Предварительного его высыхания при нормальной температуре. Для полимеризации клея БФ-2 требуется термическая обработка сначала при температуре 40—50° С в течение 2—3 ч, а затем при температуре 150—180° С в течение 40—60 *мин*. Полимеризация клея БФ-4 происходит при температуре 60° С в течение 2—3 ч или при температуре 100—110° С в течение 40—60 *мин*. Клей марок БФ-2 и БФ-4 устойчив к действию масел и керосина, но растворяется в ацетоне и спирте.

Для изготовления проволочных тензодатчиков сопротивления и их приклеивания на детали выпускают несколько марок кремненитроглифталевого клея. Среди них клей марки 192-Т имеет малую ползучесть и обладает хорошими изоляционными свойствами. При длительном хранении он не меняет своих свойств, а клеевая пленка не подвергается старению. Кремненитроглифталевый клей полимеризуется при комнатной температуре в течение 12—18 ч и может быть использован при температурах до +70° С.

Наклеивание проволочных тензодатчиков сопротивления на детали. Способ наклеивания проволочных тензодатчиков на детали зависит от вида основы тензодатчика сопротивления и от того, каким клеем приклеена проволочная решетка к основе.

При наклеивании проволочного тензодатчика на бумажной основе ацетоноцеллулоидным клеем на подготовленную поверхность детали последний наносят тонким слоем, на который затем накладывают тензодатчик так, чтобы разметка на детали совпадала с осями, нанесенными на тензодатчике. Нажимая на тензодатчик, из-под него выжимают часть клея, которую удаляют фильтровальной бумагой. После этого в течение 5 мин тензодатчик держат под давлением, положив на него груз 500—600 г, а затем просушивают на воздухе в течение 10—12 ч.

Если при наклеивании проволочного тензодатчика сопротивления, изготовленного на бумажной основе, используют клей БФ-2, то на подготовленную поверхность детали наносят слой последнего. После того, как он подсохнет, наносят второй слой клея, слегка подсушивают его, ориентируют тензодатчик по разметке и прижимают к детали. Наклеенные тензодатчики закрывают триацетатной пленкой или целлофана, картонными и металлическими прокладками и прижимают к детали струбцинками. Деталь с тензодатчиком помещают в термостат и в течение 2—3 ч сушат при температуре 180—200° С. Если деталь имеет большие габариты и не может быть помещена в термостат, то ее сушат

инфракрасными лучами или специальным подогревателем. Сушить можно и при нормальной температуре, но в этом случае процесс продолжается в течение 2—3 суток, и деталь с такими тензодатчиками не должна работать при повышенных температурах.

В тех случаях, когда проволочный тензодатчик сопротивления наклеивают на деталь, работающую при температурах до 200° С его решетку монтируют не в бумаге, а в пленке из клея БФ-2. Технология наклеивания таких тензодатчиков следующая. На подготовленную поверхность детали наносят слой клея БФ-2 и сушат на воздухе в течение 2 ч. После этого деталь помещают в термостат и при температуре 60° С выдерживают в течение 1 ч, а затем повышают температуру до 100° С и выдерживают еще 1 ч с последующим охлаждением до комнатной температуры. Весь процесс повторяют еще один раз, а затем на подготовленную поверхность клеем БФ-2 приклеивают решетку тензодатчика. На решетку тензодатчика накладывают кусочек триацетатной пленки или целлофана, картонную прокладку и металлическую пластинку, после чего пакет зажимают струбцинкой. В термостате деталь нагревают от комнатной температуры до 150—200° С в течение 6—8 ч.

При наклеивании проволочных тензодатчиков сопротивления, изготовленных на карбинольном клее, на подготовленную поверхность детали накладывают папиросную бумагу, пропитанную карбинольным клеем, а затем пропитанный клеем тензодатчик. Поверх тензодатчика накладывают папиросную бумагу и кусочек целлофана. Разглаживая тензодатчик, выжимают из-под него пузырьки воздуха и излишки клея, при этом тензодатчик не должен смещаться со своего места. После этого на целлофан накладывают резиновую прокладку толщиной 3—4 мм и под прессом при нормальной температуре производят сушку в течение 24—36 ч.

В случае наклейки на детали проволочных тензодатчиков сопротивления на текстильной основе поверхность детали подготавливают

обычным способом, как указывалось выше. Площадку для наклеивания тензодатчика смазывают тонким слоем клея 192-Т (грунтовка). Наклеивать тензодатчик начинают не ранее, чем через 30 мин, и не позднее, чем через 5 ч. Основу тензодатчиков обрезают ножницами так, чтобы по бокам чувствительной решетки оставались полоски ткани шириной 2—3 мм. Тензодатчик смазывают клеем 192-Т с обеих сторон и высушивают при комнатной температуре в течение 2—4 ч. Затем на нижнюю сторону тензодатчика наносят кистью слой клея и тензодатчик наклеивают на деталь. Грунтовать и наклеивать тензодатчики можно при температурах от +10 до +40° С. При наклеивании тензодатчик прижимают в течение 20—30 сек пальцем по всей его поверхности силой примерно 0,5—1 кГ (5—10 н). Через 5—6 ч тензодатчик покрывает слоем клея 192-Т и сушат 12 ч при температуре 20° С.

Во всех случаях наклеивания тензодатчиков до нанесения слоя гидроизоляции проверяют правильность наклеивания и сопротивление изоляции. Тензодатчик должен прилегать к детали по всей плоскости. Воздушные пузырьки под тензодатчиком недопустимы. Сопротивление изоляции должно быть не меньше 50 ом.

Как указывалось выше, проволочные тензодатчики сопротивления, изготовленные в пленке бакелито-фенольного клея БФ применяют при температуре деталей до 200°С. Однако в практике встречаются случаи, когда необходимо производить измерения с помощью проволочных тензодатчиков сопротивления деталях, имеющих более высокую температуру.

Создание клеящих составов, работающих при высоких температурах, является сложной задачей, так как при этом затруднительно получить хорошие электроизоляционные свойств. Клеящий состав должен обладать также высокой термостойкостью и адгезией к детали, достаточной прочностью и пластичностью, а также иметь коэффициент теплового

расширена) близкий к коэффициенту расширения материала детали, на которой закрепляют тензодатчик.

Жаропрочные цементы на жидком стекле не нашли широкого применения в качестве клея при работе тензодатчиков сопротивления при высоких температурах, так как в этом случае необходим предварительный нагрев детали, что не всегда возможно из-за ухудшения механических свойств при возникновении остаточных деформаций. Кроме того, жаропрочные цементы на жидком стекле имеют недостаточно высокое сопротивление изоляции.

При температурах до 250—300° С в качестве клея иногда применяют кремнеорганический лак ФГ-9.

Большая работа по созданию тензодатчиков сопротивления работающих при повышенных температурах, проделана центральным научно-исследовательским котлотурбинным институтом им. Ползунова (ЦКТИ). Там тензодатчики на деталях крепят специальными цементами марки В-58, разработанными ЦКТ совместно с институтом химии силикатов Академии наук СССР. При изготовлении решетки тензодатчика из константановой проволоки, отожженной по специальному режиму, тензодатчик можно применять для измерения нестационарных тепловых режимов до температуры 450—500° С. В случае изготовления решетки тензодатчика из жаростойких сплавов возможно его использование при длительной эксплуатации при температуре до 700° С.

3. Исследовательская часть

3.1 Соединение датчиков с электродвигателем

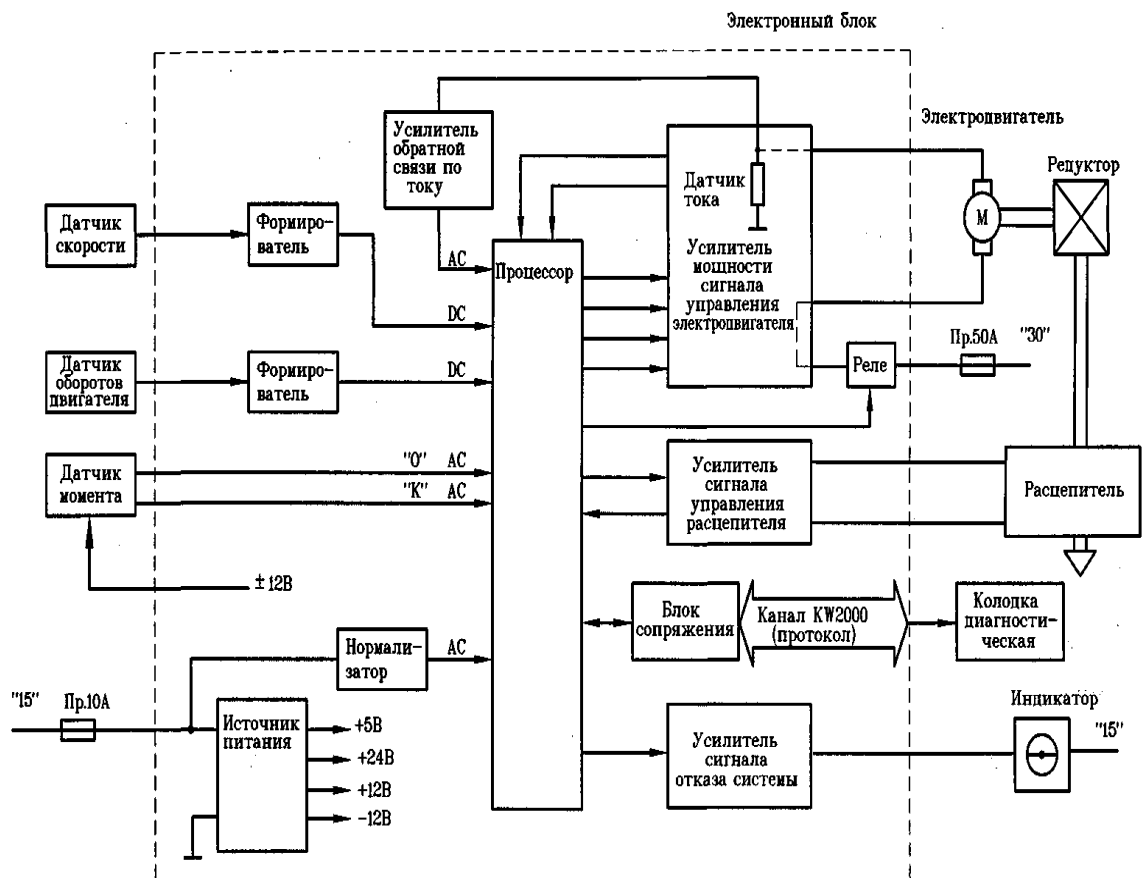
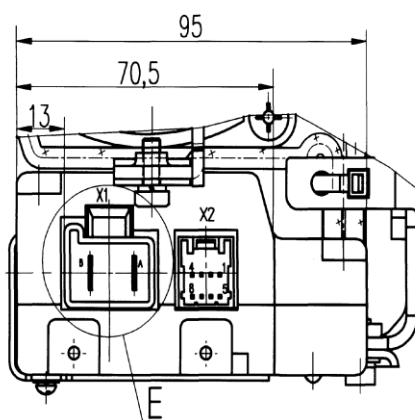


Рис.3.1 Блок-схема электромеханического усилителя руля



Колодка	Контакт	Адрес
X1	A	"12 В" от аккумуляторной батареи
	B	Минус от аккумуляторной батареи
X2	1	"12 В" с клеммы 15 замка зажигания
	2	Вход сигнала от тахометра
	3	Вход сигнала от датчика скорости
	4	Выход на индикатор состояния усилителя
	5	Выход "К- линия" на колодку диагностики
	6	Выход "L- линия" на колодку диагностики
	7	Общий провод диагностики
	8	Технологический вывод

Рис.3.2 Схема соединения ЭМУ с датчиками

По данным схемам соединяем ЭМУ с датчиками, подсоединяем питание и проверяем работу ЭМУ.

3.2 Принцип работы стенда

Нагрузка на колеса задается с помощью специального нагрузочного устройства. Один конец пружины подвески упирается в нижний рычаг, а другой конец пружины в нагрузочное устройство. С помощью винтов нагрузочного устройства можно задавать различную нагрузку на колеса.

Нагрузка на колесах определяется в ручную по известной вертикальной жесткости пружины, замеряя длину пружины, с помощью линейки. Одинаковая длина свидетельствуют о равенстве нагрузок на правом и левом колесе.

Тензодатчики наклеенные на вал рулевого колеса измеряет величину крутящего момента, приложенного к рулевому валу, что фиксируется тензоусилителем, расположенном на приборной доске. Опыты можно проводить при разных нагрузках на колеса, а также с гидроусилителем, электроусилителем и без них. Исходя из опытов можно судить о снижении усилия на рулевом колесе при внедрении в рулевое управление гидроусилителя и электроусилителя.

На стенде установлены датчики потенциометрического типа, с помощью которых измеряют углы поворота колес и угол поворота рулевого колеса. При повороте рулевого колеса и управляемых колес меняется сопротивление цепи, а следовательно и сила тока. Изменение силы тока фиксируется миллиамперметрами на приборной доске.

3.3 Методика проведения исследования

Стенд для испытаний рулевого управления предназначен для определения работоспособности усилителей электрического и гидравлического типов. На данном стенде тензодатчики закреплены на рулевом валу, то есть сравнивается усилие на рулевом колесе в зависимости от нагруженности пружин подвески. На стенде имеется возможность проведения испытаний с гидроусилителем или электроусилителем установленными в рулевое управление. Контроль углов поворота управляемых колес и рулевого колеса осуществляется с помощью датчиков

потенциометрического типа. Исследования предпочтительнее начинать с ослабленными нагрузочными устройствами пружин, небольшой нагрузке на колеса.

Для получения опытных данных требуется:

Протарировать тензодатчики и датчики потенциометрического типа.

Тарировка тензодатчиков наклеенных на рулевой вал под углом 45° к образующей проводится следующим образом. Нижний конец вала закрепляется, затем вал закручивается моментом приложенным к рулевому колесу. Момент создается усилием измеряемое безменом (весы) приложенное на радиусе рулевого колеса. Сигнал с тензодатчиков измеряется микроамперметром. Производится последовательное нагружение рулевого вала несколькими моментами, каждому из которых соответствует определенное значение тока.

Данные тарировки снесены в таблицу 3.3, по их результатам строится тарировочный график (рис.3.8) и определяется значение тарировочного коэффициента k .

Таблица 3.1

m , кг	I , мкА
10	2,5
20	5

$$P_n = m \cdot g \quad (3.1)$$

где m – показание безмена (кг);

g – ускорение свободного падения ($9,81 \text{ н} \cdot \text{м} / \text{с}^2$)

Таблица 3.2

P_n , Н	I , мкА
98,1	2,5
196,2	5

Момент на рулевом валу находится по формуле:

$$M_n = P_n \cdot R \quad (3.2)$$

где P_n - усилие приложенное к рулевому колесу (Н);

R - плечо рулевого колеса (0,15 м);

Таблица 3.3

$M_n, \text{Н*м}$	$I, \text{мкА}$
32,37	2,5
64,75	5

По данным таблицы 3.3 строится тарировочный график:

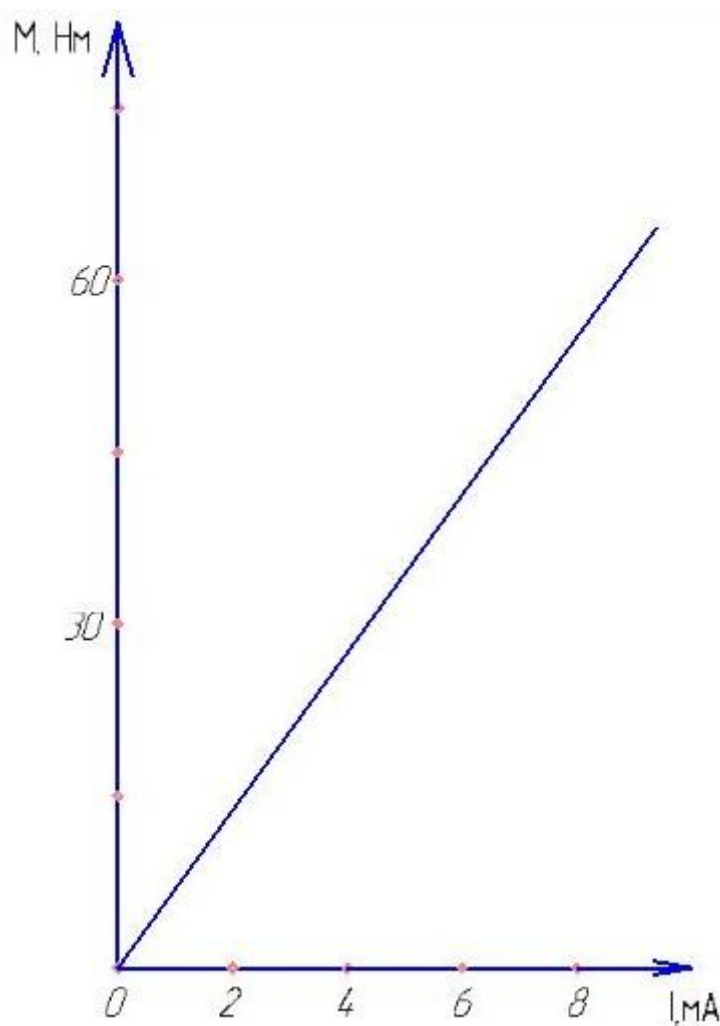


Рис. 3.3 График тарировки

Коэффициент тарировки вычисляется по формуле:

$$k = M/I = 12,95 \quad (3.3)$$

где M – момент на рулевом валу;

I – сила тока;

С учетом тарифовочного коэффициента строится график по таблице 4.4 зависимости момента на рулевом валу от угла поворота рулевого колеса с электроусилителем и без него.

Таблица 3.4

α , град.	Момент без усилителя, H^*M	Момент с ЭМУ, H^*M
90	32,5	13
180	65	32,5
270	97,5	45,5

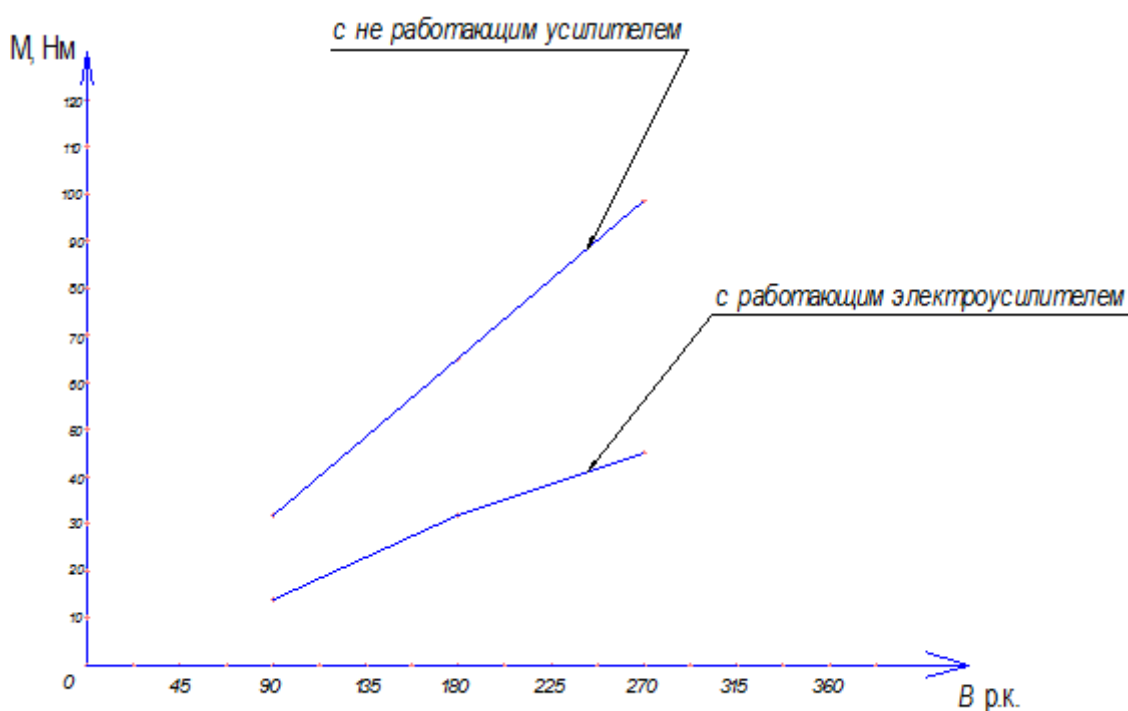


Рис.3.4 График зависимости момента на рулевом валу от угла поворота рулевого колеса

Тарировка потенциметрических датчиков для измерения угла поворота рулевого колеса. Потенциометр соединён с сошкой рычажным механизмом. Поворачивая рулевое колесо на определенный угол,

измеряемый транспортиром, перемещается сошка и фиксируется величина тока, соответствующая изменению сопротивления. Подобная работа продлевается для нескольких углов поворота рулевого колеса и по результатам строится тарировочный график зависимости угла поворота рулевого колеса, от тока измеряемого миллиамперметром.

Тарировка потенциометрических датчиков для измерения угла поворота управляемых колёс. На каркасе, с задней части стенда, закреплены потенциометры соединённые с управляемыми колёсами рычажными механизмами. При повороте колёс на определённый угол, измеряемый транспортиром, фиксируется величина тока на миллиамперметрах, соответствующая изменению сопротивления, подобная работа продлевается для нескольких углов поворота управляемых колёс, в разные стороны. По результатам строится тарировочный график зависимости угла поворота управляемых колёс, от тока измеряемого миллиамперметром.

Замеряются усилия на рулевом валу при разных нагрузках на колёсах(при неработающем гидроусилителе и электроусилителе).

Сначала необходимо поставить управляемые колеса прямо. Затем плавно повернуть рулевое колесо налево на 30 градусов и записать показание амперметра угла поворота рулевого колеса. Затем плавно повернуть рулевое колесо направо на 30 градусов и записать показание амперметра.

Нагрузка на колесо находится по формуле:

$$G_k = C_{\text{спр}} * N \quad (3.3)$$

где $C_{\text{спр}}$ – жёсткость пружины

N – длина сжатой части пружины

Замеряются усилия на рулевом валу при разных нагрузках на колёсах(при работающем гидроусилителе (аналогично и при работающем электроусилителе)).

Измерения проводятся такие же как и при неработающем гидроусилителе.

Проанализировав опытные данные можно судить о снижении усилия на рулевом колесе при работающем усилителе, также экспериментально определены параметры рулевого управления (например, передаточные числа рулевого привода и механизма) (аналогично и при работающем электроусилителе).

Анализ результатов испытаний:

Из графиков (см. приложение) видно, что с увеличением угла поворота управляемых колес момент на рулевом колесе увеличивается. При работающем электроусилителе величина момента на рулевом колесе меньше в 2,5 раза чем при не работающем, что свидетельствует об эффективности работы усилителей.

4. Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

Назначением стенда для испытания рулевого управления является выполнение студентами лабораторных работ в учебной аудитории. Стенд выполнен в виде металлического каркаса, в котором закреплены независимая подвеска с колёсами автомобиля классической компоновки и нагрузочное устройство с возможностью изменения нагрузки с помощью винтов со штоками. Гидроусилитель рулевого управления и электродвигатель установлены в нижней части каркаса стенда. Измерительные приборы размещены на металлическом щите приборов возле рулевого колеса. На рулевом валу установлены тензодатчики, которые измеряют момент на рулевом колесе и потенциометр измеряющий угол поворота рулевого колеса. В задней части испытательного стенда установлены рычаги с потенциометрами для определения угла поворота управляемых колёс. Также на каркасе стенда при помощи металлического швеллера и уголка закрепленных болтами и сваркой дополнительно установлен электромеханический усилитель руля, который располагается в верхней части рулевого вала. Такое решение позволяет сделать стенд компактным и снизить его металлоемкость. Помимо прочего на щитке приборов располагаются датчики имитаторы скорости автомобиля и имитаторы частоты вращения коленчатого вала силового агрегата автомобиля.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

4.2.1 Описание испытательного участка

План учебной аудитории в которой производится работа со стендом представлен на рисунке 4.1.

Участок работы со стендом

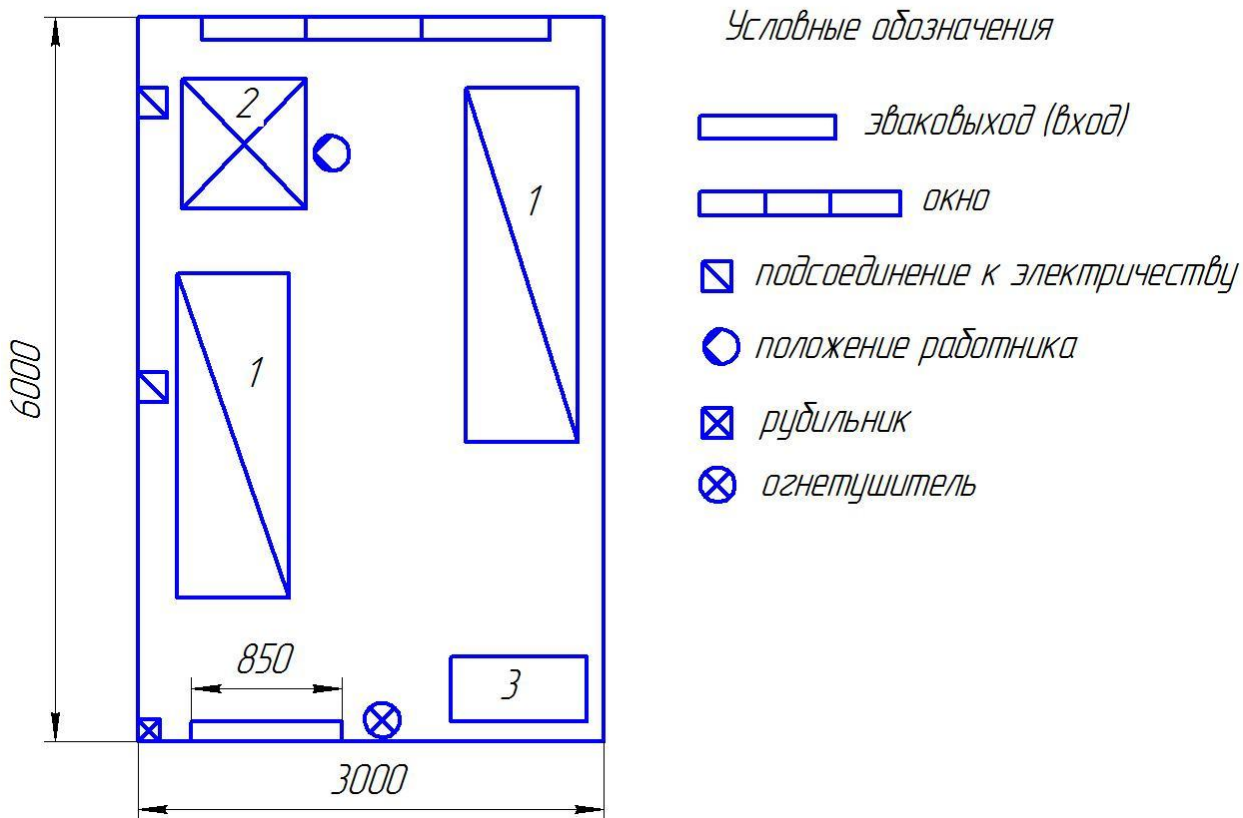


Рис. 4.1 Эскиз рабочего места

Таблица 4.1 Описание используемого технологического оборудования.

№ позиции	Наименование оборудования	Работы выполняемые на оборудовании
1	Рабочий стол	Фиксирование результатов
2	Испытательный стенд	Выполнение лабораторных работ
3	Шкаф для инструмента	Хранение инструмента

Размер эвакуационного выхода – 850мм *2000мм.

4.2.2 Идентификация профессиональных рисков во время испытаний

Вредный производственный фактор – это фактор обстановки и условий трудовой деятельности, под влиянием которых у работающего при определенных обстоятельствах (интенсивность, длительность и др.) может возникнуть временное или стойкое снижение работоспособности, профессиональное заболевание, повышение частоты соматических и инфекционных заболеваний, а также проблемы со здоровьем потомства.

Электрический ток, проходя через человека, оказывает термическое, электролитическое и биологическое действия.

Термическое действие проявляется в виде ожогов кожи, нагреве кровеносных сосудов, нервов и других тканей. Электролитическое действие может привести к разложению крови и других органических жидкостей, следствием чего являются серьезные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое действие – это специфический процесс, который характерен только живой материи. Оно проявляется в виде раздражения и возбуждении живых тканей организма, (что влечет за собой рефлекторные судорожные сокращения мышц), кроме того биологическое действие выражается в нарушении внутренних биоэлектрических процессов, протекающих в нормально функционирующем организме и тесным образом связанных с его жизнедеятельностью. Это может привести к различным сбоям в организме, включая нарушение и даже полное прекращение функционирования дыхательной системы и кровообращения. Раздражающее действие тока на ткани организма может быть прямым, и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему, когда ток не проходит через эти ткани.

Такое разнообразное влияние действий электрического тока часто является причиной различных электротравм, которые условно можно разделить на два типа: местные электротравмы и общие электротравмы (электрические удары).

Влияние статического электричества на организм человека может выражаться в виде\форме слабого длительно протекающего тока или в форме кратковременного разряда через все тело. При воздействии такого разряда работник движется рефлекторно, и в некоторых случаях он может попасть в опасную зону производственного оборудования, что в свою очередь приведет к несчастному случаю. Помимо этого, электростатическое поле повышенной напряженности негативно воздействует на человеческий организм, приводя к функциональным расстройствам центральной нервной, сердечно-сосудистой

и других систем организма. Для лимитирования вредного влияния электростатического поля проводится его нормирование согласно «Санитарно-гигиеническим нормам допустимой напряженности электростатического поля № 1757-77».

Тяжесть трудового процесса определяют согласно "Гигиеническим критериям оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса". Степени факторов тяжести труда сформулированы в эргометрических параметрах, определяющих трудовой процесс, вне зависимости от индивидуальных особенностей личности, принимающей участие в этом процессе.

Основные показатели тяжести труда – это:

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

Под выражением "рабочее движение" в этом случае подразумевается элементарное движение, другими словами одновременное перемещение всего тела или отдельной его части из одного положения в другое. Стереотипные рабочие движения в зависимости от нагрузки от амплитуды движений и участвующей в выполнении движения мышечной массы делятся на локальные и региональные.

Статическую нагрузку связанна с удержанием человеком груза или приложением усилия без изменения положения тела или его частей. Чтобы ее рассчитать, умножают величину удерживаемого усилия на время его удерживания.

Динамическая нагрузка связана с поднятием груза на некоторую высоту и перетаскиванием его с одного места на другое.

Из чего следует, что перегрузки являются причиной атрофирования мышц, равно как и возникновения судорог.

Следующим фактором являются вибрации. По характеру воздействия на человеческий организм вибрации разделяются на общие и локальные. Общие вибрации передаются через опорные поверхности тела, когда человек стоит или сидит. Локальная высокочастотная вибрация как правило оказывает воздействие на отдельные части тела: руки, ноги человека. Частоты колебаний 6...9 Гц - самые опасные для организма по той причине, что они соответствуют собственной частоте внутренних органов. Рабочие места, колебания которых достигают этих частот являются крайне опасными, поскольку могут привести к механическим повреждениям или даже разрыву органов. Воздействие общей вибрации с частотой более 1 Гц может привести к серьезным нарушениям опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы, системы пищеварения и т.д. Следствием таких нарушений могут стать головные боли, головокружение, плохой сон, пониженная работоспособность, нарушения сердечной деятельности, кроме того возможно появление радикулита.

Дифференцируют гигиеническое и техническое нормирование производственных вибраций. В первом случае ограничивают параметры вибрации рабочих мест и контактирующих поверхностей с руками работников, основываясь на физиологических требованиях, исключающих образование вибрационной болезни. Во втором случае ограничивают параметры вибрации, принимая во внимание как вышеуказанные требования, так и технически достижимые на сегодняшний день для данного вида машин уровня вибрации.

Опасные и вредные факторы, возникающие при работе со стендом занесем в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 Опасные и вредные факторы участка

Общие вредные производственные факторы	Оборудование приспособление инструменты	Воздействие на организм
1. Физические		
а) движущиеся детали механизмов	Детали подвески и стенда	Травмирование работников
б) Напряжение в электросети	Электросети и электрическое оборудование	Поражение электрическим током
в) Недостаточное естественное освещение, недостаточная освещенность участка	Осветительные приборы	Ухудшение зрения, повышенная утомляемость, усталость
2. Химические		
Раздражающие вещества	Смазывающие вещества и жидкости, пыль	Раздражение кожи, воздействие на органы дыхания
3. Психофизические		
а) физические перегрузки		Статические и динамические перегрузки, утомление, нагрузка на ноги
б) нервно-психические		Утомление, усталость, эмоциональное напряжение

4.3 Мероприятия по обеспечению безопасности на испытательном участке

Рассмотрим организационные мероприятия.

Для охраны труда наиболее целесообразным представляется проведение инструктажа персонала по технике безопасности, производственной санитарии, противопожарной охране и другим правилам охраны труда.

Разделяют несколько видов инструктажа:

1) Вводный инструктаж обязателен для новых сотрудников предприятия, а также командированных и учащихся. Данный инструктаж проводится инженером по охране труда.

2) Первичный инструктаж проводится на рабочем месте со всеми новыми сотрудниками предприятия, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными и др.

3) Повторный инструктаж проводят не реже чем через полгода. Целью данного инструктажа является напомнить работникам правила по охране труда и разобрать конкретные ситуации нарушения из опыта предприятия.

4) Внеплановый инструктаж проводится в случае изменения технологического процесса, правил по охране труда, введение новой техники в эксплуатацию, а также нарушении сотрудниками требований безопасности труда, в результате которых могли быть или были получены травмы, произошла авария, взрыв или пожар.

Для того, чтобы обеспечить безопасности труда большое значение имеет профессиональный отбор, с целью выявления работников, неподходящих по своим физическим и антропометрическим данным для той или иной работы.

Следующим видом мероприятий являются планировочные.

1. Расположение оборудования необходимо организовать в соответствии с требованиями действующих нормативных правовых.

2. Расположение оборудования, материалов, агрегатов, в зоне рабочих мест должны быть безопасным для сотрудников.

3. Расстояния между единицами оборудования, между оборудованием и стенами производственных зданий, сооружений и помещений должно отвечать требованиям действующих строительных норм и правил.

4. Во время расстановки оборудования необходимо принимать во внимание пространство необходимое для доставки к рабочим местам агрегатов, узлов и материалов.

5. Ширину основных проходов на испытательном участке следует устанавливать, принимая во внимание размеры ремонтируемых агрегатов.

6. Рабочие места, проходы и оборудование необходимо оставлять свободными и не загромождать материалами, агрегатами и отходами.

7. Рабочие места необходимо расположить так, чтобы они гарантировали комфортабельность работы, легкость движений, минимум физических усилий и безопасные высокопроизводительные условия труда.

8. Материалы, компоненты, агрегаты у рабочего места необходимо разместить таким образом, чтобы обеспечить их устойчивость и удобство захвата.

Рассмотрим технические мероприятия.

Для того, чтобы обеспечить требуемую освещённость, на участке монтируется система совмещённого освещения, суть которой заключается в том, чтобы восполнять недостаточное по нормам естественное освещение искусственным. Кроме того, участок оснащен рабочим освещением, предназначенного для нормального выполнения производственного процесса, прохода людей и являющимся обязательным для всех помещений.

Рассмотрим общие положения связанные с работой на участке.

1. К самостоятельной работе на оборудовании допускаются работники, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж непосредственно на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте и прошедшие

проверку.

2. Работник обязан:

- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка;
- соблюдать требования инструкции о пожарной безопасности, инструкции по обеспечению электробезопасности;

- соблюдать требования к эксплуатации расположенного на участке оборудования;

3. Работник должен:

- уметь оказать первую помощь пострадавшему при несчастном случае до приезда скорой;

- знать местоположение средств оказания доврачебной помощи, расположение первичных средств пожаротушения, главных и запасных выходов, путей эвакуации в случае аварии, пожара или других чрезвычайных ситуаций;

- во время работы быть сосредоточенным, не отвлекаться и не отвлекать других, исключить присутствие на рабочем месте лиц, не имеющих отношения к работе;

- поддерживать чистоту и порядок на рабочем месте.

4. При обнаружении неисправностей оборудования, приспособлений, инструментов и других поломок или опасностях на рабочем месте работник должен сообщить об этом руководству. Продолжить работу можно только после устранения всех неисправностей.

5. При обнаружении возгорания или в случае возникновения пожара:

- следует отключить оборудование;
- немедленно сообщить в пожарную охрану и руководству;
- по возможности приступить к ликвидации пожара, с помощью имеющихся первичных средств пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности. При возникновении угрозы жизни – немедленно покинуть участок.

6. При несчастном случае оказать пострадавшему первую доврачебную помощь, немедленно сообщить о случившемся руководителю, принять меры к сохранению обстановки происшествия (состояние оборудования), если это не приведет к возникновению опасности для окружающих.

Рассмотрим требования безопасности перед началом работы.

1. Убедиться в исправности оборудования;

2. Проверить рабочее место, освещение должно быть равномерным, посторонние предметы должны отсутствовать.

3. Убедиться в исправности инструмента и приспособлений.

Рассмотрим требования безопасности в аварийных ситуациях.

1. В случае возникновения сигнала аварии работы должны быть немедленно прекращены.

2. Продолжить работу только после устранения аварийной ситуации с разрешения руководителя.

Вышеуказанные мероприятия занесем в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 – Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся детали механизмов	Рациональное расположение оборудования	
2	Напряжение в электросети	Контроль целостности электропроводки и токоведущих проводов электрооборудования	
3	Недостаточное естественное освещение, недостаточная освещенность участка	Использование системы совмещённого освещения	
4	Раздражающие вещества	Применение системы вентиляции необходимой производительности	Спецодежда
5	Физические	Рациональное	

	перегрузки	расположение рабочих мест	
6	Нервно-психические перегрузки	Соблюдение трудового правил распорядка	

4.4 Обеспечение пожарной безопасности участка

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Помещение испытательного участка принадлежит категории « Г » по взрывопожарной и пожарной безопасности, поскольку в нем располагаются сгораемые вещества (масло, деревянное покрытие шкафа).

Согласно СН и П 21-01-97 (строительные нормы и правила) при возникновении пожара в помещениях такой категории следует использовать в зависимости от класса пожара огнетушащие средства: класс «Е» (электроустановки) - порошки и углекислый газ.

Для организаций, использующих вычислительной техникой и персональные компьютеры, наиболее частыми причинами возгораний являются:

- короткие замыкания оборудования, перегрузки сети, искрения вызванные нарушением изоляции, что приводит к нагреву проводников до температуры воспламенения изоляции;
- электрическая дуга, появляющаяся между контактами коммутационных аппаратов (разъединителей, рубильников), не приспособленных для отключения больших токов нагрузки;
- нарушение контактов в местах соединения проводов и их последующий перегрев вследствие большого значения переходного сопротивления при протекании электрического тока;
- возникновение искр в электрических аппаратах, а также искрение возникающее в результате электростатических разрядов и ударов молнии.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
	2	3	4	5	6
	Участок испытаний рулевых механизмов	Вычислительная техника, испытательный стенд	Г	Возникновение искр в электрооборудовании, нарушение контактов в местах соединения проводов, короткие замыкания оборудования, перегрузки сети	Разрушение оборудования и стенда

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Мероприятия по противопожарной защите можно классифицировать на организационные, эксплуатационные, технические и режимные. Также принимая во внимание высокую пожароопасностью следует применять профилактические меры. Пожарная профилактика при эксплуатации электронных приборов и устройств включает в себя следующие мероприятия:

1) поддержании сопротивления изоляции токоведущих частей оборудования в соответствии с величинами, регламентированными "Правилами техники безопасности";

2) защите изоляции от теплового, механического и агрессивного воздействия окружающей среды с помощью прокладывания проводов в

специальных каналах, исключении нарушения изоляции проводов и кабелей от вибрации, тряски и при движении;

3) выполнение работниками инструкций и правил техники безопасности.

С целью предупреждения пожаров кабелей применяют специальные огнезащитные их покрытия, препятствующие распространению пожара. При ремонте в кабельных линиях с использованием сварки, пайки или открытого огня должны строго выполняться правила пожарной безопасности. Следует тщательно проверять состояние контактов, поскольку ослабление контактов в местах присоединения способно привести к местному нагреву, а затем к нагреву провода и к нагреву изоляции выше предельных температур. Особое внимание следует обращать на состояние временной электропроводки, которые зачастую недостаточна изолирована в местах соединения. Она может подвергаться скручиванию и ударам, что нарушает изоляцию проводов и способно вызвать короткое замыкание. Работоспособность радиоэлектронных компонентов гарантируется только при определенных значениях температуры, влажности, тока и напряжения. Из-за возможных отклонений от рекомендуемых значений электрических и климатических параметров эти изделия являются нередко источниками открытого огня и высоких температур. Может произойти возгорание резисторов, выгорание отдельных элементов схемы. Причиной этого может быть некачественный монтаж.

Для ликвидации начинающихся очагов огня силами работников, помещения необходимо обеспечить в соответствии с действующими нормами первичными средствами пожаротушения, пожарным ручным инструментом и пожарным инвентарем. Для тушения электроустановок под напряжением до 10 кВ следует использовать углекислотные огнетушители (ОУ-7).

В помещение следует установить пожарную сигнализацию, извещающую органы пожарной охраны (предприятия, города) о пожаре и

месте его возникновения. Такая система может обеспечиваться автоматикой (при помощи датчиков-извещателей) или неавтоматической (нажатием кнопки) пожарной сигнализацией, а также с помощью радио- или телефонной связи.

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установочные системы пожаротушения	Средства автоматизации	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель порошковый ОП-2 МИГ	Специальные транспортные средства пожарной охраны	Система пожаротушения СПТ-12	Улавливатели дыма ИП21 2-141	Гидрант пожарный	Респиратор	Пожарный ручной инструмент: топор, багор, крюк.	Автоматическая сигнализация АС-16

Организационные мероприятия занесем в таблицу 4.6.

Таблица 4.6 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов, реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Участок испытаний рулевого управления	Своевременное обучение по охране труда персонала	ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
Участок испытаний рулевого управления	Разработка плана эвакуации	ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

4.5 Обеспечение экологической безопасности испытательного участка

Наиболее эффективным средством для обеспечения чистоты и допустимых параметров воздуха рабочей зоны представляется вентиляция, которая вытягивает из помещений загрязнённый и нагретый воздух и доставляет в него свежего. По методу передвижения воздуха вентиляцию разделяют на естественную (проветривание, аэрация), механическую и комбинированную.

Для того, чтобы поддерживать нужный микроклимат на участке предусмотрена искусственная (механическая) обще обменная вентиляция,

кроме того существует и организованный воздухообмен естественным образом.

Работу с эксплуатационными жидкостями следует производить в перчатках и спецодежде. Подтеки эксплуатационных жидкостей необходимо немедленно устранять. Утилизацию таких жидкостей следует производить в установленном специальными нормами порядке.

4.6 Заключение

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» дипломной работы была дана характеристика участка испытаний рулевого управления автомобиля, показан план испытательного участка. В пункте 2 раздела описаны профессиональные риски свойственные данному испытательному участку, к опасным и вредным производственно-технологическим факторам испытательного участка можно отнести возможность травмирования подвижными элементами стенда, подвески и рулевого управления, поражение электрическим током, негативное воздействие эксплуатационных жидкостей на кожный покров, а также физическое и нервно-психическое переутомление. В 3-м пункте раздела приведено описание организационно-технических мероприятий, направленных на снижение профессиональных рисков. Среди них применение звукопоглощающих покрытий, использование системы принудительной вентиляции, обеспечение работников спецодеждой. В пункте 4 дано описание организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности испытательного участка, описаны классы и опасные факторы пожаров. Перечень технических решений и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности даны в таблицах 4.5 и 4.6 соответственно. В пункте 5 даны рекомендации по обеспечению экологической безопасности участка испытаний рулевого управления.

5 Анализ экономической эффективности объекта

В настоящее время для автомобильного рынка характерна жесткая конкуренция, поэтому автопроизводители вынуждены не только улучшать потребительские свойства автомобиля, удовлетворяющие запросу большого числа потребителей, но и предлагать им отдельные вариантные исполнения и модификации серийных автомобилей.

Обычно при модернизации серийных автомобилей производитель стремится повысить комфортабельность, безопасность и экологичность транспортного средства. В последнее время к модернизации рулевого управления прилагается все больше усилий автопроизводителей. Улучшение характеристик рулевого управления занимает большую часть в процессе модернизации автомобиля, поскольку необходимо четко представлять те значения характеристик, превышая которые эксплуатация транспортного средства на дорогах общего пользования становится не только трудоемкой психологически для водителя, но и просто опасной.

Зачастую для увеличения потребительских свойств автомобиля производители внедряют в серийное транспортное средство более новые узлы и агрегаты. Для изменения характеристик рулевого управления применяют различные конструкции усилителей, которые позволяют сделать управление автомобилем более легким. Поскольку вращение руля становится легче, то и снижается физическая утомляемость, следовательно концентрация внимания сосредоточена на дороге, а не на руле, улучшается маневренность автомобиля, биение руля на грунтовых или разбитых дорогах стремится к минимуму. Установка усилителя рулевого управления, а также оптимальная его настройка оказывает существенное влияние на повышение эргономических возможностей автомобиля, соответствующих требованиям потребителя, а также поскольку в современном обществе все больше становится женщин - водителей, то применение усилителя руля является

необходимым. Подходящим примером такого применения усилителя являются ЛАДА «КАЛИНА» и ЛАДА «ПРИОРА».

Модернизация стенда, а именно установка на него электромеханического усилителя рулевого управления, приводит в соответствие технический уровень стенда с современным уровнем развития автомобилестроения, тем самым увеличивается востребованность стенда.

5.1 Составление плана НИиОКР «исследование рулевого управления на стенде»

Необходимые исследовательские работы собраны в укрупненные стадии – этапы и занесены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 Перечень стадий и этапов выполнения НИиОКР

Наименование работ		Трудоемкость, дн.		Должность исполнителя	Кол-во исполнителей	Применяемое оборудование
		T _{min}	T _{max}			
	2	3		5	6	7
1. Маркетинговые исследования						
1.1	Сбор информации и анализ рынка	2		Инженер б/к	1	Персональный компьютер
1.2	Оценка эффективности использования результатов прогноза	1		Инженер б/к	1	Персональный компьютер
2. Модернизация стенда						
2.1	Разработка схемы модернизированного стенда	4		Инженер б/к Ведущий инженер	2	Персональный компьютер
2.2	Закупка узлов, деталей, материалов	1		Инженер б/к	1	Персональный компьютер
2.3	Работы по модернизации стенда	2		Инженер б/к	1	Набор инструментов
2.4	Испытания модернизированного стенда	2		Инженер б/к Ведущий инженер	2	Блок питания, электродвигатель, аккумулятор
3. Конструкторская подготовка						
3.1	Разработка методики проведения испытания	4		Инженер б/к, Ведущий инженер	2	Персональный компьютер
3.2	Исследование	2			1	Блок

	рулевого управления на стенде			Инженер б/к		питания, электродвигатель, аккумулятор
3.3	Обработка результатов исследования и построение графиков и таблиц	3		Инженер б/к	1	Персональный компьютер
4. Оформление результатов НИиОКР						
4.1	Расчет экономической эффективности от проведения испытаний	3		Инженер б/к	1	Персональный компьютер
4.2	Непредвиденные работы	1		Инженер б/к	1	

Рассчитываем ожидаемую трудоемкость выполнения каждой работы для каждого этапа с помощью формулы:

$$t_{\text{ож.}i} = (3t_{\text{min}} + 2t_{\text{max}})/5 \quad (5.1)$$

где t_{min} – минимальная оценка трудоемкости работы в чел./дн.,

t_{max} – максимальная оценка трудоемкости работы в чел./дн.

$$t_{\text{ож.}1.1} = (3 \cdot 2 + 2 \cdot 3)/5 = 2,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}1.2} = (3 \cdot 1 + 2 \cdot 2)/5 = 1,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}2.1} = (3 \cdot 4 + 2 \cdot 5)/5 = 4,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}2.2} = (3 \cdot 1 + 2 \cdot 2)/5 = 1,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}2.3} = (3 \cdot 2 + 2 \cdot 4)/5 = 2,8 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}2.4} = (3 \cdot 2 + 2 \cdot 4)/5 = 2,8 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}3.1} = (3 \cdot 4 + 2 \cdot 5)/5 = 4,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}3.2} = (3 \cdot 2 + 2 \cdot 4)/5 = 2,8 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}3.3} = (3 \cdot 3 + 2 \cdot 4)/5 = 3,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}4.1} = (3 \cdot 3 + 2 \cdot 4)/5 = 3,4 \text{ дн}$$

$$t_{\text{ож.}4.2} = (3 \cdot 1 + 2 \cdot 2)/5 = 1,4 \text{ дн}$$

Длительность работы или этапа определяем при помощи следующего выражения:

$$T_{\text{эми}} = t_{\text{ож.и.}}/P_i \quad (5.2)$$

где P_i - количество исполнителей, чел.

$$T_{\text{эм1.1}} = t_{\text{ож1.1.}}/P_{1.1}=2,4/1=2,4 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм1.2}} = t_{\text{ож1.2.}}/P_{1.2}=1,4/1=1,4 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм2.1}} = t_{\text{ож2.1.}}/P_{2.1}=4,4/2=2,2 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм2.2}} = t_{\text{ож2.2.}}/P_{2.2}=1,4/1=1,4 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм2.3}} = t_{\text{ож2.3.}}/P_{2.3}=2,8/1=2,8 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм2.4}} = t_{\text{ож2.4.}}/P_{2.4}=2,8/2=1,4 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм3.1}} = t_{\text{ож3.1.}}/P_{3.1}=4,4/2=2,2 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм3.2}} = t_{\text{ож3.2.}}/P_{3.2}=2,8/1=2,8 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм3.3}} = t_{\text{ож3.3.}}/P_{3.3}=3,4/1=3,4 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм4.1}} = t_{\text{ож4.1.}}/P_{4.1}=3,4/1=3,4 \text{ дн}$$

$$T_{\text{эм4.2}} = t_{\text{ож4.2.}}/P_{4.2}=1,4/1=1,4 \text{ дн}$$

Суммарная продолжительность НИиОКР:

$$T_{\Sigma} = \sum T_{\text{эми}} \quad (5.3)$$

$$T_{\Sigma} = \sum T_{\text{эми}}=24,8 \text{ дн}$$

Удельный вес каждой стадии рассчитывается в %, принимая T_{Σ} за 100%, т.е.

$$У_{\text{дэм1.1}} = T_{\text{эм1.1}}/T_{\Sigma} * 100\% = 2,4/24,8 * 100 = 9,67\%$$

$$У_{\text{дэм1.2}} = T_{\text{эм1.2}}/T_{\Sigma} * 100\% = 1,4/24,8 * 100 = 5,65\%$$

$$У_{\text{дэм2.1}} = T_{\text{эм2.1}}/T_{\Sigma} * 100\% = 2,2/24,8 * 100 = 8,87\%$$

$$У_{\text{дэм2.2}} = T_{\text{эм2.2}}/T_{\Sigma} * 100\% = 1,4/24,8 * 100 = 5,65\%$$

$$У_{\text{дэм2.3}} = T_{\text{эм2.3}}/T_{\Sigma} * 100\% = 2,8/24,8 * 100 = 11,29\%$$

$$У_{\text{дэм2.4}} = T_{\text{эм2.4}}/T_{\Sigma} * 100\% = 1,4/24,8 * 100 = 5,65\%$$

$$У_{\text{дэм3.1}} = T_{\text{эм3.1}}/T_{\Sigma} * 100\% = 2,2/24,8 * 100 = 8,87\%$$

$$У_{\text{дэм3.2}} = T_{\text{эм3.2}}/T_{\Sigma} * 100\% = 2,8/24,8 * 100 = 11,29\%$$

$$У_{\text{дэм3.3}} = T_{\text{эм3.3}}/T_{\Sigma} * 100\% = 3,4/24,8 * 100 = 13,71\%$$

$$У_{\text{дэм4.1}} = T_{\text{эм4.1}}/T_{\Sigma} * 100\% = 3,4/24,8 * 100 = 13,71\%$$

$$У_{\text{дэм4.2}} = T_{\text{эм4.2}}/T_{\Sigma} * 100\% = 1,4/24,8 * 100 = 5,65\%$$

Результаты расчётов продолжительности выполнения работ занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 Продолжительность выполнения работ

№ Этапа	Количество исполнителей			Т _{ож}	Т _Σ	Уд _{эпi}
	Ведущий инженер	Инженер б/к	Итого			
1.1		1	1	2,4	24,8	9,7
1.2		1	1	1,4		5,6
2.1	1	1	2	4,4		8,9
2.2		1	1	1,4		5,6
2.3		1	1	2,8		11,3
2.4	1	1	2	2,8		5,6
3.1	1	1	2	4,4		8,9
3.2		1	1	2,8		11,3
3.3		1	1	3,4		13,7
4.1		1	1	3,4		13,7
4.2		1	1	1,4		5,6

После завершения определения длительности выполнения каждого этапа разрабатывается линейный график процесса проектирования новой математической модели, графическим путем находится общая трудоемкость выполнения работ. Ниже представлен график выполнения НИиОКР.

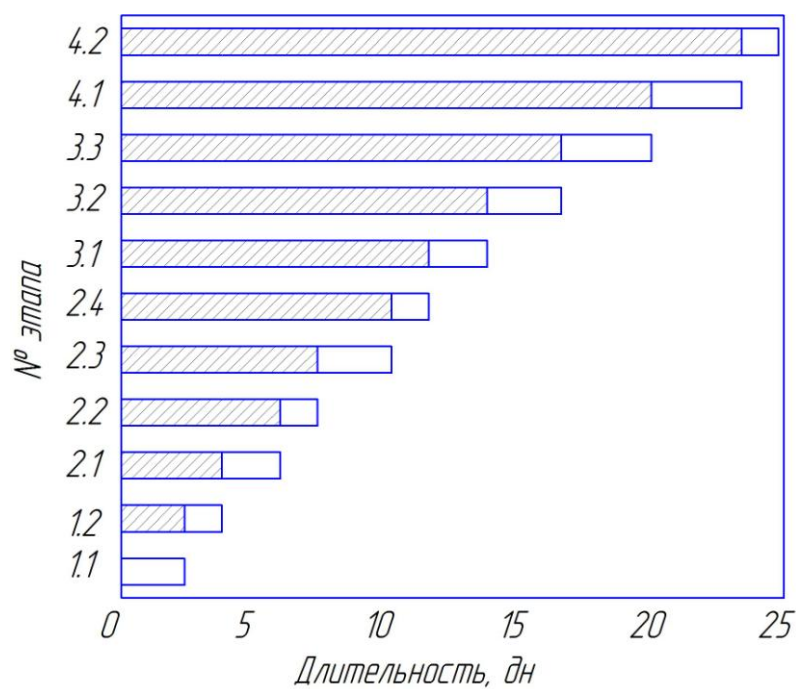


Рис. 5.1 График выполнения НИиОКР

Заносим данные в таблицу 5.3, применяя линейный график выполнения НИиОКР и исходные данные.

Таблица 5.3 Табелирование работ НИиОКР

№ этапа	Исполнители	
	Ведущий инженер	Инженер б/к
1.1		2,4
1.2		1,4
2.1	2,2	2,2
2.2		1,4
2.3		2,8
2.4	1,4	1,4
3.1	2,2	2,2
3.2		2,8
3.3		3,4
4.1		3,4
4.2		1,4
Всего:	5,8	24,8

5.2 Расчёт сметы затрат на НИиОКР

Сметы затрат применяются для сравнения базового и проектного варианта технологии внедрения образца новой техники в серийное производство и для расчета себестоимости изготовления новой техники, а также определения цены.

Исходные данные для калькуляции расходов на изготовление и разработку стенда занесены в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 Исходные данные для калькуляции расходов на изготовление и разработку стенда

№	Наименование показателей	Обозначение	Единицы измерения	Абсолютная величина
1	Среднемесячный оклад исполнителей	Окл	Руб	3451
2	Коэф. премиальных доплат	Кпр	%	20
3	Коэф. доплат за неотработанное время	Квып	%	10
4	Коэф. транспортно -загот. работ	Ктрз	%	
5	Коэф. возвратных отходов	Квоз	%	0
6	Цена используемого материала	Цм	Руб	
7	Коэф. накладных расходов	Кнакл	%	55
8	Коэф. Отчислений на социальные нужды	К соц	%	26
9	Стоимость 1 кВт электроэнергии	Сэл	Руб	1,1
10	Установленная мощность оборудования	Ну	кВт	0,75 и 0,1
11	Норма расхода используемого материала	Вм	М, кг, шт	
12	Цена покупных изделий	Цп	Руб	
13	Норма расхода покупных изделий	Вп	шт	
14	Стоимость приобретенного оборудования	Цпр	Руб	
15	Стоимость изготовленного оборудования	Циз	Руб	
16	Коэф. использования по мощности	Кисп	%	100
17	Коэф. загрузки оборудования	Кзаг	%	60
18	Нормативный коэф. рентабельности	Крент	%	
19	Годовая норма амортизационных отчисл.	Нам	%	0
	Электродвигатель		%	50
	Блок питания		%	50
20	Первоначальная стоимость оборудования	Са	Руб	
21	Режим работы предприятия		дней	5
	Продолжительность рабочего дня	q	час	8
	Количество экспериментов	n	шт	5
	Количество выходных дней	В	дни	15
	Количество праздничных дней	П	дни	104
	Количество нерабочих часов в предпразд.	Нпр	час	1
	Количество планируемых невыходов	Н	дни	5

Расчет эффективного годового фонда рабочего времени:

$$F_{эф} = (365 - П - В - Н)q - H_{пр}, \quad (5.5)$$

где $П$ – нерабочие праздничные дни;

$В$ - выходные дни;

$Н$ - количество планируемых неявок;

q - количество часов в одну смену;

$H_{пр}$ - количество нерабочих часов в предпраздничные дни.

$$F_{эф} = (365 - 104 - 15 - 5) \cdot 8 - 1 = 1927 \text{ ч} \quad (5.6)$$

Расчет среднего количества рабочих дней в месяц (округляется до ближайшего большего целого числа):

$$Д = F_{эф} / 12q, \quad (5.7)$$

$$Д = 1927 / 12 \cdot 8 = 21 \text{ дн}$$

Расчет времени работы $i^{\text{ого}}$ исполнителя:

$$K_{исп.i} = Fi / Д, \text{мес.} \quad (5.8)$$

$$\text{Инженер III: } K_{исп} = 24,8 / 21 = 1,18 \text{ мес}$$

$$\text{Вед.инженер: } K_{исп} = 5,8 / 21 = 0,28 \text{ мес}$$

где Fi – количество фактически отработанных дней i -м исполнителем (данные берутся из табеля учета рабочего времени).

Расчет заработной платы исполнителей с должностными окладами:

$$З_{итр.} = K_{исп.i} \cdot \text{Окл.} \cdot N, \quad (5.9)$$

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

Окл. – должностной оклад i -го работника, руб.

N – количество работников, чел.

Кулькуляция заработной платы работников, а также их должностные оклады занесена в таблицу 5.5.

Таблица 5.5

Должность работника	Кол-во работников, чел.	Среднемесячный оклад, руб.	Время работы, месяцы	Заработная плата, руб.
1. Ведущий инженер	1	19500	0,28	5385,71
2. Инженер б/к	1	15700	1,18	18540,95
Итого				23926,67

Расчет заработной платы всех исполнителей:

$$Z_{исп.} = Z_{итр.} = 23926,67 \text{ руб.} \quad (5.10)$$

Расчет отчислений в страховые взносы:

$$C_{CB} = Z_{исп.} \cdot K_{соц.} / 100 = 23926,67 \cdot 30 / 100 = 7178 \text{ руб.} \quad (5.11)$$

где $K_{св.}$ - коэффициент отчислений в страховые взносы, 30 %

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{эл.} = N_y \cdot K_{исп.} \cdot K_{загр.} \cdot D_i \cdot n \cdot q \cdot \Pi_{эл.э.} \quad (5.12)$$

где N_y - мощность используемого оборудования;

$K_{исп.}$ - коэффициент использования оборудования;

$K_{загр.}$ - коэффициент загрузки оборудования;

D_i - время работы $i^{ого}$ оборудования (находится из ленточного графика)

Калькуляция затрат на электроэнергию занесена в таблицу 6.6

Таблица 5.6

	Используемое оборудование	N_y , кВт	$K_{заг}$	исп	T_m , мин	n экспл	$\Pi_{эл.}$, руб	$C_{эл.}$, руб
	Электродвигатель	0,75	0,8	0,6	10	5	2,75	49,5
	Блок питания	0,1	0,9	0,6	10	5	2,75	7,43
	Персональный компьютер	0,4	0,6	0,6	10	5	2,75	19,8
	Электромеханический усилитель	0,3	0,9	0,6	10	5	2,75	22,28
							Итого	99

Расчет амортизационных отчислений.

Расходы на амортизацию следует рассчитывать в том случае, если оборудование в дальнейшем потребуется для других НИиОКР. В том случае если приобретенное или изготовленное оборудование будет использоваться только для указанной НИиОКР, то его полная стоимость относится к капитальным затратам и полностью включается в затраты на НИиОКР.

$$\sum C_{ам} = \frac{C_{об.} \cdot H_{ам.} \cdot \sum t_{м.}}{F_{обор.} \cdot 100}, \text{ руб.} \quad (5.13)$$

где $F_{обор.}$ – годовое эффективное время работы оборудования:

$$F_{обор.} = (365 - П - В) \cdot q \cdot n \cdot K_{загр.};$$

$H_{ам}$ – величина амортизационных отчислений;

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

$t_{м}$ – общее время работы используемого оборудования:

$$t_{м} = D_{обор.i} \cdot q \cdot n \cdot K_{исп.} \quad (5.15)$$

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

n – количество проведенных экспериментов;

$K_{исп.}$ – коэффициент использования i -го оборудования;

$C_{об}$ – первоначальная стоимость используемого оборудования.

Калькуляция затрат на амортизацию используемого оборудования занесена в таблицу 5.7.

Таблица 5.7

	Используемое оборудования	Соб ,руб	Кзаг	Кисп	Нам	$\sum t_{м}$, час	$F_{обор}$, час	Сам, руб
	Электродвигатель	500	0,8	0,6	100	19,92	7872	3,80
	Персональный компьютер	30000	0,6	0,6	20	19,92	5904	20,24
	Электромеханический усилитель	7000	0,9	0,6	100	19,92	8856	15,75
	Насос гидравлический	900	0,7	0,6	100	19,92	6888	5,50
Всего								45,28

Расчет накладных расходов:

$$C_{накл.} = Z_{исп.} \cdot K_{накл.} / 100 = 23926,67 \cdot 35 / 100 = 8374,33 \text{ руб.}, \quad (5.16)$$

где $K_{накл.} = 35$ - коэффициент накладных расходов, %

$Z_{исп.}$ - заработная плата работников.

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

$$M = C_{м_i} \cdot B_{м_i} (1 + K_{мзр} / 100), \text{ руб.} \quad (5.17)$$

где $C_{м_i}$ - оптовая стоимость материала i-го вида, руб.,

$B_{м_i}$ – нормированный расход материала i-го вида, кг, м.

$K_{мзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных затрат, %

$K_{вот}$ – коэффициент возвратных отходов, %.

Таблица 5.8

	Наименование материала	Марка размер	Единицы измерения	Норма расхода, Вм	Отпускная цена, руб Цм	Общая сумма, Sm
	канц. товары			1	82	105,78
	фанера	1	кв. метр	1	90	116,1
	провод медный	20	м	2	4	10,32
	амперметры	сила тока	мА	4	310	1599,6
Всего						1831,8

Расчет статьи затрат “Покупные изделия и полуфабрикаты”

$$П_i = C_i \cdot B_{п_i} (1 + K_{тзр} / 100), \text{ руб.} \quad (5.18)$$

где - C_i – оптовая стоимость покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида, руб.

$B_{п_i}$ – количество покупных изделий и полуфабрикатов i-го вида, шт.

Калькуляция затрат на покупные изделия выполнен в виде таблицы
(Таблица 5.9)

Таблица 5.9

№	Наименование изделия	Кол-во Bkj	Цена Цkj	Сумма Skj
1	Гидрошланг	4	78	315,21
2	Приводной ремень	1	50	50,52
3	Гидроцилиндр	1	130	131,34
4	Гидрораспределитель	1	700	707,21
5	Колесо в сборе	2	1000	2020,6
6	Нижний рычаг	2	150	303,09
7	Верхний рычаг	2	105	212,16
8	Поворотный кулак	2	220	444,53
9	Пружины	2	280	565,77
10	Рулевое колесо	1	500	505,15
11	Рулевой вал	1	215	217,21
12	Рулевой редуктор	1	1600	1616,48
13	Рулевые тяги	1	720	727,42
14	Шаровые шарниры	4	100	404,12
15	Ступица колеса	2	200	404,12
16	Подшипник ступицы	2	100	202,06
17	Маятник	1	150	151,55
18	Амперметр	4	310	1252,77
19	Усилитель	1	1700	1717,51
20	Тензодатчики	5	68	343,5
21	Датчики угла поворота	3	15	45,46
22	Датчик скорости	1	400	404,12
23	Датчик тахометра	1	400	404,12
24	Блок питания	1	150	193,5
итого				13339,52

Капитальных вложений для данной НИР не требуется.

Спредпр=Ктек

Результаты расчетов занесены в таблицу 5.10

Таблица 5.10 – Смета затрат на разработку и выполнение НИР

	Статья расходов	Обозначение	Сумма, руб.
1	1.Текущие затраты, Ктек.		
	Материальные затраты, в т. ч.:		
	- сырье и материалы	М	1831,8
	- покупные изделия	Пи	13339,52
	- энергоносителей	Сэл	99
	и т. д.		
2	Фонд оплаты труда работников	Зисп	23926,67
3	Отчисления в страховые взносы	Ссв	7178
4	Амортизационные расходы	Сам	45,28
5	Накладные расходы	Снакл	8374,33
	Предпроизводственные затраты, Всего Спредпр.:		54794,6

5.3 Расчет показателей экономической эффективности НИиОКР

Текущий чистый доход:

$$\text{ЧД} = \text{Сдор.исп} - \text{Спредпр} = 115000 - 54794,6 = 60205,4 \text{ руб.}$$

Сдор.исп=115000 – расходы на проведение дорожных испытаний

Расчет потребности в капиталобразующих инвестициях составляет:

$$J_0 = \text{Спредпр (руб.)} \quad (5.19)$$

$$J_0 = 54794,6 \text{ руб.}$$

Индекс доходности проекта:

$$JD = \frac{\text{ЧД}}{J_0} \quad (5.20)$$

$$JD = 60205,4 / 54794,6 = 1,1$$

Срок окупаемости проекта:

$$\text{Токуп} = 54794,6 / 60205,4 = 0,91$$

$$T_{\text{окуп}} = \frac{J_0}{\text{ЧД}} \quad (5.21)$$

Чистый доход с учетом капиталобразующих инвестиций:

$$\text{ЧД} = \text{ЧД} - J_0 = 60205,4 - 54794,6 = 5410,80$$

Калькуляция коммерческой эффективности проекта занесена в таблицу

5.11

Таблица 5.11

1	Текущий чистый доход	ЧД	60205,4 руб.
2	Капиталобразующие инвестиции	J_0	54794,6 руб.
3	Индекс доходности проекта	JD	1,1
4	Срок окупаемости проекта	Токуп	0,91
5	Чистый доход учитывающий капиталобразующих инвестиций	ЧД	5410,80 руб.

5.4 Анализ полученных экономических показателей и выводы

Разработанный в рамках данной работы стенд дает возможность для каждого автомобиля определить характеристики рулевого управления и в соответствии с ними выбрать необходимый электромеханический усилитель руля, удовлетворяющий требованиям заказчика предъявляемым к конструкции автомобиля или ГОСТам.

Проанализировав полученные показатели эффективности, можно сделать вывод о том, что стендовые испытания показали себя лучше стороны в сравнении с дорожными. Также можно сделать ряд следующих выводов:

Чистый доход положителен ($ЧД=60205,4$ руб.), поэтому проект можно считать эффективным и поэтому необходимо рассматривать вопрос о его принятии.

Высокое значение индекса доходности $JD=1,1>1$ означает, что проект эффективен. $JD>1$ показывает отдачу каждого рубля, инвестированного в проект.

Достаточно короткий срок окупаемости $T_{ок}=0,91$ свидетельствует о невысокой степени рискованности проекта.

В результате, разработка исследовательского стенда для оценки рулевого управления является экономически оправданной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Рассмотрены различные конструкции стендов рулевого управления по проведению испытаний на них.

2. В данном проекте стенд для исследования рулевого управления, с гидроусилителем и электроусилителем, оснащен измерительной аппаратурой.

3. Представлена методика проведения исследования рулевого управления на стенде.

4. Описаны мероприятия по технике безопасности при использовании стенда.

5. Проведен расчет коммерческой эффективности объекта.

Стенд предполагается использовать для исследовательских и учебных работ на кафедре “Проектирование и эксплуатация автомобилей” Тольяттинского Государственного Университета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Родионов, В.Ф. Легковые автомобили [Текст] /В.Ф. Родионов, Б.А. Фиттерман. – М.: Машиностроение, 1973.-490 с.
2. Раймпель, Й. Шасси автомобиля [Текст] / Й. Раймпель. – М.: Машиностроение, 1983.-356 с.
3. Валхламов, В.К. «Автомобили. Основы конструкции» [Текст] /В.К. Валхламов, Академия, 2008.-529с.
4. Васильев, Б.С. Автомобильный справочник [Текст] / Б.С. Васильев, М.С. Высоцкий, К.Л. Гаврилов– М.: Машиностроение, 2004.-704 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. Т.2. [Текст] – М.: Машиностроение, 1978.-912 с.
6. Успенский И.Н. Проектирование подвески автомобиля [Текст] – М.: Машиностроение 1976-168с.
7. Лукин, П.П. Гаспарянц, Г.А. Родионов, В.Ф. Конструкция и расчет автомобиля: Учебник для студентов втузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы» [Текст] П.П. Лукин, Г.А. Гаспарянц, В.Ф. Родионов, - М: Машиностроение, 1984. – 376 с.
8. Лата, В.Н. Конструирование и расчет автомобиля. Ходовая часть и системы управления. [Текст] Курс лекций.-125 с.
9. Лукин П.П. Конструирование и расчёт автомобиля [Текст] Машиностроение 1984-373с.
10. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. ТЗ. [Текст]/ Б.В. Кисуленко, Ю.В. Дементьев, И.А. Венгеров – М.: Автополис-плюс, 2005.-560 с.
11. Черепанов, Л.А. Расчет тяговой динамики и топливной экономичности автомобиля: учеб. пособие [Текст] /Л.А. Черепанов. – Тольятти: ТГУ, 2001.-41 с.
12. Хрипач, В.Я. Экономика предприятия [Текст] / В.Я.Хрипач, А.С.Головачев, И.В.Головачева и др.; Под ред. В.Я.Хрипача; Академия

управления при Президенте Республики Беларусь. Кафедра экономики и организации производства. - Минск, 1997.- 448 с.

13. Сачко, Н.С. Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием: Учеб. пособие для вузов [Текст] / Н.С. Сачко, И.М. Бабук, В.И. Демидов и др.; Под ред. Н.С. Сачко, И.М. Бабука. – Минск: Выш.шк., 1988.- 272 с.

14. Грузинов В.П., Грибов В.Д. Экономика предприятия: Учеб. пос. для вузов. 2-е изд., доп. [Текст] / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов – М.: Финансы и статистика, 2002. – 207 с.

15. Глущенко, В.Ф. Экономика предприятия. Часть 4. Организация производства. Учеб. пособие [Текст] / В.Ф. Глущенко, Г.А. Краюхин, А.И. Михайлушкин и др.: СПбГИЭУ. – СПб: СПбГИЭУ, 2001. – 101 с.

16. Ипатов, М.И. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. для машиностр. спец. вузов [Текст] / М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачев и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой.- М.: Высш.шк., 1988.-367 с.

17. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Учебно-методическое пособие [Текст] /Л.Н. Горина, М.И. Фесина – Тольятти: ТГУ, 2016.-51с.

18. Челноков, А. А. Охрана труда: учебник [Электронный ресурс] / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап ; под общ. ред. А. А. Челнокова. - 2-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 655 с

19. Челноков, А.А. Основы экологии: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Челноков, Л. Ф. Ющенко, И. Н. Жмыхов ; под ред. А. А. Челнокова. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 543 с.

20. Михнюк, Т.Ф. Охрана труда: учебное пособие [Текст] / Т. Ф. Михнюк. - Минск: ИВЦ Минфина, 2007. - 297 с.